

Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en Carbono

Sector Uso de Suelo

Fecha: marzo 2016

Cita sugerida: Rojas, Y. y M. Montedónico, 2016. Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en carbono. Sector uso de suelo. Ejes temáticos y temas transversales. Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

ADVERTENCIA: La responsabilidad principal de los contenidos de este documento es del equipo profesional de MAPS Chile. No obstante lo anterior, gran parte de los temas abordados han sido analizados gracias a la activa participación de diversos actores relevantes. El Grupo de Construcción de Visión, así como los Paneles de Expertos, y el Comité Directivo del proyecto, han tenido la oportunidad de revisar estos contenidos y, en caso de discrepancias, éstas son descritas en las secciones correspondientes.

MAPS Chile

Opciones de mitigación del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono

2011-2015

El proyecto MAPS Chile

MAPS es un acrónimo en inglés que quiere decir *Mitigation Action Plans and Scenarios*. El proyecto tiene su origen en Sudáfrica, en una iniciativa de investigación y participación de múltiples actores que investigó escenarios posibles para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) entre 2005 y 2008 y que se llamó LTMS, *Long Term Mitigation Scenarios*. Se han desarrollado proyecto MAPS en Brasil, Colombia, Perú y Chile; son iniciativas similares que cuentan con el apoyo técnico de Sudáfrica. MAPS ha buscado generar la mejor evidencia posible para informar la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático y el desarrollo bajo en carbono en cada país. En particular, los proyectos MAPS han identificado y estudiado trayectorias probables -con distintos niveles de esfuerzo de mitigación-, analizado sus posibles consecuencias, y socializado esta información con actores clave. Estas iniciativas han contribuido significativamente a los respectivos países en sus procesos de negociación internacional, al amparo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por su sigla en inglés).

MAPS Chile comenzó a fines de 2011, obedeciendo un mandato de seis ministros de Estado que requerían que el proyecto estudiara y entregara las mejores opciones que tiene el país para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

El proyecto ha ocurrido en tres fases. La primera, terminada a mediados de 2012, desarrolló la Línea Base de emisiones de GEI 2007-2030 (es decir, una proyección de la economía chilena situada en el año 2006 sin considerar esfuerzos para reducir emisiones de GEI, pero incluyendo la evolución tecnológica natural de los sectores económicos) y estudió además posibles trayectorias de las futuras emisiones de GEI del país que cumplan con las recomendaciones científicas que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) hace para el mundo. A esto último se le llamó “dominio requerido por la ciencia”.

La segunda fase, terminada a fines de 2014, ha incluido: la Línea Base de emisiones de GEI 2013-2030, un conjunto de cerca de 100 medidas de mitigación, 9 escenarios de mitigación -como empaquetamiento de medidas específicas de mitigación-, junto a un análisis de los efectos macroeconómicos asociados a los distintos escenarios.

La tercera y última fase de MAPS Chile ha incluido, entre otros productos, una revisión y refinamiento de los resultados obtenidos en la segunda fase, una estimación de los co-impactos asociados a las principales medidas de mitigación, y un análisis de los posibles enfoques y medidas de mitigación para el largo plazo (2030-2050). Todos los resultados de MAPS Chile están disponibles en el sitio web del proyecto.

La dirección del proyecto ha estado en manos de un Comité Directivo interministerial, en el cual han participado representantes de siete ministerios del país: Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transporte y Telecomunicaciones, Energía y Medio Ambiente. Desde su inicio, el proyecto convocó a un Grupo de Construcción de Escenarios (en la Fase 3 este grupo se designó Grupo de Construcción de Visión), instancia en la cual han trabajado continua y voluntariamente más de 60 personas de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil. Adicionalmente, más de 200 personas han sido parte de reuniones sectoriales de Grupos Técnicos de Trabajo. Con todo, se estima que más de 300 personas, incluyendo a los diversos equipos consultores de universidades y prestigiosas instituciones del país, han participado activamente en MAPS Chile. El financiamiento para la realización de MAPS Chile ha provenido de Children Investment Fund Foundation (CIFF), la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), los gobiernos de Suiza, Dinamarca y Chile, y ha totalizado cerca de 4 millones de dólares para los más de 4 años de trabajo.

Índice de Contenidos

Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en Carbono Sector Uso de Suelo

1.	Introducción.....	5
2.	Proceso de definición de ejes temáticos y temas transversales en el sector uso de suelo	11
3.	Medidas de mitigación diseñadas en Fase 2 vs temas de mitigación de largo plazo explorados en Fase 3	12
4.	Cambios en los patrones de producción y consumo.....	14
4.1	Reducción de las pérdidas en la cadena de suministros de alimentos.....	14
4.1.1	Oportunidades y fortalezas	15
4.1.2	Riesgos, desafíos y debilidades.....	15
4.1.3	Líneas de acción.....	15
4.2	Huella de carbono	16
4.2.1	Oportunidades y fortalezas	18
4.2.2	Riesgos, desafíos y debilidades.....	18
4.2.3	Líneas de acción.....	18
4.3	Cambio en la dieta.....	19
4.3.1	Oportunidades y fortalezas	20
4.3.2	Riesgos, desafíos y debilidades.....	20
4.3.3	Líneas de acción.....	21
5.	Mejores prácticas de manejo del suelo considerando el secuestro de carbono del suelo	22
5.1	Oportunidades y fortalezas	25
5.2	Riesgos, desafíos y debilidades	25
5.3	Líneas de acción	26
6.	Temas transversales.....	27
6.1	Adaptación y Mitigación al Cambio Climático.....	27
6.2	Planificación territorial	30
7.	Referencias	32
8.	ANEXO: APL suscritos sector Agropecuario.....	35

1. Introducción

Uno de los componentes de la Fase 3 del proyecto MAPS Chile fue el análisis de opciones de mitigación para el largo plazo. Se buscó explorar otras opciones de mitigación de las emisiones futuras para el país, estrategias y medidas que fueran más allá de lo tradicional (conocido) y de la información disponible, que permitiera avanzar en un futuro bajo en carbono. En esta etapa era relevante centrarse en temas en los que hay múltiples interpretaciones y/o incertidumbres sobre su contribución al desarrollo bajo en carbono, pero que no obstante pueden ser opciones -en un horizonte de planificación de largo plazo- para contribuir a un desarrollo bajo en emisiones.

Este documento refleja el trabajo llevado a cabo en el sector uso de suelo, que reúne a los sectores agropecuario y forestal existentes en la Fase 2. A lo largo de la interacción entre el equipo MAPS y el Grupo de Construcción de Visión (GCV) se han podido identificar temas emergentes que poseen el potencial de reducción de emisiones y que fueron investigados durante la fase 3. Estos temas son: i) cambios en los patrones de producción y consumo de alimentos, donde se encuentran la reducción de las pérdidas en la cadena de suministros de alimentos, la huella de carbono y el cambio en la dieta humana. También se destacan las ii) mejores prácticas de manejo del suelo para el secuestro de carbono, tema que fue abordado en la fase 2 a través de medidas de mitigación específicas, pero que a juicio del Grupo de Construcción de Visión era necesario seguir profundizándolo por las posibilidades de escalar en la mitigación de largo plazo.

Adicionalmente se identificaron dos temas transversales relevantes de considerar en el largo plazo por su relación con la mitigación al cambio climático y que además se vinculan entre sí: la planificación conjunta de adaptación y mitigación al cambio climático y la planificación territorial.

Cabe destacar que el sector agropecuario es responsable de menos del 15% de las emisiones del país¹ y que por otro lado es un sector que depende estrechamente de la variabilidad climática para su desempeño. En este sentido, cobra relevancia la adaptación como un tema fundamental para el sector.

Este documento pretende aportar en la profundización con información nacional e internacional de temáticas relevantes que contribuyan a la construcción de la visión de largo plazo del sector uso de suelo.

En la Tabla 1 se presenta una matriz que resume los temas de Uso de suelo investigados para la mitigación de largo plazo durante la fase 3 del proyecto MAPS Chile.

¹ Resultados Fase 2 MAPS Chile [www.mapschile .cl](http://www.mapschile.cl)

Tabla 1. Ejes temáticos desarrollados en el sector Uso de suelo en Fase 3 de MAPS

Eje temático	Tema/Descripción	Facilitadores y Oportunidades	Desafíos, barreras, riesgos e incertidumbres	Líneas de acción
<p>Cambios en los patrones de producción y consumo</p>	<p>Reducción de pérdidas en la cadena de suministro de alimentos: Al reducir las pérdidas en la cadena de suministro se puede producir menos y por tanto generar menos emisión.</p>	<p>- Disminución de requerimientos de uso de agua y suelo, y reducción de expansión agrícola. - Podría aumentar la disponibilidad y acceso de alimentos, mejorando la seguridad alimentaria.</p>	<p>Podría existir un riesgo potencial de disminución de ganancias en las empresas asociadas al suministro de alimentos, debido a la menor demanda de alimentos.</p>	<p>- Facilitar el aumento de la donación de los bienes que no son vendidos.</p> <p>- Dirigir campañas de educación del consumidor.</p> <p>- Cambio de prácticas de etiquetado de fechas de alimentos.</p> <p>-Otras.</p>
	<p>Huella de carbono de productos agropecuarios: Disminución de emisiones por mayor eficiencia en</p>	<p>En el país ya existe un importante avance en la determinación de la huella de carbono del sector productivo AFOLU y también</p>	<p>- Si bien existe un importante avance al haber determinado la huella de carbono, el principal desafío está en avanzar en la disminución de la huella</p>	<p>-Aumentar la productividad animal.</p> <p>-Aumento de eficiencia</p>

	<p>la producción, con menor gasto de energía.</p>	<p>en acuerdos de producción limpia.</p>	<p>de carbono, siendo más eficientes en la cadena de producción.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chile es un país exportador, y que se encuentra a una gran distancia de los mercados, lo que hace que los productos tengan una importante emisión producto del transporte. - Frente al aumento de la eficiencia en la producción, puede existir una tendencia a aumentar la producción con consecuencias en las emisiones. 	<p>energética para la fase industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reducir las emisiones directas de los insumos -Reducir emisiones en el consumo energético en la producción de campo
	<p>Cambios en la dieta humana: Fomentar dieta humana a base de alimentos que generan menos emisiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Existe un segmento de la sociedad que está buscando formas de vida más saludables y busca naturalmente limitar el consumo de carne. - Entre los impactos ambientales positivos ante la disminución de emisiones asociadas a menor producción de animales, se encuentra posibilidades de menor cambio de uso del 	<ul style="list-style-type: none"> - El país tiene un bajo consumo de carne bovina en comparación a otros países en el mundo, por lo tanto, el efecto en las emisiones no será de un nivel importante. - Por otra parte, en Chile, la carne desde el punto de vista del consumidor es un alimento de primera necesidad y en algunos casos, existen segmentos de la sociedad que recién pueden incorporar la carne en mayor proporción a su dieta y su disposición al cambio será menor. 	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar educación en temas de alimentación para favorecer cambios en los patrones de consumo.

		suelo de tierras que se habilitan desde otros usos para ganadería.	<p>-El cambio en la dieta es un proceso lento y difícil en la sociedad, solo es un segmento de la sociedad que busca opciones de vida más saludable.</p> <p>-En general los riesgos asociados a este tema se vinculan directamente a la existencia de barreras culturales y sociales respecto a la adopción de dietas distintas.</p>	
Manejo del suelo	Mejores prácticas de manejo del suelo: Proteger y/o aumentar el carbono existente en el suelo con prácticas específicas.	- Existen oportunidades para las prácticas del SIRSD-S ² que ya están siendo realizadas en los suelos del país y en las que ahora se está avanzando para determinar el impacto en captura de CO ₂ del suelo, y que son: establecimiento de cubiertas vegetales y praderas, cero labranza, y aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados e incorporación de rastrojos.	- Uno de los riesgos y desafíos de las prácticas de manejo del suelo están en lograr el compromiso de los agricultores, para que mantengan el estilo conservacionista de manejo de suelos por un tiempo mínimo (p.e., 50 años), que asegure la mantención y o mejoramiento de carbono en el suelo. - Podría existir una posible competencia con otros usos por biomasa, ya que fuentes de biomasa que se usen para aumentar la materia orgánica del suelo (ej. residuos de los cultivos, estiércol) a menudo se destinan a otros usos como	Orientar a través del programa SIRSD-S y el análisis de los instrumentos de fomento, exigencias o bonificaciones con miras a incentivar las prácticas de manejo sustentable que tienen el

² SIRSD-S Sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios. Programa conjunto de INDAP y SAG.

		<ul style="list-style-type: none"> - Al aumentar la materia orgánica del suelo se mejora la fertilidad, se reduce la erosión, se aumenta la retención de humedad y puede conducir a aumentos de rendimientos. - Al aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, las propiedades de retención de humedad de suelos con mayor contenido de carbono podrían ayudar a que suelos agrícolas permanezcan productivos cuando el clima se vuelva más seco. - En el caso particular del biochar, ya ha sido probado a nivel experimental en dos zonas muy distintas del país, en la zona norte con condiciones de aridez del clima y con bajo contenido de materia orgánica, donde se ve como una oportunidad de mejorar la fertilidad del suelo, y aumentar el COS.- - Debido a que las prácticas de manejo están enmarcadas en 	<p>uso combustible a nivel doméstico y forraje.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incertidumbres y cambios que sean medibles, reportables y verificables (MRV) ya que no existen medios costo-efectivos para medir con precisión los stocks de carbono del suelo y el cambio en el tiempo. - Es una medida reversible: ya que incluso cuando el carbono ha sido secuestrado en el suelo, no hay garantías de que permanezca en este en el tiempo, por lo que se requiere monitoreo permanente. 	<p>potencial de captura de CO₂</p>
--	--	---	---	---

		<p>un programa con beneficios del Estado, que se beneficia directamente el contar con el mejoramiento de la calidad del suelo, se ve minimizado el riesgo de bajo compromiso por parte de los propietarios.</p>		
Temas Transversales	<p>Adaptación y mitigación al cambio climático: Considerar la integración de estas dos temáticas en el sector Uso de suelo para potenciar sinergias en largo plazo.</p>			
	<p>Planificación territorial: es una oportunidad para establecer esfuerzos de sinergias entre adaptación y mitigación mediante una planificación de la estructura y composición del paisaje de los distintos usos de la tierra.</p>			

2. Proceso de definición de ejes temáticos y temas transversales en el sector uso de suelo

El proceso llevado a cabo para definir los ejes temáticos finalmente seleccionados y expuestos en este documento, contemplo varias interacciones entre el equipo de investigación del proyecto y el Grupo de Construcción de Visión. En este sentido, el equipo MAPS planteó temas que consideraba relevantes para el sector, los que fueron sometidos a la revisión y discusión por parte del GCV, para luego ser ajustados y completados. Asimismo, el desarrollo de los paneles internacionales aportó insumos a la discusión y definición de temáticas.

Se detectaron dos grandes ámbitos de trabajo: 1) Cambios en los patrones de producción y consumo que consideró tres temas: Reducción de las pérdidas en la cadena de suministros de alimentos, Huella de carbono, Cambio en la dieta, y 2) Mejores prácticas de manejo del suelo considerando el secuestro de carbono del suelo. Este tema, si bien había sido considerado en algunas medidas de Fase 2, se decidió seguir investigándolo por su potencial de secuestro de carbono en el suelo, aspecto no indagado en la Fase 2. Estos dos ejes temáticos se indagaron y detectaron oportunidades y fortalezas, riesgos, desafíos y debilidades y finalmente líneas de acción sobre cómo abordar estos ámbitos para la mitigación.

Por otro lado, se detectaron dos temas de carácter transversal: 1) Planificación territorial y 2) Vínculo entre adaptación y mitigación. Estos temas se abordaron de manera general, sin la posibilidad de entrar en definiciones específicas, debido a que requieren de una mirada intersectorial coordinadas para su puesta en práctica.

Cabe señalar que el tema Planificación territorial comenzó con un carácter más específico, esto es, como manejo integrado de cuencas. Sin embargo, debido a que existen cuencas donde el problema principal es la disponibilidad de agua, y otras donde lo relevante es el uso del territorio, el enfoque para el manejo debe considerar estas singularidades, razón por la cual es más apropiado un enfoque de planificación territorial que permita abordar diversos desafíos.

Se incluyó el tema de adaptación debido a que al hablar de uso del suelo y considerar los sectores agropecuario y forestal, éste cobra relevancia dada la estrecha relación entre el clima y el desempeño de estos sectores. Sin embargo, en el contexto de mitigación de largo plazo, más que un tema en sí mismo, se requiere detectar las oportunidades de sinergia entre ambos enfoques. De este modo, esta temática se considera de carácter transversal y con enfoque intersectorial.

3. Medidas de mitigación diseñadas en Fase 2 vs temas de mitigación de largo plazo explorados en Fase 3

Durante la Fase 2 del proyecto se diseñaron y evaluaron 14 medidas de mitigación: 6 del sector forestal y 8 del sector agropecuario. Durante la Fase 3 se exploraron diversos temas para la mitigación en el largo plazo (ver tabla 2), algunos de los cuales habían sido investigados dentro de las medidas de Fase 2 (resaltados en negrita), mientras otros corresponden a nuevas ideas surgidas y profundizadas durante esta última etapa del proyecto.

Tabla 2. Medidas de mitigación Fase 2 y temas de largo plazo de Fase 3

Fase 2 - 14 medidas de mitigación sectoriales	Fase 3 – temas de mitigación de largo plazo en el sector uso de suelo (agropecuario+forestal)
<p>Agropecuario</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mejoramiento de la dieta de alimentación en bovinos 2. Uso de fertilizantes con inhibidores del ciclo del nitrógeno 3. Fomento a la agricultura orgánica 4. Cero labranza 5. Implementación de biodigestores 6. Mejoramiento genético vegetal 7. Incorporación de materia orgánica estabilizada 8. Utilización de ERNC en agricultura en riego 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios en los patrones de producción y consumo <ol style="list-style-type: none"> a. Reducción en las pérdidas de la cadena de suministro b. Huella de carbono c. Cambio en la dieta (disminución consumo carne) 2. Manejo del suelo: Mejores prácticas para el secuestro de carbono. Fortalecimiento del SIRSD-S <ol style="list-style-type: none"> a. Establecimiento de cubiertas vegetales y praderas b. Cero labranza c. Aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados d. Incorporación de rastrojos e. Biocarbón 3. Temas transversales <ol style="list-style-type: none"> a. Adaptación y mitigación
<p>Forestal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Captura de CO₂ mediante la recuperación del bosque nativo degradado 2. Instrumento de fomento a la forestación 3. Edificación en madera y captura en madera de productos cosechados 4. Aumento de la productividad de plantaciones forestales por adopción de tecnología 5. Uso energético de raleos 6. Sistemas silvopastorales 	

	b. Planificación territorial
--	------------------------------

Como se observa en la tabla, el tema de manejo de suelo y de la captura de carbono asociada fue investigado en varias de las medidas de Fase 2 (Fomento a la agricultura orgánica, Cero labranza, Incorporación de materia orgánica estabilizada y Sistemas silvopastorales). Del mismo modo este tema fue nuevamente levantado durante la Fase 3 porque se estimó que era necesario profundizar su estudio y darle mayor relevancia a la oportunidad de mitigar en el largo plazo mediante el potencial del suelo para capturar carbono. Este tema se puede sintetizar en el fortalecimiento del SIRSD-s, específicamente en dar mayor cabida a algunas prácticas de este programa que además de recuperar suelos degradados tengan la capacidad de fomentar la captura de carbono en el suelo.

Por otro lado, durante la Fase 3 se exploró el tema cambios en la dieta de las personas, referido fundamentalmente a la disminución del consumo de carne bovina. Este tema si bien no fue investigado durante la fase dos, sí tiene un vínculo a ésta mediante la medida Mejoramiento de la dieta de alimentación en bovinos, ya que el objetivo buscado es el mismo: disminuir las emisiones del sector ganadero, principal emisor del sector agropecuario (cerca al 80% de las emisiones).

Los demás temas explorados durante la Fase 3 no tienen su génesis durante la Fase 2 sino que son temáticas nuevas levantadas durante el proceso. Así por ejemplo está el biocarbón y la reducción de las pérdidas en la cadena de suministros. Del mismo modo, la huella de carbono es un tema que toma relevancia durante la última fase del proyecto.

Capítulo aparte requieren los temas transversales que surgen con fuerza durante la Fase 3 por ser considerados como estratégicos para este sector y abarcar al mismo tiempo otros sectores del proyecto MAPS.

4. Cambios en los patrones de producción y consumo

Es posible abordar la mitigación de emisiones del sector agropecuario cambiando los patrones de producción y consumo. Existen pérdidas en la cadena de suministros de alimentos que tienen un impacto directo en las emisiones de GEI. También es posible hacer más eficiente la cadena de producción, disminuyendo la huella de carbono y por último es posible considerar cambios en el consumo de ciertos alimentos que tienen mayor emisión de GEI en su cadena productiva por otros de menor emisiones, a través de cambios en la dieta humana. Estos tres temas, se abordan en las siguientes secciones, como posibilidades de disminuir emisiones en el sector.

4.1 Reducción de las pérdidas en la cadena de suministros de alimentos

Existen pérdidas en la cadena de suministro de alimentos, donde aproximadamente 30 – 40 % de toda la comida producida se pierde en la cadena de suministro desde la cosecha hasta el consumo (Godfray et al. 2010; FAO 2013 a). En los países en desarrollo hasta un 40 % se pierde en la elaboración o durante la distribución debido a procedimientos, tecnologías de conservación, distribución y almacenamiento deficiente. En países desarrollados, estas pérdidas son menores, pero existen pérdidas similares en el sector de servicios y a nivel de consumidor.

Existe un rango de opciones para reducir las pérdidas y desechos: inversión dentro de la cosecha para mayor aprovechamiento, tecnologías de procesamiento y almacenamiento en países en desarrollo, sensibilización, impuestos y otros incentivos para reducir pérdidas asociadas al consumidor y a los minoristas en países desarrollados. Se pueden evitar importantes emisiones de gases de efecto invernadero por ahorrar un cuarto de alimentos desechados según Gustavsson et al. (2011).

De acuerdo a FAO (2013 a), la huella de carbono de desperdicio de alimentos se estima en 3,3 Gt de CO₂e, convirtiéndola en la tercera mayor fuente de emisiones después de países como China y Estados Unidos.

Es importante considerar que no todas las pérdidas son evitables, en un estudio realizado en Reino Unido se encontró que 18 % de las pérdidas son inevitables, 18 % son potencialmente evitables y 64 % son evitables (Parfitt et al. 2010). La información sin embargo, se encuentra a nivel de estudios y demuestra el gran potencial de disminución de emisiones que podría lograrse.

El estudio de FAO (2013 a) separa el análisis por regiones en el mundo, en la Figura 1 se puede ver que en la Región 7 - que corresponde a Latinoamérica- la cadena asociada a los desechos de los productos de la carne son los que tienen la mayor emisión (44 % del total de Latinoamérica).

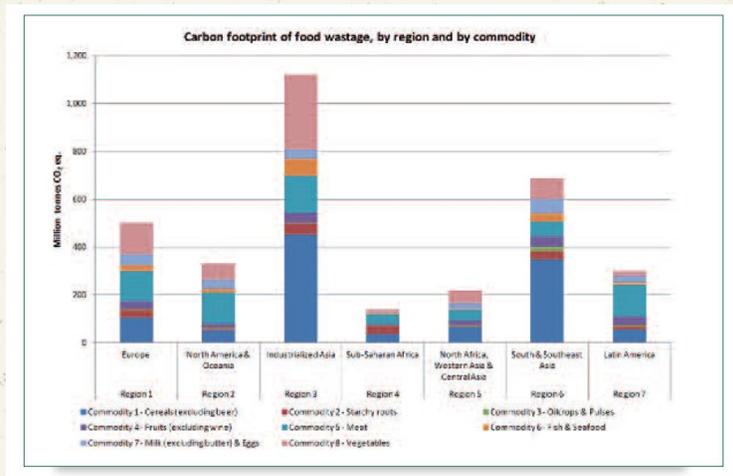


Figura 1. Huella de carbono de los desperdicios de alimentos, por región y producto

4.1.1 Oportunidades y fortalezas

La reducción de pérdidas en la cadena de suministro tendría efectos positivos en la conservación de recursos naturales, disminuyendo requerimientos de uso de agua y suelo y de este modo en la mantención de la superficie agrícola (regulando la expansión).

Al reducir las pérdidas de alimentos y desechos, puede aumentar la disponibilidad y acceso de alimentos, mejorando la seguridad alimentaria.

4.1.2 Riesgos, desafíos y debilidades

Existe un riesgo potencial de disminución de ganancias en las empresas asociadas al suministro de alimentos, debido a la menor demanda de alimentos.

4.1.3 Líneas de acción

Un estudio del World Resources Institute –WRI, muestra los posibles enfoques para abordar las pérdidas en las distintas etapas de la cadena de suministro: producción, manejo y almacenamiento, procesamiento y empaque, distribución y mercado, consumo (Tabla 3).

Tabla 3. Posibles enfoques para reducir las pérdidas en la cadena de suministro de alimentos

	Producción →	Manejo y almacenamiento →	Procesamiento y Embalaje →	Distribución y mercado →	Consumo
Lineas de acción	Facilitar la donación de cultivos invendibles	Mejorar el acceso a tecnologías de manejo y almacenamiento (ej: bolsas de almacenamiento, silos metálicos, cajas de embalaje)	Reingeniería de los procesos de manufactura	Facilitar el aumento de la donación de los bienes que no son vendidos	Facilitar el aumento de la donación de los bienes que no son vendidos desde los restaurantes y servicios de catering
	Mejorar la disponibilidad de servicios de extensión agrícola	Mejorar el manejo microbiano y del etileno de los alimentos en el almacenamiento	Mejorar la gestión de la cadena de suministros.	Cambio de prácticas de etiquetado de fechas de alimentos	Dirigir campañas de educación del consumidor
	Mejorar los accesos a mercados	Introducir refrigeración baja en carbono	Mejorar el embalaje para mantener fresca la comida por más tiempo	Cambio en las promociones en tiendas	Reducir tamaño de las porciones
	Mejorar las técnicas de cosecha	Mejorar la infraestructura (ej. Caminos)		Proveer una guía sobre la preparación y almacenamiento de los alimentos para el consumidor Mejorar los sistemas de inventario	Garantizar la economía doméstica que se enseñe en las escuelas, colegios y comunidades

Fuente: Lipinski et al., 2013.

4.2 Huella de carbono

Los productores han avanzado en la determinación de su huella de carbono y el paso siguiente a este proceso es ir evaluando el comportamiento de esta huella, en términos de ser cada vez más eficientes en la producción de alimentos respecto a la emisión de GEI.

Por el lado del consumidor, se requiere que esté informado, que prefiera un producto con menor huella de carbono: existen experiencias con la certificación de productos, donde el consumidor prefiere un producto certificado que muestra cumplimiento de ciertos indicadores.

En Chile entre los años 2009 y 2010, INIA ejecutó el estudio “Huella de carbono en productos de exportación agropecuarios de Chile” financiado por FIA, y midió la huella de carbono de los productos agropecuarios exportados a Estados Unidos y Europa.

En este estudio se aplicó el enfoque “de la cuna a próximo negocio”, para definir la extensión del ciclo de vida de los productos debido a que la distribución de los productos en los países de destino conforman claramente un negocio independiente de estos; teniendo un ciclo de vida conformado por las siguientes fases:

- Cambio de uso del suelo (si ocurrió a contar del 01 de Enero de 1990),
- Animales, que contabiliza las emisiones por fermentación entérica y por gestión de los residuos biológicos animales (purines, estiércol, excretas),

- Producción en campo (considerando el sistema productivo en plena producción),
- Unidades de post-cosecha (packing, planta de secado, bodega de vinificación y embotelladora, mataderos, frigoríficos, procesadoras de productos animales),
- Transporte terrestre entre campo y unidades de post-cosecha, entre unidades de post-cosecha, entre unidades de post-cosecha y puerto de embarque (marítimo o aéreo), y
- Transporte marítimo o aéreo entre puertos.

Los productos evaluados fueron: arándanos, ciruelas, frambuesas, queso, maíz semilla, manzanas, ovinos, paltas, uva y vino.

Entre las principales conclusiones de este estudio se destaca que en el caso de los productos dominados por emisiones animales (carne ovina y queso gouda), si bien existe una variabilidad entre productores, la estructura de la huella de carbono de los dos productos animales es relativamente similar, con el factor común de que los animales son los que hacen el aporte mayoritario, con emisiones de gases de efecto invernadero que provienen principalmente de las emisiones de gases invernadero de los propios animales (fermentación entérica) y de la gestión de sus residuos biológicos.

Para los productos vegetales maíz y paltas, el resultado común es que la fase de producción es la que más contribuye a la huella de carbono, donde las emisiones de N_2O son las más importantes.

Para las frutas tales como ciruelas, manzanas, uva fresca y berries y para el producto vino tinto el factor común de mayor huella de carbono se produce en la fase de post-cosecha específicamente en el packing y la refrigeración.

Teniendo en cuenta estos aspectos, es posible considerar la disminución de la huella de carbono en los puntos del ciclo de vida.

Es importante considerar que a nivel internacional existen estudios que comparan ciclos de vida entre alimentos y que muestran que los alimentos vegetales tienen menores emisiones que los productos animales. No obstante existen excepciones a considerar, por ejemplo, vegetales que crecen en invernaderos con mucho control de variables ambientales y por ende alto consumo de energía, o los que son transportados en avión, cuestión que aumenta su huella de carbono.

Al evaluar los productos animales por sí solos, hay que considerar que existe gran variabilidad: En el caso de la carne de vacuno se verifican emisiones más altas por unidad de proteína que la carne de cerdo, pollo, huevos y productos lácteos (de Vries y de Boer, 2010), debido a su alimentación e intensidades de uso del suelo. También se debe tener en cuenta que existen variaciones en las emisiones según región, calidad de la dieta animal e intensidad de producción (Herrero et al. 2013). Europa y Norteamérica tienen intensidades de emisión por kilo de proteína más bajas que África, Asia y Latinoamérica, y esto hace que en estas últimas regiones exista un mayor potencial para el mejoramiento de intensidades de emisión que en países desarrollados.

4.2.1 Oportunidades y fortalezas

En el país ya existe un importante avance en la determinación de la huella de carbono del sector productivo Uso de suelo y también en acuerdos de producción limpia (Anexo 1).

4.2.2 Riesgos, desafíos y debilidades

Si bien existe un importante avance al haber determinado la huella de carbono, el principal desafío está en avanzar en la disminución de la huella de carbono, siendo más eficientes en la cadena de producción.

Se debe tener en cuenta que el certificar la huella de carbono de los productos agropecuarios puede traer consecuencias negativas como lo son las barreras para-arancelarias, es decir barreras a la exportación de nuestros productos en desmedro de otros de menor huella de carbono.

Por otra parte, Chile es un país exportador que se encuentra a una distancia importante de los mercados de destino, situación que hace que los productos tengan una importante emisión producto del transporte. No obstante, hay oportunidad de concentrarse en mejorar la huella de carbono en la cadena productiva, previo al transporte internacional.

4.2.3 Líneas de acción

Promover una disminución de la huella de carbono en el sector agropecuario, concentrándose en las actividades que generan mayores emisiones, basándose en el estudio de huella de carbono elaborado en el país. Este estudio propone que un programa de mitigación debe tender a:

- Aumentar la productividad animal, primero por cambios en el manejo animal y en la gestión de las praderas, seguido por cambios en la dieta animal, para terminar con la vía genética. Las dos primeras variables pueden cubrirse con la formulación de códigos de buenas prácticas agrícolas.
- Incorporar programas de aumento de eficiencia energética, para la fase industrial donde el consumo energético es alto en los productos de origen animal.
- Reducir las emisiones directas producidas por los insumos.
- Reducir emisiones en el consumo energético que se producen en la producción de campo.
- Reducir emisiones involucradas mediante la elección de suministros con baja huella de carbono.

También es importante continuar avanzando en la formulación y aplicación de buenas prácticas agrícolas.

Considerar incentivos para la reducción de la huella de carbono, un camino posible es a través de la certificación de la huella de carbono, con monitoreo que dé cuenta de su reducción a través del tiempo, para que el consumidor prefiera productos de menor huella de carbono.

4.3 Cambio en la dieta

El cambio en la dieta de las personas para disminuir emisiones consiste en el reemplazo de alimentos que generan mayores emisiones de GEI por otros alimentos que generan menores emisiones. En particular, Carlsson-Kanyama y González (2009) señalan que dado que un gran porcentaje de carne vacuno es consumida en hamburguesas o embutidos, la inclusión de extensores de proteínas de origen vegetal sería una forma práctica de reemplazar las carnes rojas.

También es posible considerar un cambio a carnes que generen menos emisiones de GEI, como cerdo y aves. No obstante, estas son más dependientes del grano y los productos de soja, por lo tanto pueden tener impactos negativos en las emisiones de GEI (Barclay, 2011). Carnes y lácteos que provienen de animales alimentados con pastos podrían ser más ecológicos que las opciones de animales alimentados en fábrica y/o con granos. Que el etiquetado de productos indique el tipo de alimentación usada en los animales, podría permitir a los consumidores tomar decisiones más informadas (FOE, 2010).

Diversos estudios proponen cambios en el consumo, por ejemplo el Proyecto Live Well for Life (Proyecto de WWF Suecia, Francia y España). Son proyectos y estudios que cuantifican las reducciones de emisiones ante cambios de dieta:

- Growing greenhouse gas emissions due to meat production (UNEP, 2012)
- Food consumption choices and climate change (Amstrom, 2013) <http://livewellforlife.eu/>

A nivel mundial el suministro de carne varía enormemente de una región a otra, existiendo grandes diferencias entre regiones (Figura 2). En Estados Unidos, el consumo es el más alto alcanzando los 322 gramos/persona/día, equivalente a 120 kg/persona/año. En Europa, el consumo es de 76 kg/persona/año muy similar a la situación de algunos países de América del Sur como Argentina y Brasil.

En Chile, de acuerdo a los registros de ODEPA, el consumo aparente de carne ha aumentado desde 70,5 kg/habitante/año en el año 2001 a 84,7 kg/habitante/año en el año 2011. No obstante, el consumo carne bovina ha fluctuado en el mismo período entre 22,1 kg/persona/año y 21,7 kg/persona/año, con una tasa promedio de variación de -0,18 %. El incremento en el consumo total de carne en Chile se explica principalmente por las carnes de ave y cerdo.

Aun se requiere mayor investigación de las implicancias que podría tener en la salud humana la reducción de carne en la dieta. Por otra parte, reducir la producción de carne aliviaría las presiones en el medio ambiente por menor presión de cambio de uso del suelo para uso ganadero y también sobre las emisiones de gases, CO₂, CH₄ y N₂O. No obstante, el cambio en los hábitos alimenticios de la población mundial será difícil y lento de alcanzar, y se requerirán grandes campañas, junto con incentivos a los productores de carne y a los consumidores para cambiar sus patrones de producción y de dieta, respectivamente (UNEP, 2012).

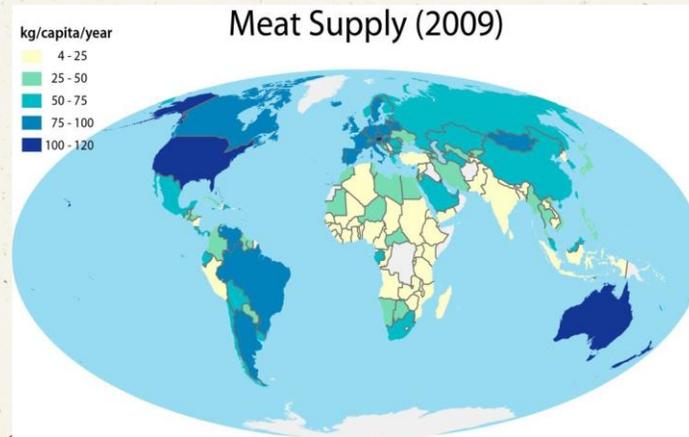


Figura 2. Consumo de carne de vacuno en el mundo (FAO, 2012)

4.3.1 Oportunidades y Fortalezas

Existe un segmento de la sociedad que está buscando formas de vida más saludables y busca naturalmente limitar el consumo de carne.

Entre los impactos ambientales positivos ante la disminución de emisiones asociadas a menor producción de animales, se encuentran posibilidades de menor cambio de uso del suelo de tierras que se habilitan desde otros usos para ganadería.

4.3.2 Riesgos, desafíos y debilidades

Chile es un país que tiene un bajo consumo de carne bovina en comparación a otros países en el mundo, por lo tanto, el efecto en las emisiones no será de un nivel importante.

Por otra parte, en Chile, la carne desde el punto de vista del consumidor es un alimento de primera necesidad y en algunos casos, existen segmentos de la sociedad que recién pueden incorporar la carne en mayor proporción a su dieta.

El cambio en la dieta es un proceso lento y difícil en la sociedad, solo es un segmento de ésta el que busca opciones de vida más saludable. La gran mayoría de la sociedad chilena está elevando sus niveles de consumo sin buscar aun soluciones más sustentables en sus proyectos de vida.

En general los riesgos asociados a este tema se vinculan directamente a la existencia de barreras culturales y sociales respecto a la adopción de dietas distintas.

Por otra parte, un cambio en la dieta de las personas no implica necesariamente cambios en el sector productivo, puesto que Chile es un país exportador de este rubro.

4.3.3 Líneas de acción

Entre las líneas de acción que han sido propuestas en las últimas reuniones del GCV y del GTT que se relacionan con este tema están:

- Impuesto a la carne para motivar a los cambios en la dieta³.
- Desarrollar educación en temas de alimentación para favorecer cambios en los patrones de consumo.
- Elaborar carne sintética. Cabe considerar que actualmente en Chile no existe investigación en esta línea y que por lo tanto cualquier iniciativa deberá contemplar adopción de tecnología extranjera y su adaptación.

³ Esta medida suscitó reparos en el GCV (desayuno 27 octubre) dado que un aumento del precio del producto podría afectar de manera importante el mercado interno y externo de la carne nacional.

5. Mejores prácticas de manejo del suelo considerando el secuestro de carbono del suelo

El suelo almacena una importante cantidad de carbono en la forma de carbono orgánico del suelo (COS). La mayoría de los suelos cultivados tienen una menor cantidad de COS que suelos de ecosistemas naturales, la pérdida más rápida ocurre en los primeros 20 a 50 años de conversión de suelos naturales a suelos agrícolas en regiones templadas y de 5 a 10 años en regiones tropicales (Lal, 2001). En general, los suelos cultivados normalmente contienen 50 a 75 % del porcentaje original del pool de COS. El agotamiento del pool de carbono orgánico del suelo es causado por la oxidación o mineralización, lixiviación y erosión.

Es posible mantener y aumentar el carbono del suelo a través de mejores prácticas de manejo de éste, tanto en tierras de cultivo como en tierras de pastoreo. El potencial "sumidero" de los suelos es alto, el problema es que este carbono capturado puede volver a la atmósfera si las prácticas que permitieron su captura son descontinuadas.

Entre los ejemplos de prácticas de manejo que se puede encontrar en la literatura (Dickie et al. 2014) para tierras de cultivo están: métodos que reduzcan la frecuencia con la cual los suelos son arados; proteger el carbono del suelo a través de prácticas que controlen la erosión, como terrazas o cubriendo suelos desnudos con cultivos; a través de la retención de los residuos de los cultivos en el terreno; el aumento del uso de plantas perennes, en lugar de plantas anuales ya que tienen sistemas radiculares más desarrollados; la aplicación de carbono (biochar); y evitar la quema de residuos, entre otras actividades.

En el caso de tierras de pastoreo es posible proteger y aumentar el carbono del suelo a través de medidas que promuevan la productividad de los pastos, destacando: mejorar –mediante la gestión de la carga animal- tiempo y rotación del ganado; introducción de especies de pastos o leguminosas con productividades más altas; aplicación de biocarbón, compost, fertilizante o irrigación que aumente la productividad.

Chile posee un programa de fomento al manejo sustentable de los suelos, denominado Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRDS- S) que está vigente entre el período 2010-2022. Este programa se enfoca en mejorar la condición de los agro-ecosistemas afectados por la erosión y degradación de los suelos en las áreas de mayor fragilidad ambiental, económica y social y tiene dos objetivos básicos: a) recuperar el potencial productivo de los suelos para mejorar la competitividad del sector y b) mejorar la sustentabilidad de este recurso asegurando su productividad y conservación para las futuras generaciones.

En vinculación con este programa de fomento y el potencial de mitigación por secuestro de carbono de los suelos, existe un proyecto de investigación en desarrollo denominado "Una Nama Agrícola para Chile, para la mitigación de las emisiones de Gases Efecto Invernadero, a través del manejo sustentable de los suelos", proyecto que es ejecutado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), cuyo mandante es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Este proyecto está orientado específicamente a determinar los impactos de las principales prácticas de conservación de suelos del SIRSD-S sobre los servicios ecológicos de los sistemas

agrícolas en orden a determinar su contribución a la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero, en particular al secuestro de carbono de los suelos. Las prácticas del SIRSD-S que son objeto de estudio son establecimiento de cubiertas vegetales y praderas, cero labranza, aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados e incorporación de rastrojos.

En la Fase 2 de MAPS se consideró una medida de aplicación de materia orgánica para el secuestro de carbono en el suelo y que coincide con la práctica 3 que se está evaluando en el proyecto INNOVA, no obstante, los valores de carbono están basados en información bibliográfica y no en factores de emisión país específicos.

Por otra parte, en el caso de aplicación de biocarbón en Chile se han hecho pruebas a escala de proyecto para probar la factibilidad del biocarbón. La Universidad de Tarapacá ejecutó un proyecto con financiamiento FIA denominado "Desarrollo conjunto de un método de mejoramiento de las propiedades físico químicas del suelo y una estrategia sustentable de secuestro de CO₂ atmosférico por medio del concepto de Terra Preta - Biochar", código PYT-2009-0072. El objetivo de este proyecto fue desarrollar y rentabilizar el manejo de rastrojos agrícolas transformados en biocarbón para su incorporación en el suelo, como estrategia conjunta de mejoramiento de las propiedades físico-químicas del sustrato y secuestro de carbono. Se realizaron las pruebas en la Región de Arica y Parinacota.

Por otra parte, el proyecto FONDEF "Bases tecnológicas para la creación de la industria de ecofertilizantes mediante el uso de biocarbón producido a partir de residuos biomásicos" fue realizado por la Universidad de la Frontera. En este proyecto se plantea el uso del biocarbón para ser utilizado en forma directa como enmienda al suelo y como materia prima para el desarrollo de un ecofertilizante compuesto nitrogenado de liberación controlada. Además la producción de biocarbón se perfila como una solución parcial a la disminución de gases efecto invernadero (dióxido de carbono y metano) dada su estabilidad en el suelo. De esta manera, se evitaría las emisiones excesivas de dióxido de carbono (CO₂) por combustión en las quemas agrícolas y forestales así como la emisión de metano (CH₄) por descomposición anaerobia de los residuos.

En este contexto se considera como posibles medidas de mitigación de largo plazo lo siguiente:

- Establecimiento de cubiertas vegetales y praderas,
- Cero labranza,
- Aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados e incorporación de rastrojos
- Aplicación de biocarbón

En la literatura internacional se hace referencia a la necesidad de tener en cuenta los requerimientos básicos para el secuestro de carbono orgánico del suelo, que necesita ser resuelto por tipo de suelo, rotación de cultivo y método de labranza. En general es necesario avanzar en la determinación de secuestro de carbono del suelo considerando los factores suelo-específicos, demandas específicas (rendimientos de cultivos y tasas de secuestro de carbono deseadas), tasas de nitrógeno que sean requeridas para minimizar las pérdidas, reducir la contaminación ambiental

por lixiviación de nitratos y emisiones de N_2O y maximizar la eficiencia energética. Se requiere además el desarrollo de técnicas innovativas para el suministro de agua y nutrientes directamente a las raíces de la planta en formulación y cantidad adecuadas y en los momentos oportunos para alcanzar una máxima eficiencia.

Existen distintos estudios que demuestran que la aplicación de estiércol y de otras enmiendas orgánicas es una importante estrategia de secuestro de carbono orgánico del suelo. Lal (2010) realiza una recopilación de estudios realizados en Europa que muestran que la tasa de secuestro del COS es mayor con la aplicación de manure orgánico que con fertilizantes químicos. En Dinamarca un estudio mostró un aumento del 10 % del COS con manure orgánico por sobre fertilizantes químicos en un período mayor a 100 años en los primeros 30 cm del suelo (Christensen, 1996); en Alemania un 22 % en un período mayor 90 años (Korschens and Muller, 1996), 100 % sobre 144 años en Rothamsted, Reino Unido (Jenkinson, 1990) y 44 % en un plazo mayor a 21 años (Witter et al. 1993).

Existe una preocupación justificada de un segmento de la comunidad científica en dar un énfasis excesivo a los beneficios de la captura de carbono del suelo que puede restar valor a otras medidas en el sector agrícola. No obstante, se reconoce que el mantenimiento de la materia orgánica del suelo es de vital importancia para los agricultores, independiente de la posibilidad de medir el secuestro de carbono en el suelo.

West y Post (2002) evaluaron el secuestro de carbono en cultivos considerando la conversión de labranza a no labranza, reportando una tasa de secuestro de carbono promedio de 570 ± 140 kg C/ha/año, el cual puede conducir a un nuevo pool de equilibrio en 40 a 60 años. Los autores señalan que cuando se evalúa el potencial de secuestro de carbono en suelos agrícolas, es particularmente importante considerar la rotación de cultivo que se está usando, además de las operaciones de labranza y los insumos para la producción. Por otra parte, Lal (2004 a, b) estimó un secuestro potencial de COS de $0,4 - 1,2$ PgC/año o $5 - 15$ % de emisiones de combustibles fósiles globales.

Hay bastante discusión sobre los impactos reales del secuestro de carbono en el suelo y esto se debe a la diversidad de resultados obtenidos en diferentes estudios sobre las tasas de secuestro de carbono bajo diferentes prácticas de manejo del suelo, lo que se relaciona con distintos tipos de suelo, topografía, material de biomasa, clima y las prácticas de manejo que se realicen. Uno de los puntos de mayor discusión es en los beneficios asociados a las prácticas de labranza, donde existen efectos en el aumento de reservas de carbono en los primeros 10 cm del suelo, pero la discusión se centra en si este efecto se mantiene en profundidades del suelo mayores a 10 cm (Palm et al., 2013).

5.1 Oportunidades y fortalezas

Existen oportunidades para las prácticas del SIRSD-S que ya están siendo realizadas en los suelos del país y en las que ahora se está avanzando para determinar el impacto en captura de CO₂ del suelo, y que son: establecimiento de cubiertas vegetales y praderas, cero labranza, y aplicación de materia orgánica compostada y guanos estabilizados e incorporación de rastrojos.

Tiene efectos positivos en la seguridad alimentaria, ya que al aumentar la materia orgánica del suelo se mejora la fertilidad, se reduce la erosión, se aumenta la retención de humedad y puede conducir a aumentos de rendimientos.

Al aumentar los niveles de materia orgánica del suelo, las propiedades de retención de humedad de suelos con mayor contenido de carbono podrían ayudar a que suelos agrícolas permanezcan productivos cuando el clima se vuelva más seco.

En el caso particular del biochar, ya ha sido probado a nivel experimental en dos zonas muy distintas del país, en la zona norte con condiciones de aridez del clima y con bajo contenido de materia orgánica, donde se ve como una oportunidad de mejorar la fertilidad del suelo, y aumentar el COS.

5.2 Riesgos, desafíos y debilidades

Uno de los riesgos y desafíos de las prácticas de manejo del suelo están en lograr el compromiso de los agricultores, para que mantengan el estilo conservacionista de manejo de suelos por un tiempo mínimo (p.ej., 50 años), que asegure la mantención y o mejoramiento de carbono en el suelo. No obstante, al estar estas prácticas de manejo enmarcadas en un programa con beneficios del Estado, que se beneficia directamente el contar con el mejoramiento de la calidad del suelo, se ve minimizado este riesgo.

Podría existir posible competencia con otros usos por biomasa, ya que fuentes de biomasa que se usen para aumentar la materia orgánica del suelo (ej., residuos de los cultivos, estiércol) a menudo se destinan a otros usos como uso combustible a nivel doméstico y forraje.

Incertidumbres y cambios que sean medibles, reportables y verificables (MRV) ya que no existen medios costo-efectivos para medir con precisión los stocks de carbono del suelo y el cambio en el tiempo.

Es una medida reversible: ya que incluso cuando el carbono ha sido secuestrado en el suelo, no hay garantías de que permanezca en este en el tiempo, por lo que se requiere monitoreo permanente.

En el caso del biochar, la obtención de este insumo, requiere de un proceso donde es necesario contar con la biomasa que se transforma por pirólisis a biochar, y hay riesgos asociados a competir por la biomasa que se puede destinar a otros usos como biocombustibles.

El SIRSD-S tiene su origen en la Ley 20.412 por lo que cualquier renovación y/o modificación más allá del 2022 está sujeto a la revisión de esta Ley.

5.3 Líneas de acción

Conociendo las capacidad de captura de carbono de las prácticas de manejo propuestas, es posible orientar a través del programa SIRSD-S y análisis de los instrumentos de fomento, exigencias o bonificaciones con miras a incentivar estas prácticas de manejo sustentable que tienen un beneficio ambiental adicional que es la captura de CO₂ (esperando conocer los valores de captura de carbono que se tendrán con el proyecto que desarrolla INIA) y por ende la contribución a la mitigación al cambio climático.

6. Temas transversales

6.1 Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

Existe interacción entre adaptación y mitigación siendo importante tener en cuenta los siguientes temas: el impacto del cambio climático en el potencial de mitigación de una actividad particular; sinergias/compensaciones potenciales dentro del sector uso de la tierra entre los objetivos de mitigación y adaptación; y compensaciones potenciales que cruzan sectores entre mitigación y adaptación (Smith et al. 2014).

Cuando se persiguen metas de adaptación y mitigación en forma separada en los sistemas silvoagropecuarios, estas metas se pueden compensar entre sí, sin complementarse en sus beneficios y estas compensaciones pueden ocurrir sobre escalas espaciales y temporales diferentes (Harvey et al. 2014). Un ejemplo de esto es el que dan los autores Kandji et al. (2006), quienes señalan que los esfuerzos por promover la productividad agrícola de predios individuales a través del aumento del uso de agroquímicos podría mantener los rendimientos para enfrentar al cambio climático (mecanismo de adaptación), pero esto podría resultar en mayores emisiones de GEI, afectando la mitigación.

En el sector Uso de suelo, es necesario considerar la mitigación y adaptación, debido a la fuerte dependencia que existe entre el desarrollo vegetacional y las variables climáticas. Con los cambios futuros, las especies que hoy son aptas para un sitio, podrían no serlo en el futuro y las medidas de mitigación propuestas deben considerar estos escenarios, incorporando de esta forma la adaptación. Para tener una mirada a largo plazo es necesario integrar la adaptación y mitigación, considerando alcanzar logros en ambos temas. Esto requiere planificación, que se consideren las proyecciones futuras de cambio climático y los efectos que tendrán en el sector Uso de suelo.

Una agricultura más productiva y resistente requerirá una mejor gestión de los recursos naturales, como la tierra, el agua, el suelo y los recursos genéticos, a través de prácticas como la agricultura de conservación, el control integrado de plagas, la agroforestería y las dietas sostenibles.

Gran parte de las medidas que se consideran para la adaptación del sector agropecuario tienen impactos positivos en la mitigación, las prácticas de manejo del suelo que reducen el uso de fertilizantes y aumentan la diversificación de los cultivos; el mejoramiento del control de incendios y evitar la quema de residuos de los cultivos; la agroforestería y el silvopastoreo son ejemplos de sinergia entre adaptación y mitigación.

Harvey et al. 2014 dan cuenta de ejemplos de prácticas y acciones en el sector silvoagropecuario que pueden proveer beneficios tanto de mitigación como de adaptación, a escala de parcela, predio o paisaje (Tabla 4).

Tabla 4. Ejemplos de prácticas y acciones del sector silvoagropecuario que pueden proveer beneficios en mitigación y adaptación a escala de predio y de paisaje.

Predio	Paisaje
<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de cultivos y de sistemas de ganadería Prácticas de conservación del suelo Manejo de residuos Manejo integrado de nutrientes Prácticas de rotación animal apropiadas Agricultura de conservación Sistemas de silvopastoreo 	<ul style="list-style-type: none"> Planificación del uso de la tierra a escala paisaje para objetivos múltiples Mantenimiento de diversidad de paisajes: mosaico de tierras agropecuarias, forestales y hábitat naturales Conservación y restauración de áreas riparianas Conservación y restauración de hábitat forestales remanentes en paisajes circundantes, incluyendo áreas protegidas formales e informales Establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastorales Intensificación sustentable de la producción agrícola y pecuaria en algunas áreas, para reducir la presión áreas frágiles Restauración de tierras frágiles o degradadas Conservación y restauración de humedales y turberas Expansión reducida de cultivos dentro de hábitat naturales remanentes

Fuente: Adaptad de Harvey et al. 2014.

Las figuras 3 y 4 muestran ejemplos de prácticas que promueven la sinergia o en su defecto que causan anti-sinergias entre los objetivos de adaptación y de mitigación (Fuente: Harvey et al., 2014).

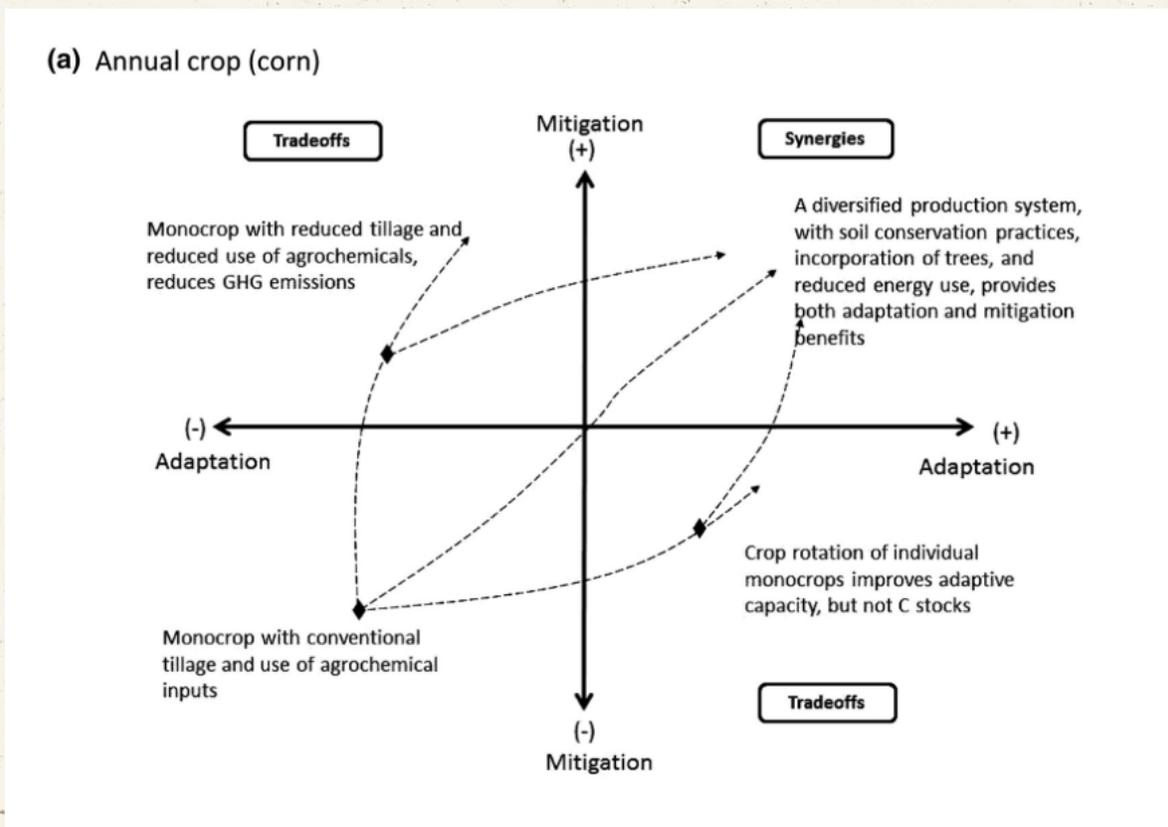


Figura 3. Esquema que describe sinergia y trade-off entre prácticas de adaptación y mitigación en un cultivo anual.

(C) Livestock system (cattle)

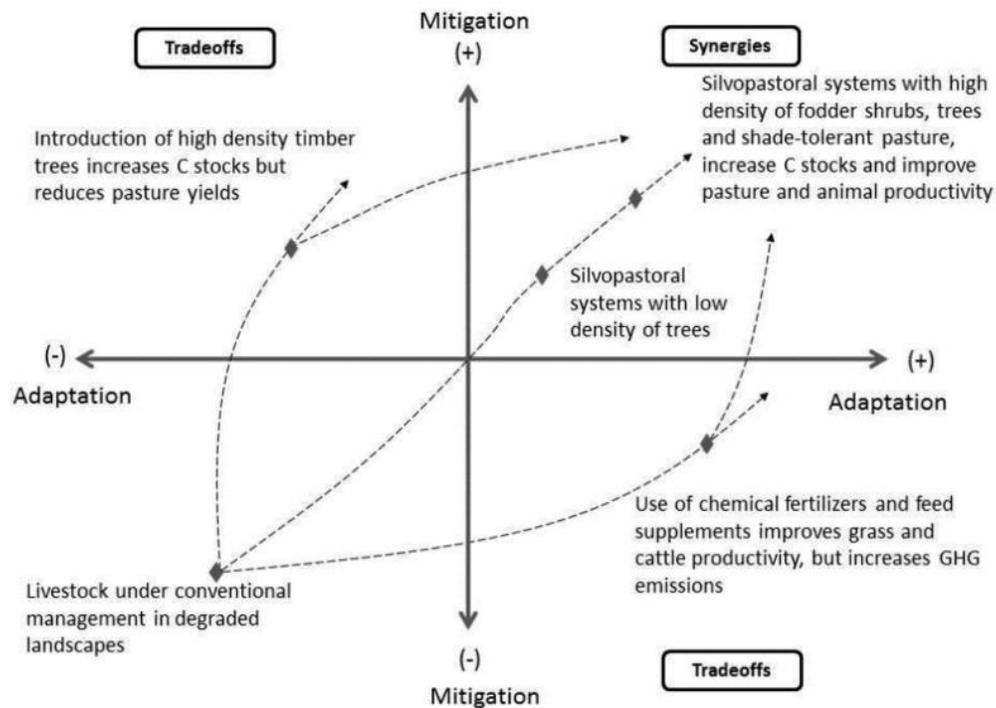


Figura 4. Esquema que describe sinergia y trade-off entre prácticas de adaptación y mitigación en la gestión del ganado.

Una consideración importante a tener en cuenta es que el potencial de mitigación en el sector agrícola es dependiente del sitio incluso dentro de la misma región o sistema de cultivo (Baker et al., 2007; Chatterjee y Lal, 2009), esto también se cumple para el sector forestal, donde el crecimiento de los bosques es dependiente del sitio. Por otra parte, la disponibilidad de tierra y agua para diferentes usos necesita ser balanceada, considerando prioridades en el corto y largo plazo y diferencias globales en el uso de los recursos. En consecuencia, los recursos limitados o escasos como el agua, pueden convertirse en una barrera ecológica y la decisión de cómo hacer uso de estos necesita ser equilibrada entre las necesidades de la sociedad y la integridad ecológica (Jackson et al. 2009).

Además, las potenciales anti-sinergias que puedan existir entre mitigación y adaptación, pueden ser minimizadas y a veces evitadas, mediante la planificación integrada a nivel de paisaje con una aproximación que considere los objetivos de mitigación y adaptación junto con otras dimensiones, tales como seguridad alimentaria, conservación de la biodiversidad, y el alivio de la pobreza (Biesbroek et al., 2009; Sayer et al., 2013; Scherr et al. 2013). Para avanzar en la integración de objetivos de adaptación y mitigación, se debe considerar una planificación a largo plazo.

6.2 Planificación territorial

La planificación a escala de paisaje del territorio es una oportunidad para establecer esfuerzos de sinergias entre adaptación y mitigación (Scherr et al. 2012). Estas sinergias a escala paisaje pueden lograrse mediante una planificación de la estructura y composición del paisaje (Biesbroek et al. 2009). A modo de ejemplo es posible considerar la diversificación del paisaje agrícola considerando el uso de diferentes cultivos, rotaciones de cultivos, barbechos, agroforestería, y mosaicos de coberturas de árboles y tierras de cultivo; esto es fundamental para perseguir la adaptación dado que se reducen los riesgos relacionados al impacto del clima sobre sistemas agrícolas particulares, se mejora la provisión de servicios ecosistémicos y potencialmente se puede aumentar los sumideros de carbono si se incluye la conservación o establecimientos de sistemas con alta producción de biomasa (Kremen y Miles, 2012; FAO, 2013b).

Intervenciones a escala paisaje, tales como la conservación y manejo de cobertura de árboles (arboledas, bosques en franjas riparianas, fragmentos de bosques) tanto dentro del predio como en el paisaje que lo rodea, mejora la conectividad del paisaje, conserva la biodiversidad, mantiene stocks críticos de carbono y asegura la provisión de servicios ecosistémicos como la polinización, el control de plagas y la regulación hídrica (Tscharnkte et al. 2005; Schroth y McNeely, 2011; Sayer et al. 2013).

Una planificación territorial para enfrentar el cambio climático, requiere establecer objetivos comunes y estos objetivos no serán los mismos en todos los territorios. A nivel local, las condiciones específicas del suelo, la disponibilidad del agua, el potencial de reducción de emisiones así como la variabilidad natural y la resiliencia de los sistemas específicos, determinará el nivel de realización del potencial de mitigación de las distintas medidas de mitigación del sector AFOLU, y esto puede ser un insumo a considerar en la planificación territorial.

Cabe destacar que uno de los grandes desafíos de la planificación a escala paisaje es la necesidad de coordinación entre múltiples actores (sectores, instituciones, ministerios, etc.) tal que permita establecer una agenda común de desarrollo para el manejo y uso de la tierra. Esta coordinación puede ser una barrera por la dificultad de lograr acuerdos de intereses comunes por sobre los intereses individuales.

En el caso particular de Chile, existen zonas dedicadas al desarrollo de cultivos que serán más afectadas por los cambios futuros de clima, con menores precipitaciones y un aumento de temperatura, donde el principal problema es y será la escasez de recursos hídricos. En estas áreas, es probable que se requiere avanzar más en temas de adaptación que permitan enfrentar los efectos del cambio climático, y debido a que los recursos hídricos son primordiales para el desarrollo humano, podrán existir conflictos ante la necesidad de agua para el consumo humano, cobrando una mayor relevancia la planificación territorial de los usos del suelo.

En otras áreas del país es posible orientar objetivos múltiples que consideren la adaptación y mitigación al cambio climático, con bosques que capturan CO₂ y usos agropecuarios, pero se requerirá siempre una mirada territorial para lograr una distribución eficiente de estos usos de la tierra y no entrar en conflictos. A modo de ejemplo, tener bosques en las cabeceras de cuencas que cumplan un rol mitigador de cambio climático al contribuir con las capturas de CO₂ y que a su

vez contribuyan a la regulación del ciclo hídrico, y en la parte media de la cuenca tener una adecuada distribución de usos agropecuarios y sin olvidar las poblaciones humanas que hacen uso de los recursos naturales.

7. Referencias

- Aström, S., Roth, S., Wranne, J., Jelse, K., Lindblad, M. 2013. Food consumption choices and climate change. 49 p.
- Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venerea, R.T. y T.J. Griffis. 2007. Tillage and soil carbon sequestration-what do we really know? *Agr. Ecosyst. Environ.*, 118; 1-5.
- Barclay, J. M.G. 2011. Meat, a damaging extravagance: a response to Grumett and Gorringe. *The Expository Times*. 123(2) 70-73. doi: 10.1177/0014524611418580.
- Biesbroek, G.R., Swart, R.J. y W. G.M.van der Knaap. 2009. The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning. *Habitat Int.*, 33, 230-237.
- Carlsson-Kanyama A., and A. D. González (2009). Potential contributions of food consumption patterns to climate change. *The American Journal of Clinical Nutrition* 89, 1704S – 1709S. doi: 10.3945 / ajcn.2009.26736AA, ISSN: 0002-9165, 1938 – 3207.
- Chatterjee, A. and R. Lal. 2009. On farm Assessment of tillage impacts on soil Carbon and associated soil quality parameters. *Soil & Tillage Research*. 104:270-277.
- Christensen B.T. 1996. Matching measurable soil organic matter fractions with conceptual pools in simulation models of carbon turnover: Revision of model structure. In: *Evaluation of Soil Organic Matter Models* (eds Powlson DS, Smith P, Smith JU), NATO ASI Series 1, Vol. 38. Springer-Verlag, Berlin.
- Dickie, A., Streck, C., Roe, S., Zurek, M., Haupt, F., Dolginow, A. 2014. "Strategies for Mitigating Climate Change in Agriculture: Abridged Report." *Climate Focus and California Environmental Associates*, prepared with the support of the Climate and Land Use Alliance. Report and supplementary materials available at: www.agriculturalmitigation.org
- FAO. 2013 a. Food wastage footprint, impact on natural resources. 63 p. ISBN 978-92-5-107752-8
- FAO. 2013 b. Climate-smart agriculture sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.
- FOE. 2010. Healthy Planet Eating: How lower meat diets can save lives and the planet. Friends of the Earth.
- Godfray H. C. J., J. R. Beddington, I. R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas, and C. Toulmin. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 327, 812 – 818. doi: 10.1126 / science.1185383, ISSN: 0036-8075, 1095 – 9203.
- Gustavsson J., C. Cederberg, U. Sonesson, R. van Otterdijk, and A. Meybeck. 2011. Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Prevention. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 29 pp.

Harvey C., Chacon M., Donatti C., Garen E., Hannah L., Andrade A., Bede L., Brown D., Calle A., Chara J., Clement C., Gray E., Hoang M., Minang P., Rodríguez A., Seeberg-Elverfeldt C., Semroc B., Shames S., Smukler S., Somarriba E., Torquebiau E., van Etten J. and E. Wollenberg. 2014. Climate-Smart Landscapes: Opportunities and Challenges for Integrating Adaptation and Mitigation in Tropical Agriculture. *Conservation Letters*, March/April 2014, 7(2), 77–90.

Herrero M., P. Havlík, H. Valin, A. Notenbaert, M.C. Rufino, P.K. Thornton, M. Blümmel, F. Weiss, D. Grace, and M. Obersteiner. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 20888 – 20893. doi: 10.1073 / pnas.1308149110, ISSN: 0027-8424, 1091 – 6490.

Jackson T. 2009. Prosperity without Growth. Economics for a Finite Planet. Earthscan, UK and USA, 264 pp. ISBN: 1844078949.

Jenkinson, D. S. 1990. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. *Phil. Trans. R. Soc. B* 329: 361-368. (Available at: doi:10.1098/rstb.1990.0177).

Kandji, S.T., Verchot, L.V., Mackensen, J. et al. 2006. Opportunities for linking climate change adaptation and mitigation through agroforestry systems. Pages 113–122 in D. Garrity, A. Okono, M. Grayson & S. Parrott, editors. *World Agroforestry into the Future*. World Agroforestry Centre, Nairobi.

Korschens, M. y A. Muller. 1996. The static experiment Bad Lauchst dt. Germany. In *Evaluation of soil organic matter: models using existing datasets*. (Eds) D.S. Powlson; P. Smith and J. U. Smith. NATO, ASI 138 pp 369-387.

Kremen, C. y A. Miles. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecol. Soc.*, 17(4), 40.
<http://dx.doi.org/10.5751/ES-05035-170440>

Lal, R. 2001. World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Adv. Agron.* 71:145-191.

Lal, R. 2004a. Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. *Science* 304: 1623-1627.

Lal, R. 2004b. Carbon emission from farm operations. *Env. Intl.* 30: 981-990.

Lal, R. 2010- Soil carbon sequestration. *Solaw Background Thematic Report - TR04A*. FAO. 36 p.

Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., Searchinger, T. 2013. *Reducing Food Loss and Waste*. Washington D.C.:World Resources Institute.

ODEPA, 2012. Consumo aparente de principales alimentos en Chile. *Boletín Agosto 2012*. 6 p.

Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., Grace, P. 2013. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

Parfitt J., M. Barthel, and S. Macnaughton. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365, 3065 – 3081. doi: 10.1098 / rstb.2010.0126.

Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J. 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation and other competing land uses. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 110, 8349-8356.

Scherr, S.J., Shames, S. y R. Friedman. 2012. From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes. *Agric. Food Secur.*, 1, 12.

Schroth, G. y J.A. McNeely A. 2011. Biodiversity conservation, ecosystem services and livelihoods in tropical landscapes: towards a common agenda. *Environ. Manage.*, 48, 229-236.

Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E. A. Elsidig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Maser, C. Mbow, N. H. Ravindranath, C. W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, and F. Tubiello, 2014: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Tscharntke, T., Klein y A. M., Tscharntke. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity—ecosystem service management. *Ecol. Lett.*, 8, 857-874.

UNEP, 2012. Growing greenhouse gas emissions due to meat production. En: *Thematic Focus: Climate change, Resource efficiency and Ecosystem management*. 10 p.

de Vries M., and I. J. M. de Boer. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128, 1 – 11. doi: 10.1016 / .livsci.2009.11.007, ISSN: 1871-1413.

West, T.O. y W. M. Post. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1930-1946.

Witter, E, Mortenson, A. M. and F. V. Garcia. 1993. Size of the microbial mass in a long-term field experiment as affected by different N fertilizers. *Soil Biol. Biochem.* 28: 659-669.

8. ANEXO: APL suscritos sector Agropecuario

[http://www.cpl.cl/Acuerdos\(APL\)/?sector=1](http://www.cpl.cl/Acuerdos(APL)/?sector=1)

APL Cadena Comercial de Berries de la Región del Maule (Mayo 2012) (APL En implementación y auditoría final)

APL PYMES Silvícolas de Plantaciones Provincia de Ñuble Región del Biobío (Septiembre 2011) (APL En implementación y auditoría final)

APL Packing de la región del Maule (Septiembre 2011) (APL En implementación y auditoría final)

APL Productores y Exportadores de Uva de Mesa (Junio 2011) (APL En implementación y auditoría final)

APL Viveros Sector Frutícola (Enero 2011) (APL En implementación y auditoría final)

APL Comerciantes de Leña de los Principales Centros de Consumo del Sur Chile (Agosto 2010) (APL En implementación y auditoría final)

APL Salmonicultura Agua Dulce (Agosto 2010) (APL En implementación y auditoría final)

APL Vinos II (Diciembre 2009) (APL En implementación y auditoría final)

APL Lecheros Zona Central (Noviembre 2009) (APL En implementación y auditoría final)

APL Algas Los Lagos (Diciembre 2009) (APL En implementación y auditoría final)

APL MIPyME de la Madera (Diciembre 2009) (APL En implementación y auditoría final)

APL Agrícola Coquimbo (Septiembre 2009) (APL En implementación y auditoría final)

APL Productores de Leche Bovina de la Región de Los Ríos (Diciembre 2008) (APL En implementación y auditoría final)

APL Sector Productor y Exportador de Miel (Octubre 2008) (APL En implementación y auditoría final)

APL Sector Fabricantes, Importadores y Distribuidores de Plaguicidas de uso Agrícola (Diciembre 2007) (APL En implementación y auditoría final)

APL Aves de Carne (Mayo 2007) (APL En implementación y auditoría final)

APL Huevos (Octubre 2007) (APL En implementación y auditoría final)

APL Buenas Prácticas Agropecuarias Sector Producción Porcino Intensiva (Septiembre 2005) (APL En implementación y auditoría final)

APL Sector Productores de Queso (Enero 2004) (APL En implementación y auditoría final)

APL para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas en el Sector Hortofrutícola (Abril 2002)
(APL Finalizado)

APL Sector Productores de Cerdos I 1999 (Diciembre 1999) (APL Finalizado)

APL Frutícola Coquimbo (Julio 2013) (APL Finalizado)

APL Tomates y Pimientos Región Arica y Parinacota (Septiembre 2013) (APL Finalizado)

APL Producción Sustentable de Aceite de Oliva (Enero 2014) (APL Finalizado)