

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

*Análisis de opciones futuras de mitigación  
de GEI para Chile asociadas a programas  
de fomento en el sector silvoagropecuario*

---

Informe Final



Enero 2011

## Tabla de Contenidos

<b>CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN GENERAL .....</b>	<b>6</b>
1. CONTEXTO GENERAL .....	6
2. OBJETIVOS .....	7
2.1 <i>Objetivo general</i> .....	7
2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	7
3. PRESENTACIÓN EQUIPO DE TRABAJO .....	7
4. ESQUEMA METODOLÓGICO DEL ESTUDIO .....	9
5. TALLER DE VALIDACIÓN .....	10
6. CARTA GANTT .....	11
7. INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL ESTUDIO .....	12
7.1 <i>Documentos Generales</i> .....	12
7.2 <i>Documentos específicos Sub-sector Ganadería</i> .....	12
7.3 <i>Documentos específicos Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes</i> .....	13
7.4 <i>Documentos específicos Sub-sector Suelos Degradados</i> .....	13
7.5 <i>Documentos específicos Sub-sector Forestal</i> .....	14
7.6 <i>Bases de Datos y Estadísticas Nacionales</i> .....	14
<b>CAPÍTULO II: LÍNEA BASE .....</b>	<b>16</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	16
2. METODOLOGÍA GENERAL .....	17
3. LÍNEA BASE DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO .....	18
3.1 <i>Sub-sector Ganadería</i> .....	18
3.1.1 <i>Metodología para el cálculo de la línea base</i> .....	18
3.1.1.1 <i>Bovinos</i> .....	18
3.1.1.2 <i>Porcinos</i> .....	20
3.1.2 <i>Proyecciones de existencias y productividad</i> .....	21
3.1.2.1 <i>Bovinos</i> .....	21
3.1.2.2 <i>Porcinos</i> .....	23
3.1.3 <i>Factores de emisión</i> .....	25
3.1.4 <i>Emisiones de GEI</i> .....	27
3.2 <i>Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes</i> .....	30
3.2.1 <i>Metodología para el cálculo de la línea base</i> .....	30
3.2.2 <i>Proyecciones de superficie</i> .....	30
3.2.3 <i>Factores de emisión</i> .....	34
3.2.4 <i>Emisiones de GEI</i> .....	35
3.3 <i>Sub-sector Suelos Degradados</i> .....	38
3.3.1 <i>Metodología para el cálculo de la línea base</i> .....	38
3.3.2 <i>Estimaciones y proyecciones de superficie</i> .....	40
.....	42
3.3.3 <i>Factores de emisión</i> .....	43
3.3.4 <i>Emisiones de GEI</i> .....	43

3.4	<i>Sub-sector Forestal</i> .....	46
3.4.1	<i>Metodología para el cálculo de la línea base</i> .....	46
3.4.2	<i>Proyecciones de superficie</i> .....	47
3.4.2.1	<i>Selección de especies</i> .....	47
3.4.2.2	<i>Tasa de forestación</i> .....	48
3.4.3	<i>Factores de emisión</i> .....	51
3.4.3.1	<i>Cálculo de productividad</i> .....	51
3.4.3.2	<i>Biomasa aérea, total y contenidos de carbono</i> .....	51
3.4.4	<i>Emisiones de GEI</i> .....	54
3.5	<i>Línea Base Sector Silvoagropecuario</i> .....	55
<b>CAPÍTULO III: MEDIDAS DE MITIGACIÓN E INSTRUMENTOS DE FOMENTO PARA EL SECTOR AGROPECUARIO</b> .....		<b>59</b>
1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	59
2.	<b>METODOLOGÍA GENERAL</b> .....	60
2.1	<i>Medidas de Mitigación</i> .....	60
2.1.1	<i>Identificación de medidas de mitigación</i> .....	60
2.1.2	<i>Evaluación de medidas de mitigación</i> .....	62
2.1.3	<i>Significancia y priorización de las medidas de mitigación</i> .....	65
2.1.4	<i>Selección de las medidas de mitigación</i> .....	66
2.2	<i>Instrumentos de Fomento en el Sector Silvoagropecuario</i> .....	66
2.2.1	<i>Definición de criterios y factores</i> .....	66
2.2.2	<i>Clasificación de los instrumentos</i> .....	67
2.2.3	<i>Aplicación de los instrumentos</i> .....	68
2.3	<i>Taller de Validación</i> .....	68
2.3.1	<i>Organización del taller</i> .....	68
2.3.2	<i>Asistentes al taller</i> .....	68
3.	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN E INSTRUMENTOS DE FOMENTO ASOCIADOS</b> .....	69
3.1	<i>Sub-sector Ganadería</i> .....	69
3.1.1	<i>Medidas de mitigación seleccionadas</i> .....	71
3.1.1.1	<i>Uso de ionóforos en la dieta de bovinos</i> .....	71
3.1.1.2	<i>Uso de variedades mejoradas de forrajes para la alimentación de bovinos</i> .....	72
3.1.2	<i>Condiciones para la implementación de las medidas seleccionadas</i> .....	73
3.1.2.1	<i>Uso de ionóforos en la dieta de bovinos</i> .....	73
3.1.2.2	<i>Uso de variedades mejoradas de forrajes</i> .....	73
3.1.3	<i>Instrumentos de apoyo público para la implementación de las medidas</i> .....	73
3.1.3.1	<i>Instrumentos propuestos en el taller</i> .....	73
3.1.3.2	<i>Instrumentos propuestos por el equipo CCG-UC</i> .....	74
3.2	<i>Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes</i> .....	77
3.2.1	<i>Medidas de mitigación seleccionadas</i> .....	77
3.2.1.1	<i>Medida N°1</i> .....	77
3.2.1.1	<i>Medida N°2</i> .....	78
3.2.2	<i>Condiciones para la implementación de las medidas seleccionadas</i> .....	79
3.2.2.1	<i>Medida N°1</i> .....	79

3.3.2.2	Medida N°2 .....	79
3.2.3	Instrumentos de apoyo público para la implementación de las medidas.....	80
3.2.3.1	Instrumentos propuestos en el taller.....	80
3.2.3.2	Instrumentos propuestos por el equipo del CCG-UC .....	81
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE MITIGACIÓN .....</b>		<b>83</b>
1.	INTRODUCCIÓN.....	83
2.	METODOLOGÍA GENERAL.....	83
2.1	Taller de validación.....	83
2.2	Construcción de escenarios.....	84
2.3	Análisis de mitigación .....	85
3.	ANÁLISIS DE MITIGACIÓN SECTOR SILVOAGROPECUARIO .....	86
3.1	Sub-sector Ganadería .....	86
3.1.1	Construcción de escenarios.....	86
3.1.1.1	Uso de ionóforos en la dieta de bovinos.....	86
3.1.1.2	Uso de variedades mejoradas de forrajes .....	87
3.1.2	Análisis de mitigación .....	87
3.1.2.1	Uso de ionóforos en la dieta de bovinos.....	87
	Tabla 4.4. Costo por tonelada de CO <sub>2</sub> mitigada para la medida uso de ionóforos en la dieta de bovinos bajo el escenario optimista.....	89
3.1.2.2	Uso de variedades mejoradas de forrajes .....	91
3.1.2.3	Conjunto de medidas.....	93
3.2	Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes .....	94
3.2.1	Construcción de escenarios.....	94
3.2.1.1	Escenario optimista .....	95
3.2.1.2	Escenario esperado .....	95
3.2.1.3	Escenario pesimista .....	95
3.2.2	Análisis de mitigación .....	95
3.2.2.1	Medida N°1 .....	96
3.2.2.2	Medida N°2 .....	97
3.3	Sub-sector Suelos Degradados.....	102
3.3.1	Construcción de escenarios.....	102
3.3.1.1	Escenario esperado .....	102
3.3.1.2	Escenario optimista .....	102
3.3.1.3	Escenario pesimista .....	103
3.3.2	Análisis de mitigación .....	103
3.3.2.1	Escenario esperado .....	104
3.3.2.2	Escenario optimista .....	108
3.4	Sub-sector Forestal .....	114
3.4.1	Construcción de escenarios.....	114
3.4.1.1	Escenario esperado .....	117
3.4.1.2	Escenario esperado sustentable.....	117
3.4.1.3	Escenario optimista .....	118
3.4.1.4	Escenario pesimista .....	118

3.4.2	Análisis de mitigación .....	118
3.4.2.1	Escenario esperado .....	118
3.4.2.2	Escenario esperado sustentable .....	118
3.4.2.3	Escenario optimista .....	119
3.4.2.4	Escenario pesimista .....	119
3.5	Análisis global de mitigación del sector silvoagropecuario .....	125
<b>ANEXOS.....</b>		<b>128</b>
1.	ANEXO 1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN-SUB-SECTOR GANADERÍA .....	128
4.	ANEXO 2. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN-SUB-SECTOR CULTIVOS .....	132
5.	ANEXO 3. MATRIZ DE EVALUACIÓN-SUB-SECTOR GANADERÍA .....	134
6.	ANEXO 4. MATRIZ DE EVALUACIÓN-SUB-SECTOR CULTIVOS .....	135
7.	ANEXO 5. PROGRAMAS DE FOMENTO DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO .....	137
8.	ANEXO 6. ANÁLISIS DE MITIGACIÓN PARA EL SUPUESTO N°2 SUB-SECTOR GANADERÍA .....	153

# CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN GENERAL

---

## 1. Contexto General

El presente documento corresponde al Informe Final del estudio encargado al Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile (CCG-UC) por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) sobre “Análisis de Opciones Futuras de Mitigación de GEI para Chile asociadas a Programas de Fomento del Sector Silvoagropecuario”.

El Gobierno de Chile preparó en 2008 su Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para el período 2008-2012, que contempla como uno de sus tres ejes principales la “Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”, que consiste en intervenciones antropogénicas para reducir las fuentes o mejorar el secuestro en los sumideros de GEI (UNFCCC, 2009). Una de las líneas prioritarias de acción que se desprenden de este eje es el de “Generación de Escenarios de Mitigación en Chile” para aquellos sectores considerados significativos en términos de sus emisiones de GEI, para un horizonte de largo plazo, en la cual se enmarca este estudio.

Dentro del Sector No-Energía se incluye al sector silvoagropecuario, el que para efectos de este estudio se compone de cuatro subsectores: ganadería, cultivos anuales y permanentes, suelos degradados, y forestal. En este contexto, la generación de escenarios de mitigación a nivel sectorial-país requiere evaluar el aporte a la mitigación del cambio climático de los programas de fomento existentes y su eventual rediseño, así como el impacto que tendría la creación de un programa dirigido específicamente a la mitigación en la agricultura. Específicamente, se requiere evaluar el nuevo Programa de Recuperación de Suelos Degradados (RSD), el aporte que tendría la renovación del DL-701 a partir de 2010, y el posible impacto de un nuevo programa de buenas prácticas ambientales en los cultivos agrícolas y la ganadería.

El presente estudio fue ejecutado en diferentes etapas, tal como se planificó y diseñó en la metodología (Figura 1.1.). La primera etapa correspondió a la recopilación y análisis de la información relevante (Capítulo I). En una segunda etapa, se desarrolló la línea base de emisiones de GEI para cada sub-sector (Capítulo II). Posteriormente, en una tercera y cuarta etapa, se identificaron y evaluaron medidas de mitigación de GEI y posibles instrumentos que permitan fomentar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), incorporando las medidas o actividades de mitigación de GEI seleccionadas en el sub-sector ganadería y cultivos (Capítulo III). En una quinta etapa, se ejecutó el Taller de Validación de medidas de mitigación de GEI e instrumentos de fomento para el sub-sector ganadería y cultivos, y de escenarios de mitigación para el sub-sector forestal y suelos degradados (Capítulo III y IV). Por último, se llevó a cabo el análisis de mitigación que permitió evaluar el impacto potencial en la disminución de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e.) y el costo de mitigación derivado de la implementación de los instrumentos o programas

de fomento, en comparación con la línea base (Capítulo IV). Las conclusiones finales del estudio se presentan en el Capítulo V.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

El objetivo general del estudio es estimar el impacto potencial y el costo de mitigación asociado a tres programas de fomento del sector silvoagropecuario, en relación con su contribución a la captura de carbono, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las actividades productivas y el reemplazo de combustibles fósiles por energías renovables. Para ello, se evaluó el impacto de cada programa de fomento considerando horizontes de proyección de corto plazo (2020), mediano plazo (2030) y largo plazo (2050) y bajo diversos escenarios definidos en términos del nivel de inversión pública, las actividades consideradas y la distribución geográfica de sus incentivos.

### 2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este estudio fueron:

- Realizar una estimación del potencial de mitigación que tendría un programa de fomento para la forestación, considerando la renovación del DL-701 a partir del año 2010.
- Realizar una estimación del potencial de mitigación asociado al Programa de Recuperación de Suelos Degradados, incluyendo un posible rediseño de sus incentivos para incrementar el grado de mitigación del cambio climático.
- Realizar una estimación del potencial de mitigación asociado a un nuevo programa de buenas prácticas ambientales en los cultivos agrícolas y la ganadería, en base a un diseño propuesto para el respectivo instrumento de fomento.

## 3. Presentación Equipo de Trabajo

El equipo de trabajo del CCG-UC estuvo conformado por:

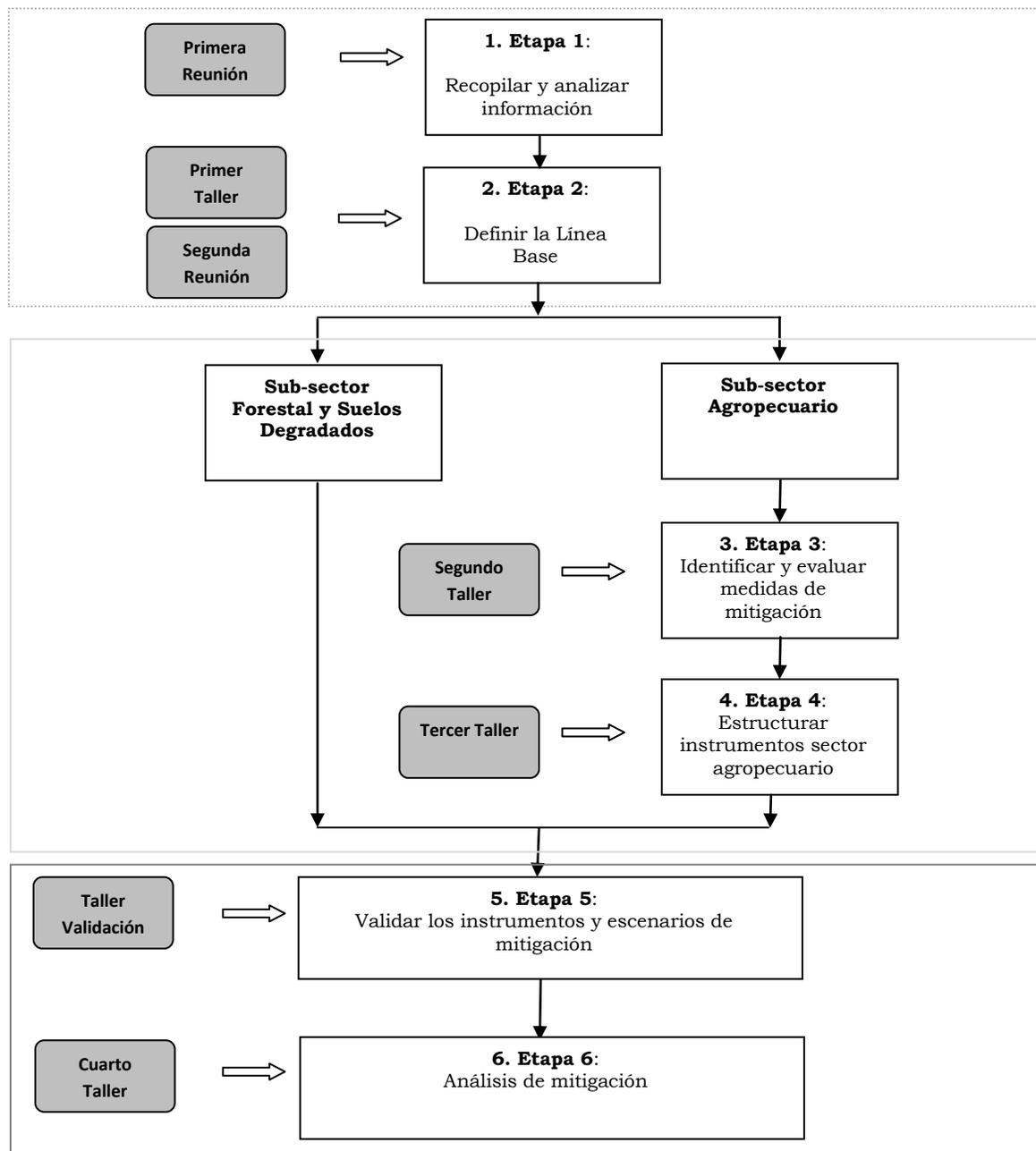
- Director y Especialista Forestal: Horacio Gilabert, Ingeniero Forestal de la Universidad de Chile, Ph.D. en Recursos Forestales The Pennsylvania State University, y M.Sc. University of Edinburgh.

- Coordinadora: M. Francisca Ramos, Ingeniero Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Diplomada en Estudios Ambientales de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Especialista Economía Agraria: Oscar Melo, Ingeniero Agrónomo de Pontificia Universidad Católica de Chile, Ph.D. Economía Agrícola y de Recursos Naturales, University of Maryland, M.Sc. Economía Agrícola y de Recursos Naturales, University of Maryland. Director Departamento de Economía Agraria de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Especialista Suelos: Eduardo Arellano, Ingeniero Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Ph.D Suelo y Recursos Forestales, Virginia Tech, M. Sc. Ciencias Forestales Oregon State University.
- Especialista Ganadería: Rafael Larraín, Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Ph.D. Animal Sciences, Department of Animal Sciences, University of Wisconsin-Madison, Magíster en Ciencias Animales, Departamento de Ciencias Animales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Especialista Cultivos y Frutales: Alexis Ortiz, Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, M.Sc. Wageningen University, Holanda.
- Ingenieros de Proyecto:
  - María Elena Torrealba, Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
  - Silvia Ulloa, Ingeniero Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, Pos título en Ingeniería Ambiental en la Universidad de Santiago.
  - Ignacio Fernández, Biólogo, Magíster en Recursos Naturales de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
  - Nicolás García, Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

#### 4. Esquema Metodológico del Estudio

El esquema metodológico desarrollado por el equipo del CCG-UC para este estudio consistió en el desarrollo de seis etapas, de acuerdo a la Figura 1.1.

Figura 1.1. Esquema metodológico del estudio.



## **5. Taller de Validación**

El Taller de Validación fue una de las etapas más relevantes de este estudio (Etapa 5) y utilizada como insumo para la etapa final o “análisis de mitigación” (Etapa 6).

Durante el mes de julio, se realizaron cuatro talleres (uno por sub-sector) a través de un trabajo previo y planificado, asegurando la representación y participación de actores u organizaciones consideradas claves.

El objetivo principal de los talleres fue validar medidas de mitigación de GEI e identificar posibles instrumentos que permitan fomentar actividades de mitigación para el sub-sector ganadería y cultivos, así como validar escenarios probables de mitigación para el sub-sector forestal y suelos degradados. A estos talleres asistieron un conjunto de actores relevantes, tales como: especialistas técnicos, productores y sectorialistas de gobierno.

La estructura de los talleres fue diseñada a través de preguntas abiertas acordadas entre el equipo que los dirigió (consultor externo) y el ejecutor del estudio (equipo CCG-UC), con el fin de levantar información relevante para el cumplimiento de los objetivos, consensuando y ajustando las proposiciones del equipo en conjunto con distintos actores relevantes.

Los resultados de estos talleres se ven expresados en el Capítulo III (sección 2.3) y IV (sección 3).

## 6. Carta Gantt

El cronograma con las etapas y actividades desarrolladas en este estudio, se presenta en la Figura 1.2.

Figura 1.2. Cronograma de actividades.

Etapa y/o Actividades	Fecha de Ejecución	Semanas año 2010																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>1. Recopilar Información relevante</b>																							
<b>1.1 Reunión de Inicio PNUD</b>	17-mar	■																					
1.2 Recopilar y analizar estudios		■	■																				
<b>1.3 Primera Reunión Contraparte Técnica y Actores Involucrados</b>	07-abr		■																				
1.4 Generar cronograma de actividades ajustado			■																				
1.5 Generar listado de estudios			■	■																			
1.6 Procesar información de estudios				■																			
<b>2. Definir Línea Base</b>																							
<b>2.1 Primer Taller metodológico interno</b>	19-abr				■																		
2.2 Revisar y analizar instrumentos existentes					■																		
2.3 Realizar proyección histórica subsectores					■	■																	
2.4 Definir supuestos Línea Base					■	■																	
<b>2.5 Segunda Reunión Contraparte Técnica</b>	12 y 20-May						■	■															
2.6 Elaborar Primer Informe de avance							■	■	■														
<b>2.7 Entregar Primer Informe de avance</b>	14-jun																					■	
<b>3. Identificar y evaluar medidas de mitigación sector agropecuario</b>																							
<b>3.1 Segundo Taller metodológico interno</b>	14-jun																						
3.2 Identificar actividades de mayor impacto																							
3.3 Revisar literatura nacional e internacional																							
3.4 Realizar una evaluación multicriterio																							
3.5 Elaborar fichas y priorizar medidas																							
<b>4. Estructurar y/o rediseñar instrumentos para sector agropecuario</b>																							
<b>4.1 Tercer Taller metodológico interno</b>	1 y 7-jul																						
4.2 Diseñar el instrumento																							
<b>4.3 Tercera Reunión Contraparte Técnica</b>	06-jul																						
4.4 Elaborar Segundo Informe de avance																							
<b>4.5 Entregar Segundo Informe de avance</b>	14-jul																						
<b>5. Validar instrumentos y escenarios</b>																							
5.1 Planificar Taller de validación																							
<b>5.2 Realizar Taller de validación</b>	22-23-jul																						
<b>6. Análisis de mitigación</b>																							
<b>6.1 Cuarto Taller metodológico interno</b>	30-jun y 7-jul																						
6.2 Calcular nivel de emisiones y costo																							
6.3 Construir escenarios																							
6.4 Evaluar el nivel de mitigación en distintos escenarios																							
<b>6.5 Cuarta Reunión Contraparte Técnica</b>	28-jul																						
6.6 Elaborar cartas temáticas regionales																							
<b>6.7 Elaborar y Entregar Informe Preliminar</b>	26-ago																						
<b>6.8 Entregar Informe Final y Cartas Temáticas</b>																							

## 7. Información Relevante para el Estudio

La primera etapa del estudio fue recopilar, revisar, analizar y validar fuentes de información nacionales e internacionales relevantes para su desarrollo. Las fuentes de información revisadas se clasificaron en generales, es decir que contienen información común y transversal para todos los sub-sectores y, documentos específicos para cada sub-sector, validados en la Primera Reunión mencionada en la Figura 1.2.

Adicionalmente, se utilizaron una serie de estadísticas nacionales del sector silvoagropecuario y bases de datos de los programas de fomento analizados.

El detalle contempla fuentes oficiales de información que fueron obtenidas desde instituciones del estado y estudios validados con información más específica y paramétrica de ciertas actividades.

### 7.1 Documentos Generales

Fuente
IPCC, 2003. Orientación sobre Buenas Prácticas en Uso de los Suelos, Cambio de Uso de los Suelos y Forestal.
IPCC, 2000. Land Use, Land-Use Change and Forestry. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
IPCC, 2002. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
IPCC-NGGIP. 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
IPCC, 1996. Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Manual de Referencia.
González, S., Salazar, F., Neuenschwander, A., Arata, P., Tessada, R., Salas, C. y Searle, JP (2010). "Inventarios Anuales de Gases de Efecto Invernadero de Chile, Serie Temporal 1984/2003 para Sectores No-Energía". INIA, Boletín N° 185.
González, S., Tapia, F., Tessada, R., Cornejo, P., Oyarzún, V. 2010. Complementos y actualización del inventario GEI para Chile en los sectores de agricultura, uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, y residuos antrópicos. Proyecto PNUD 43740 (en revisión).
UNFCCC. 2009. Resource Guide for Preparing the National Communications of Non-Annex I Parties. Module 1: The Process of National Communications from Non-Annex I Parties.
UNFCCC. 2009. Resource Guide for Preparing the National Communications of Non-Annex I Parties. Module 4: Measures to Mitigate Climate Change.
UNFCCC. 2008. Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Technical paper 2008/8.

### 7.2 Documentos específicos Sub-sector Ganadería

Fuente
ODEPA. Boletín de la Leche, años: 1984-2000.

### 7.3 Documentos específicos Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes

Fuente
Amthor, J. S. 1998. Perspective on the relative insignificance of increasing atmospheric CO <sub>2</sub> concentration to crop yield. <i>Field Crop Research</i> 58: 109-127 pag.
Antle, J. M. 1995. Climate change in developing countries. <i>Amer. J. Agr. Econ.</i> 77:741-746 pag.
Carter, T. R. 1996. Developing scenarios of atmosphere, weather and climate for northern regions. <i>Agricultural and Food Science in Finland</i> 5:235-249 pag.
Ciudad, C. y Rodríguez, O. 1982. Tabla auxiliar química proximal de alimentos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina. Santiago, Chile. 36 pág.
CORINE. 1994. Coordination of information on the environment. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. CORINE - AIRE e IPCC. Madrid, España. 250 pág.
PUC, 2005. Impactos del Cambio Climático en la Producción de Maíz en Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.
INIA, 2008. Boletín INIA-Nº184: Cambio climático global y sus efectos en la agricultura En: Emergencias climáticas en la agricultura. Recomendaciones para la Región del Bio-Bio, 2008.
Núñez, P. 2007. Manejo del pastoreo, emisiones de amoníaco y óxido nítrico: una visión general. <i>Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal</i> (2007) v. 7(3) p. 61-99 pág.
INIA, 2002. Instrumentos de fomento y apoyo a la adopción de tecnología. Resumen de las principales fuentes de financiamiento públicas y privadas de apoyo a la agricultura.
González M., S.; Novoa S.A., R. y Blaser G., C. 1995. Preliminary inventory of greenhouse gases in Chile: agriculture, land-use change and forestry. <i>Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela</i> 10 (1-2): 130-147 pag.
Innes R. and Kane, S. 1995. Agricultural impacts of global warming. <i>Amer. J. Agr. Econ.</i> 77:747-750 pag.
Kaiser, H. M. and Crosson, P. 1995. Implications of climate change for U.S. Agriculture. <i>Amer. J. Agr. Econ.</i> 77:734 -740 pag.
Mendelsohn, R.; Nordhaus, W. and Shaw, G. D. 1994. The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. <i>American Economic Review</i> 84 (4): 753-771 pag.
Montheith, J. L. 1973. <i>Principles of Environmental Physics</i> . Edward Arnold Limited. London.U.K. 241 pag.
Patterson, D. 1993. Did Tibet cool the world? <i>New Scientist</i> 139, 29-33 pag.
Pearce, F. 1994. Forest destined to end in the mire. <i>New Scientist</i> 143, 37-41 pag.
Raval, A. and Ramanathan, V. 1989. Observational determination of the greenhouse effect. <i>Nature</i> 342. 758 - 761 pag.
Reilly, J. 1995. Climate change and global agriculture: recent findings and issues. <i>Amer. J. Agr. Econ.</i> 77: 727-733 pag.
Rosemberg, N. J. 1974. <i>Microclimate: the biological environment</i> . New York. USA. John Wiley and Sons. 315 pag.
Sanghi, A.; Alves, D.; Evenson, R. and Mendelsohn, R. 1997. Global warming impact on Brazilian agriculture: estimates of the Ricardian model. <i>Economía aplicada</i> 1(1):7-33 pag.

### 7.4 Documentos específicos Sub-sector Suelos Degradados

Fuente
Caro, J.C.; Melo, O; Foster, W, 2006. Participación e Impacto del Programa de Recuperación de Suelos Degradados en Usuarios de INDAP. Autores. Departamento de Economía Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile.
SAG-INDAP. 2009. Informe Final de Evaluación Programa Recuperación de Suelos Degradados.

Fuente
Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko, 2007: Agriculture. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

## 7.5 Documentos específicos Sub-sector Forestal

Fuente
Ley 19.561 de 1998.
INFOR-JICA. 2009. Desarrollo de Capacidades y Promoción de MDL F/R en la República de Chile.
INFOR. 2005. Disponibilidad de madera de plantaciones de pino radiata en Chile: 2003-2032. Informe Técnico 170. Santiago, Chile.
INFOR. 2007. Estudio de disponibilidad de Eucalyptus: 2006-2025. Informe de Convenio, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
Quiroz, I; Rojas, Y. 2003. Pino ponderosa & Pino oregón: Coníferas para el Sur del mundo. INFOR sede Los Lagos, Chile.
Moreno, P; Obando, M. 2006. Pino ponderosa en Aysén. INFOR, Chile.
ODEPA, 2009. Estudio de Opinión para la Renovación del DL 701.
CONAF, 2005. Evaluación de Impacto: Programa de Bonificación Forestal DL 701.
CONAF/NOVUS. 1998. Evaluación de resultados de la aplicación del D.L. 701 de 1974. Santiago, Chile.
DIPRES, 2006. Programa de Bonificación Forestal DL 701.
CONAF, 1998. Evaluación de resultados de la aplicación del D.L. 701 de 1974.
Noé, D. 1999. Costos y Potenciales de Captura de Carbono para el Sector Forestal en Chile. Tesis Magíster Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
Gilabert, H., Meza F., Cabello H., Aurtunenchea M. y A. Laroze. 2007. Estimación del carbono capturado en las plantaciones de Pino radiata y Eucaliptos relacionadas con el DL-701 de 1974. ODEPA-Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
CNE. 2010. Informe Final: Antecedentes para la Evaluación Económica para el establecimiento de Plantaciones Dendroenergéticas. Universidad de Concepción.
Gayoso, J., J. Guerra y D. Alarcón. 2002b. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial: inventario de biomasa y contabilidad de carbono. Proyecto FONDEF D9811076, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
Gayoso, J., J. Guerra y D. Alarcón. 2002a. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial: contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF D9811076, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

## 7.6 Bases de Datos y Estadísticas Nacionales

Fuente
Base de datos Censo Agropecuario y Forestal 2007, INE.
INE. Censo Nacional Agropecuario, años: 1976, 1997 y 2007.
Estadísticas Pecuarias, informe anual años: 1984-2008, INE.
Estadísticas Pecuarias 2001-2009, ODEPA.
Estadísticas de Producción Agrícola, ODEPA.

Fuente
Estadísticas Regionales de Forestación 1999-2009, CONAF.
Bases de datos del Programa RSD del SAG e INDAP.
INFOR, 2008. Anuario Forestal 2008. Boletín Estadístico N°121, Santiago, Chile.
Estadísticas consumo fertilizantes y superficies, FAOSTAT.

## CAPÍTULO II: LÍNEA BASE

---

### 1. Introducción

Se entiende por línea base al escenario de referencia en el que la proyección en el tiempo de las emisiones de GEI en el corto (año 2020), mediano (año 2030) y largo plazo (año 2050) para el sector silvoagropecuario considera como supuesto básico una situación de “Business as Usual” (BAU). Este escenario, para los sub-sectores de cultivos y ganadería, implica la ausencia de instrumentos de fomento destinados específicamente a mitigar las emisiones de GEI. Para el sub-sector forestal implica el término del DL-701, mientras que para el sub-sector suelos implica que el Programa de SIRSD (Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados) continúa operando hasta el año 2022 con algunas modificaciones en la prioridad de los incentivos.

La línea base permitió tener una referencia para comparar y realizar un análisis de mitigación que cuantifica la reducción de emisiones GEI asociadas a la implementación de medidas de mitigación propuestas para el sector agropecuario y a la extensión y/o rediseño de incentivos de los instrumentos de fomento actuales para el sector forestal y suelos degradados.

La primera actividad realizada en esta etapa correspondió a la ejecución del Primer Taller Metodológico Interno<sup>1</sup> desarrollado por el equipo CCG-UC, con el fin de discutir y definir los lineamientos para las proyecciones de crecimiento y desarrollo de cada sub-sector y su correspondiente línea base de emisiones de GEI. Estos lineamientos fueron validados en la Segunda Reunión con la Contraparte Técnica e instituciones del estado, llevada a cabo con fecha 12 y 20 de mayo del presente año. La incorporación de los comentarios posteriores asociados a la línea base está consideradas en este informe.

Los sub-sectores de cultivos, suelos y forestal trabajaron con datos a nivel de superficie regional. El sub-sector de ganadería utilizó la cabeza de ganado o unidad de producto.

---

<sup>1</sup> Los Talleres Metodológicos Internos fueron espacios de discusión para coordinar criterios y metodologías, y a los que asistieron los investigadores principales de cada sub-sector, el director y la coordinadora del estudio.

## 2. Metodología General

El procedimiento aplicado para estimar la línea base del sector silvoagropecuario se resume en las siguientes actividades:

- Revisión y análisis de estadísticas nacionales de producción y crecimiento para el sector silvoagropecuario.
- Revisión y análisis de los instrumentos de fomento actuales y sus respectivas evaluaciones de impacto realizadas por la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (DIPRES): DL 701 y Programa de RSD.
- Revisión y análisis de estadísticas regionales asociadas a los programas de fomento analizados por este estudio en los sub-sectores forestal y suelos degradados.
- Revisión y análisis de los censos agropecuarios, ii) los informes anuales de estadísticas agropecuarias (INE) y iii) la producción de carne en vara y recepción de leche (ODEPA).
- Revisión del Inventario de GEI para la serie 1984-2007 ejecutado por INIA (2010) y su actualización para los sectores de agricultura, uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, y residuos antrópicos.
- Revisión de las Guías IPCC (Orientación sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 2002; Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Manual de referencia, 1996; Orientación sobre Buenas Prácticas en Uso de los Suelos, Cambio de Uso de los Suelos y Forestal, 2003).
- Ejecución del Primer Taller metodológico interno para definir los supuestos de cálculo para la línea base de cada sub-sector.
- Revisión y estimación de datos paramétricos necesarios para el cálculo de la línea base (factores de biomasa, rendimiento de especies, factores de emisión, productividad, proyección de superficies, entre otros).
- Elaboración de una proyección histórica del crecimiento y desarrollo de cada sub-sector a nivel regional para los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (en superficie y toneladas de producto).
- Cálculo de emisiones por año, región, cultivo y/o especie y/o producto y/o actividad referente a los programas existentes (DL 701 y Programa RSD).

### 3. Línea Base del Sector Silvoagropecuario

Los resultados derivados de la estimación de la línea base se presentan bajo la siguiente estructura, por sub-sector:

- Metodología específica para el cálculo de la línea base (criterios, supuestos y fuentes de información).
- Proyección de superficie y/o estimación de existencias y productividad.
- Factores de emisión utilizados.
- Emisiones de GEI.

#### 3.1 Sub-sector Ganadería

##### 3.1.1 Metodología para el cálculo de la línea base

###### 3.1.1.1 Bovinos

Para establecer la línea base se estimó la producción de equivalentes de CO<sub>2</sub> por tonelada de carne y leche producida siguiendo una proyección del número de cabezas y la productividad por cabeza. Se utilizó como base de datos: i) Censos Agropecuarios, ii) informes anuales de Estadísticas Agropecuarias (INE) y iii) la producción de carne en vara y recepción de leche (ODEPA). Las estimaciones se realizaron para los años 2011, 2020, 2030 y 2050.

Las estimaciones de existencias bovinas se derivaron a partir de la información de los tres últimos censos agropecuarios del país (1976, 1997 y 2007). Con estos datos, se calculó la tasa de cambio anual para cada tipo de animal y para cada región del país. La tasa de cambio proyectada, se estimó como un ponderado de las tasas 1976-1997 y 1997-2007. A la tasa calculada entre los años 1997-2007 se le asignó el doble de peso que a la tasa calculada entre los años 1976-1997, con el fin de reflejar mejor las tendencias actuales.

Para la integración de las nuevas regiones (Arica y Parinacota, y Los Ríos) se utilizaron los datos de existencias comunales entregadas por los censos, correspondientes a las comunas de cada una de las regiones modificadas o creadas.

Utilizando los valores de existencias del año 1997 y 2007, se estimó que la producción de carne en vara por animal vivo para esos años fue 64 y 63.8 kg/animal vivo, respectivamente. A partir de estos valores se decidió utilizar un valor de 64 kg/animal vivo para poder estimar la producción de carne en vara por región y año. A partir de estos valores se proyectó la producción nacional para el período 2011-2050. Este enfoque se adoptó debido a que la faena de animales bovinos tiene una

distribución regional muy diferente a las existencias y por lo tanto no se podían usar los datos de faena para estimar la producción de kilos de carne a nivel regional.

En el caso de las vacas lecheras, las proyecciones de población para los años 2011-2050, estimadas como se describió anteriormente para los bovinos de carne, parecían demasiado bajas y no coincidían con la opinión de expertos ni con las metas planteadas por el Consorcio Lechero para el período 2010-2020<sup>2</sup>. Según el Consorcio, para cumplir sus metas de aumento de producción “se requeriría que el rebaño crezca a una tasa de al menos 4,5% al año, superando las 750.000 vacas, y manteniendo una producción promedio país de 5.000 L/vaca”.

El experto consultado<sup>3</sup> consideró que las actuales tasas de fertilidad y la necesidad de remplazo de hembras en los rebaños lecheros hacen muy difícil alcanzar esas tasas de crecimiento, incluso si el mercado entrega señales claras a los productores. En cambio, sugirió que las poblaciones se estabilizarán en aproximadamente 450.000 cabezas para los años 2020, 2030 y 2050. El Consorcio Lechero reconoce que “el crecimiento del rebaño es la restricción principal para el cumplimiento de metas de crecimiento competitivo”.

Las visiones antes expuestas fueron tan opuestas que parecieron imposibles de conciliar. Por lo tanto, el procedimiento para proyectar las poblaciones de vacas lecheras fue estimar la recepción en planta y la productividad promedio por vaca para el período 2011-2050 y, a partir de esos datos, estimar el número de vacas necesario para satisfacer la producción proyectada.

El análisis de los datos de recepción de leche en planta muestra un crecimiento lineal rápido entre los años 1984 y 1998. En cambio, se puede observar que durante el período 2002-2008 ocurre también un crecimiento lineal pero a una tasa mucho menor (los años 2006 y 2009 son excepcionalmente altos y bajos, respectivamente, por lo que se excluyeron de este análisis). Teniendo en cuenta estos antecedentes y que el Consorcio Lechero sugiere que en el próximo decenio debiera favorecerse la producción utilizando pradera como principal fuente de alimentación, es poco probable que la recepción de leche crezca a tasas similares a las observadas entre 1984 y 1998, especialmente considerando que en ese período se masificó el uso de genética Holstein y mayor cantidad de concentrado en las dietas.

De esta forma, la recepción de leche se proyectó para las regiones del Bio Bío a la región de Los Lagos en forma lineal, considerando los datos disponibles del período 2002-2008 (excluyendo 2006). La proyección señala que la tasa de crecimiento en la recepción de leche en planta sería equivalente a un 1,65% anual en el período 2010-2020, muy similar al 1,68% de crecimiento anual

---

<sup>2</sup> Consorcio Lechero, 2010. Visión Estratégica Común para el Desarrollo Competitivo de la Cadena de Valor Láctea en Chile (2010-2020).

<sup>3</sup> Fernando González M., Profesor curso Producción de leche de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

en producción que proyectó la OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) y FAO (Food and Agriculture Organization) para el período 2009-2019<sup>4</sup>.

La recepción de leche en planta se llevó a producción total de leche utilizando información sobre el destino de la producción anual de leche según región y provincia entregada por INE<sup>5</sup>. La productividad por animal se proyectó considerando que en el largo plazo podría llegarse a un promedio de producción de 6.000 L/vaca/año, considerando mejoras en praderas, manejo y genética para animales en sistemas pastoriles. Nuevamente, la política de migrar hacia sistemas pastoriles haría que la tasa de crecimiento en productividad fuera menor a lo observado en los últimos años.

La población estimada para el año 2009 se calculó a partir de los datos del Censo 2007 y utilizando la tasa de disminución de la población según la Encuesta de Ganado Bovino Zona Sur 2009 (INE, 2010). Para el período 2011-2050, las poblaciones de las regiones Metropolitana y del Bio-Bío a la región de Los Lagos se estimaron dividiendo la producción proyectada por la productividad promedio proyectada por animal. Para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Aysén y Magallanes (6.3% del total de vacas lecheras según el Censo 2007), las poblaciones se proyectaron manteniendo la proporción sobre el total nacional a partir del Censo 2007.

#### 3.1.1.2 Porcinos

Las existencias y producción porcinas fueron estimadas para las regiones de mayor importancia para el rubro y de las cuáles se poseen estadísticas detalladas: región de Valparaíso, O'Higgins, del Maule, Bío-Bío, de La Araucanía y Metropolitana. Las demás regiones no fueron consideradas debido al bajo número de animales existentes en ellas. De acuerdo a los Censos Agropecuarios 1997 y 2007, las seis regiones evaluadas comprenden aproximadamente un 91% y 96% de las existencias del país, respectivamente.

La proyección de las existencias porcinas fue hecha por medio de un modelo de regresión logístico, considerando los datos de existencias nacionales de los últimos 25 años. La distribución de las proyecciones de existencias por región se hizo en base a la distribución de existencias de los últimos 5 años con datos (2004-2008), la que se asumió como estable en el tiempo.

Para la distribución por tipo de animal dentro de cada región se utilizó los valores del año 2008. Estos valores casi no varían en el tiempo y se consideró que debieran mantenerse similares en el futuro.

---

<sup>4</sup> OECD-FAO Agricultural Outlook 2010-2019. Disponible en [www.agri-outlook.org](http://www.agri-outlook.org).

<sup>5</sup> INE, 2010. Encuesta de Ganado Bovino Zona Sur 2009.

La producción de carne porcina se estimó a partir de la proyección de los datos de productividad (kg carne en vara) por animal vivo entre los años 1984 y 2008 (regresión lineal) y las proyecciones de población para cada región.

### 3.1.2 Proyecciones de existencias y productividad

#### 3.1.2.1 Bovinos

En general, se aprecia que para nuestro país las poblaciones de los distintos tipos de animal aumentan entre los años 1976 y 1997, y caen entre 1997 y 2007. La principal excepción a esta tendencia es el aumento en el número de vacas de carne y en terneros durante el período 1976 a 2007. Las proyecciones de población 2010-2050, indican una caída en los totales nacionales hasta el año 2020 (Tablas 2.1 y 2.2, Figura 2.1). De ahí en adelante, la caída en las categorías vaquillas, machos adultos, y novillos se ve contrarrestada por el aumento en las categorías vacas lecheras, vacas carne y terneros/as. Sin embargo, las fluctuaciones son pequeñas, y la proyección indica que hacia el año 2050 tendríamos un número de animales similar al del año 1997.

Las proyecciones por región indican que los bovinos tenderían a concentrarse en las principales zonas productoras del sur del país. Así, las regiones con los mayores aumentos en población serían las regiones de Arica y Parinacota, de Los Lagos y de Aysén, mientras que las mayores reducciones serían en las regiones del Maule y Metropolitana.

Los resultados de la proyección en el número de vacas lecheras se muestran en la Tabla 2.2 y señalan que hacia el 2050, el número de vacas lecheras en el país alcanzaría niveles similares a los observados el año 1997, pero con una productividad por animal 2.5 veces mayor. De esta forma, la producción nacional de leche al año 2050 alcanzaría 3.801 millones de litros (Figura 2.2).

Tabla 2.1. Proyecciones de existencias y productividad de bovinos de carne por región.

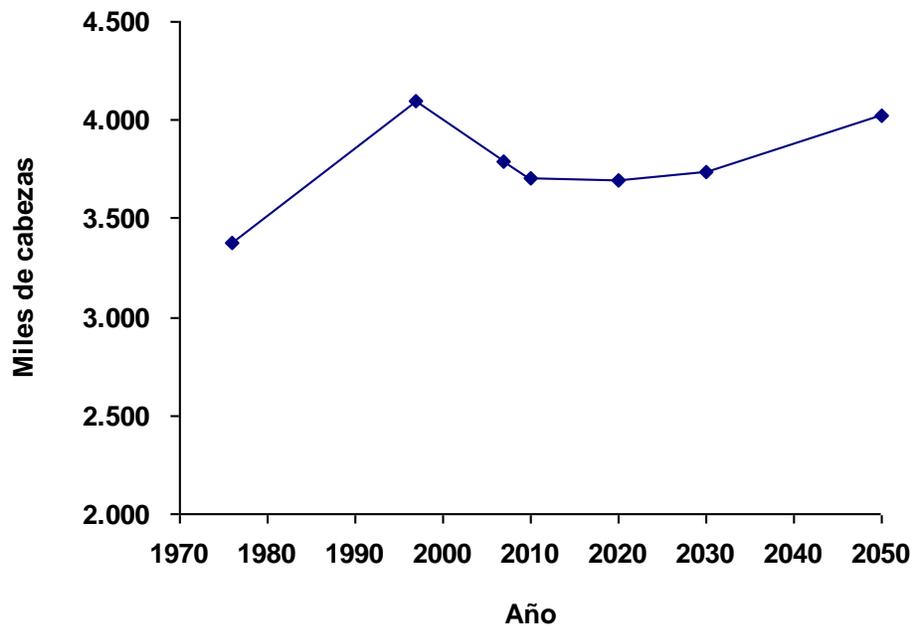
PROYECCIONES DE EXISTENCIAS (miles de cabezas) y PRODUCTIVIDAD ( Ton carne en vara) BOVINOS DE CARNE																	
Año	Producto	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	Ex	2	0	0	6	39	96	79	68	244	407	623	509	859	203	145	3.280
	Pr	112	2	15	379	2.494	6.165	5.059	4.338	15.635	26.077	39.874	32.580	54.953	12.985	9.265	209.932
2020	Ex	1	0	0	6	37	82	52	24	206	377	587	555	937	225	150	3.240
	Pr	78	0	8	388	2.391	5.258	3.349	1.521	13.164	24.134	37.585	35.498	59.975	14.405	9.615	207.369
2030	Ex	1	0	0	6	36	70	26	3	172	358	551	600	1.016	247	156	3.242
	Pr	45	0	7	398	2.332	4.459	1.640	185	10.985	22.907	35.295	38.416	64.998	15.825	9.964	207.456
2050	Ex	0	0	0	7	37	52	12	0	113	331	556	693	1.173	292	167	3.432
	Pr	12	0	6	427	2.338	3.318	758	0	7.226	21.197	35.601	44.372	75.044	18.665	10.664	219.627

(Ex) Existencias en miles de cabezas; (Pr) Productividad en toneladas de carne en vara / año.

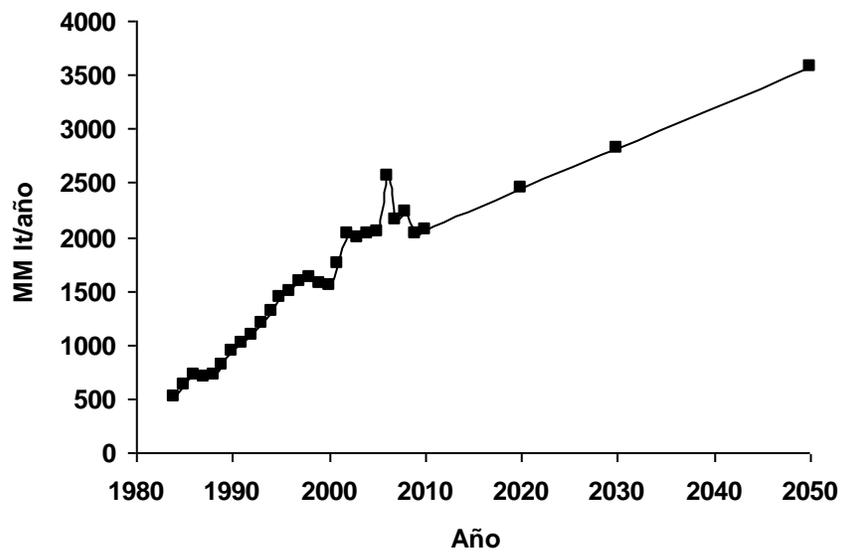
Tabla 2.2. Proyecciones de existencias y productividad de vacas lecheras por región.

PROYECCIONES DE EXISTENCIAS (miles de cabezas) y PRODUCTIVIDAD ( Mt leche) VACAS LECHERAS																	
Año	Producto	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	Ex	0	0	0	1	2	6	29	6	8	42	42	106	176	3	0	421
	Pr	1.514	33	50	5.317	7.790	28.058	151.373	31.553	41.319	221.461	220.142	555.777	917.487	12.694	2.135	2.196.703
2020	Ex	0	0	0	1	2	6	21	7	9	65	48	109	181	3	0	453
	Pr	1.790	39	59	6.288	9.213	33.183	119.877	37.316	48.867	374.522	278.641	639.155	1.031.484	15.013	2.525	2.597.974
2030	Ex	0	0	0	1	2	7	15	8	10	87	55	115	192	3	1	495
	Pr	2.067	46	68	7.260	10.636	38.308	88.381	43.080	56.415	527.583	337.140	714.667	1.153.347	17.332	2.915	2.999.245
2050	Ex	0	0	0	2	2	8	4	9	12	130	71	133	221	4	1	596
	Pr	2.620	58	87	9.202	13.482	48.559	25.389	54.607	71.511	833.706	454.138	865.691	1.397.074	21.970	3.695	3.801.788

(Ex) Existencias en miles de cabezas; (Pr) Productividad en miles de litros de leche / año.



*Figura 2.1. Existencias nacionales de bovinos y proyecciones 2011-2050.*



*Figura 2.2. Producción nacional de leche y proyecciones 2011-2050*

### 3.1.2.2 Porcinos

Las proyecciones del total nacional de porcinos fueron semejantes a los datos que la industria proyecta para los próximos 5 años, las que son consideradas como conservadoras pero dentro de lo esperado por los expertos consultados de ASPROCER<sup>6</sup>. Las proyecciones de crecimiento hasta el año 2020 equivalen a una tasa de crecimiento anual del 3.52% y pueden observarse en la Tabla 2.3 y Figura 2.3.

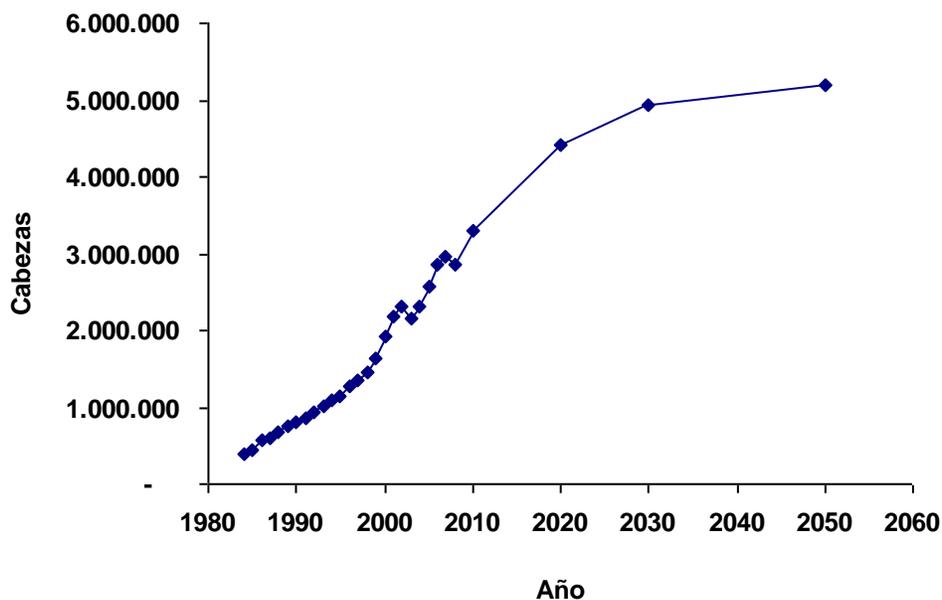
El mayor cuestionamiento a estas proyecciones es la posibilidad de que se concrete un gran proyecto privado en el valle del Huasco que incluye la instalación de 150 mil hembras en la zona. Este proyecto se encuentra aprobado por las autoridades medioambientales y está a la espera de mejores condiciones de mercado para su implementación. En ese caso, la población podría aumentar muy por sobre las proyecciones actuales, especialmente en el período 2011-2020.

Tabla 2.3. Proyecciones de existencias y productividad de porcinos por región.

PROYECCIONES DE EXISTENCIAS (miles de cabezas) Y PRODUCTIVIDAD (Ton carne en vara) PORCINOS								
Año		V	RM	VI	VII	VIII	IX	TOTAL
2011	Ex	59	484	2.444	88	187	42	3.304
	Pr	9.741	80.307	405.391	14.667	31.050	6.902	548.057
2020	Ex	78	647	3.266	118	250	56	4.416
	Pr	13.761	113.450	572.698	20.720	43.865	9.750	774.244
2030	Ex	88	724	3.655	132	280	62	4.941
	Pr	16.231	133.814	675.499	24.439	51.739	11.501	913.223
2050	Ex	92	762	3.846	139	295	65	5.199
	Pr	18.828	155.221	783.561	28.348	60.016	13.340	1.059.315

(Ex) Existencias en miles de cabezas; (Pr) Productividad en toneladas de carne en vara / año.

<sup>6</sup> Daniela Álvarez (Environmental and Project Manager) y Natalia Sepúlveda (Analista de estudios), Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile (ASPROCER).



**Figura 2.3.** Existencias porcinas y proyecciones 2011-2050.

### 3.1.3 Factores de emisión

Las emisiones de metano y óxido nitroso por fermentación entérica y manejo de estiércol fueron estimadas a partir de las existencias de bovinos y porcinos, proyectadas tal como se describió en la sección anterior.

La metodología utilizada para estimar las emisiones por región fue la misma utilizada en la última actualización de los inventarios nacionales de emisiones (Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996). Comprendió el uso de métodos nivel 1 (Tier 1) para el manejo de estiércol en porcinos (metano y óxido nitroso), de nivel 1 para la emisión de óxido nitroso de estiércol bovino y de nivel 2 (Tier 2) para las emisiones de metano por fermentación entérica y manejo del estiércol en bovinos. Los factores de emisión se muestran en las Tablas 2.4-2.5 y el potencial de calentamiento global en la Tabla 2.6.

Tabla 2.4. Factores de emisión de metano por fermentación entérica y manejo de estiércol.

FACTORES EMISIÓN DE METANO (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año)					
	Factores de emisión por fermentación entérica		Factores de emisión por manejo de estiércol.		
	Pastoreo	Confinamiento	Pastoreo zona templada (I -VII)	Pastoreo zona templada-fría (VIII-XII)	Confinamiento en cualquier condición climática.
<b>BOVINOS</b>					
Vacas en leche	72,60	76,60	2,01	1,34	108,89
Vacas carne	56,50	43,00	1,68	1,12	66,65
Vaquillas	44,40	48,60	1,23	0,82	69,07
Adultos carne	56,70	82,70	1,57	1,05	117,59
Jóvenes carne	36,70	30,70	1,02	0,68	43,73
Terneros	27,10	39,00	0,75	0,50	55,41
<b>PORCINOS</b>					
Verracos		1,00			46,92
Marranas		1,00			37,53
Juveniles		1,00			12,51

Fuente: Adaptado de González et al. (2009).

Tabla 2.5. Factores de emisión de óxido nitroso por manejo de estiércol.

FACTORES DE EMISIÓN DE ÓXIDO NITROSO POR SISTEMA DE MANEJO DE ESTIÉRCOL (kg N <sub>2</sub> O/kg N excretado)	
Lagunas anaeróbicas	0,001
Sistema de tipo líquido	0,001
Abono diario	0
Almacenamiento sólido y parcelas secas	0,02
Praderas y pastizales	0,02
Otros sistemas	0,005

Fuente: Valores por defecto, Directrices IPCC 1996.

Tabla 2.6. Potencial de calentamiento global (PCG) de los GEI.

GAS	PCG
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310

Fuente: IPCC/TEAP, 2005.

#### 3.1.4 Emisiones de GEI

Los valores estimados de emisiones por tipo de animal se muestran para cada región en la Tabla 2.7.

Finalmente, la estimación de las emisiones por unidad de producto se obtuvo dividiendo las proyecciones de emisiones (Tabla 2.4 y 2.5) por las proyecciones de producción (Tablas 2.1 a 2.3). Los valores calculados se muestran en las Tablas 2.7 y 2.8.

Tabla 2.7. Proyección de emisiones de gases efecto invernadero por producto y región (tCO<sub>2</sub>e/año).

PROYECCIÓN EMISIONES GEI (tCO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2011	BC	1.677	27	243	5.619	38.881	91.917	71.139	65.685	233.772	380.923	595.542	448.550	750.425	190.862	138.381	3.013.644
	VL	1.049	19	31	3.684	5.397	19.395	98.029	21.810	28.562	103.975	79.772	200.505	333.356	4.910	826	901.319
	P	-	-	-	-	-	21.396	176.388	890.414	32.214	68.200	15.160	-	-	-	-	1.203.772
	<b>Total</b>	<b>2.725</b>	<b>46</b>	<b>274</b>	<b>9.303</b>	<b>44.278</b>	<b>132.708</b>	<b>345.556</b>	<b>977.909</b>	<b>294.548</b>	<b>553.098</b>	<b>690.474</b>	<b>649.055</b>	<b>1.083.781</b>	<b>195.772</b>	<b>139.207</b>	<b>5.118.735</b>
2020	BC	1.130	-	148	5.830	37.752	77.394	45.644	24.858	197.782	349.909	561.727	489.415	815.659	210.867	143.895	2.962.008
	VL	1.127	24	39	3.957	5.797	20.832	70.505	23.426	30.678	159.693	91.700	206.492	343.311	5.274	885	963.738
	P	-	-	-	-	-	28.593	235.728	1.189.962	43.051	91.144	20.259	-	-	-	-	1.608.737
	<b>Total</b>	<b>2.256</b>	<b>24</b>	<b>188</b>	<b>9.787</b>	<b>43.549</b>	<b>126.819</b>	<b>351.876</b>	<b>1.238.246</b>	<b>271.511</b>	<b>600.745</b>	<b>673.686</b>	<b>695.906</b>	<b>1.158.969</b>	<b>216.141</b>	<b>144.779</b>	<b>5.534.483</b>
2030	BC	597	-	128	6.049	37.469	64.983	20.149	3.586	167.434	332.625	527.911	530.279	880.892	230.871	146.491	2.949.463
	VL	1.232	26	43	4.328	6.340	22.784	49.245	25.621	33.552	213.117	105.112	218.736	363.667	5.768	968	1.050.538
	P	-	-	-	-	-	31.998	263.795	1.331.649	48.178	101.996	22.672	-	-	-	-	1.800.287
	<b>Total</b>	<b>1.829</b>	<b>26</b>	<b>171</b>	<b>10.376</b>	<b>43.809</b>	<b>119.765</b>	<b>333.188</b>	<b>1.360.856</b>	<b>249.164</b>	<b>647.737</b>	<b>655.695</b>	<b>749.014</b>	<b>1.244.559</b>	<b>236.639</b>	<b>147.459</b>	<b>5.800.288</b>
2050	BC	147	-	113	6.653	38.932	47.297	9.611	-	116.792	313.710	528.753	614.296	1.011.360	270.880	154.601	3.113.144
	VL	1.484	31	52	5.211	7.635	27.436	13.439	30.853	40.404	319.936	134.510	251.711	418.491	6.946	1.165	1.259.304
	P	-	-	-	-	-	33.667	277.553	1.401.100	50.690	107.316	23.854	-	-	-	-	1.894.181
	<b>Total</b>	<b>1.631</b>	<b>31</b>	<b>165</b>	<b>11.865</b>	<b>46.566</b>	<b>108.399</b>	<b>300.603</b>	<b>1.431.954</b>	<b>207.886</b>	<b>740.962</b>	<b>687.117</b>	<b>866.007</b>	<b>1.429.851</b>	<b>277.826</b>	<b>155.766</b>	<b>6.266.629</b>

(BC) Bovinos de carne; (VL) Vacas lecheras; (P) Porcinos.

Tabla 2.8. Proyección de emisiones de gases efecto invernadero (tCO<sub>2</sub>e/producto) por unidad de producto y por región.

PROYECCIÓN EMISIONES POR UNIDAD DE PRODUCTO POR REGIÓN																
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
2011	BC	15,0	14,2	16,4	14,8	15,6	14,9	14,1	15,1	15,0	14,6	14,9	13,8	13,7	14,7	14,9
	VL	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	P	-	-	-	-	-	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	-	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>15,7</b>	<b>14,7</b>	<b>17,1</b>	<b>15,5</b>	<b>16,3</b>	<b>17,8</b>	<b>16,9</b>	<b>18,0</b>	<b>17,8</b>	<b>17,3</b>	<b>17,5</b>	<b>14,1</b>	<b>14,0</b>	<b>15,1</b>	<b>15,3</b>
2020	BC	14,5	-	19,2	15,0	15,8	14,7	13,6	16,3	15,0	14,5	14,9	13,8	13,6	14,6	15,0
	VL	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
	P	-	-	-	-	-	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	-	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>15,1</b>	<b>0,6</b>	<b>19,9</b>	<b>15,6</b>	<b>16,4</b>	<b>17,4</b>	<b>16,3</b>	<b>19,0</b>	<b>17,7</b>	<b>17,0</b>	<b>17,4</b>	<b>14,1</b>	<b>13,9</b>	<b>15,0</b>	<b>15,3</b>
2030	BC	13,4	-	19,1	15,2	16,1	14,6	12,3	19,4	15,2	14,5	15,0	13,8	13,6	14,6	14,7
	VL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	P	-	-	-	-	-	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>14,0</b>	<b>0,6</b>	<b>19,7</b>	<b>15,8</b>	<b>16,7</b>	<b>17,1</b>	<b>14,8</b>	<b>21,9</b>	<b>17,8</b>	<b>16,9</b>	<b>17,2</b>	<b>14,1</b>	<b>13,9</b>	<b>14,9</b>	<b>15,0</b>
2050	BC	12,3	-	19,4	15,6	16,7	14,3	12,7	-	16,2	14,8	14,9	13,8	13,5	14,5	14,5
	VL	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	P	-	-	-	-	-	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	-	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>12,9</b>	<b>0,5</b>	<b>20,0</b>	<b>16,2</b>	<b>17,2</b>	<b>16,6</b>	<b>15,0</b>	<b>2,4</b>	<b>18,5</b>	<b>17,0</b>	<b>16,9</b>	<b>14,1</b>	<b>13,8</b>	<b>14,8</b>	<b>14,8</b>

(BC) Bovinos de carne (tCO<sub>2</sub>e/ton carne vara); (VL) Vacas lecheras (tCO<sub>2</sub>e/MIl leche); (P) Porcinos (tonCO<sub>2</sub>e/ton carne vara).

## 3.2 Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes

### 3.2.1 Metodología para el cálculo de la línea base

Para establecer la línea base se estimó la producción de equivalentes de CO<sub>2</sub> en base al consumo de nitrógeno aplicado a los suelos. Este consumo fue determinado con la dosis de fertilizante nitrogenado recomendada para la producción y con la proyección de la extensión de la superficie sembrada y/o plantada.

Se utilizó como base de datos: i) los Censos Agropecuarios, ii) los informes anuales de Estadísticas Agropecuarias (INE) y iii) la producción agrícola (ODEPA). Las estimaciones se realizaron para los años 2011, 2020, 2030 y 2050.

Las proyecciones de superficies para los cultivos anuales (trigo, maíz, papas, y remolacha) y permanentes (paltas, pomáceas, carozos, uva, cítricos, nogales, olivos) se realizaron a partir de la tendencia de los datos históricos disponibles de los últimos 10 años y de la opinión de un panel experto, lo que permitió considerar el comportamiento del mercado para cada uno de los cultivos implicados en el análisis.

Se estimaron proyecciones de superficies sembradas para las regiones de mayor importancia en el rubro y de las cuales se tienen estadísticas detalladas, es decir: Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos, y Los Ríos. El resto de las regiones no se consideró por no presentar relevancia agrícola en los cultivos de maíz, trigo, papas y remolacha.

Debido a que las bases de datos de las superficies de especies frutales a nivel regional son discontinuas y están supeditadas a catastros frutícolas realizados cada seis o siete años, se realizó una proyección mediante una estimación de la superficie que usa como referencia el valor porcentual de participación de la superficie plantada de frutales en cada región según datos entregados por el Censo Agropecuario 2007.

### 3.2.2 Proyecciones de superficie

Las proyecciones de superficies por región, indican que los cultivos permanentes tenderían a concentrarse entre las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins. En cambio, los cultivos anuales tenderían a concentrarse entre las regiones de O'Higgins, Maule, Biobío y Araucanía. Los resultados de la proyección de superficies se muestran en la Tabla 2.9 y señalan que hacia el 2050, la superficie sembrada y plantada aumentará con la mayor demanda tanto interna como externa por productos agroindustriales, frutas frescas y consumo animal, a excepción de la remolacha que

tenderá a estabilizarse y mantener su superficie sembrada de acuerdo a lo señalado por expertos de la Industria Azucarera Nacional S.A.<sup>7</sup> (IANSA).

---

<sup>7</sup> Alvaro Prieto. IANSA AGRO

Tabla 2.9. Proyección de superficie por cultivos y por región (ha).

		SUPERFICIE PROYECTADA (ha) POR REGIÓN																
Año	Cultivo	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total	
2011	PA	39	1	1	403	6.015	19.343	6.056	2.554	75	31	-	-	-	-	-	34.518	
	PO	3	5	19	10	409	431	1.404	13.241	19.960	1.917	2.494	544	632	22	-	41.090	
	CA	4	4	2	70	1.234	5.346	11.215	21.400	2.214	115	70	15	18	4	-	41.710	
	UV	-	-	3	7.579	9.394	11.226	10.742	14.600	300	5	4	-	-	-	-	53.851	
	CI	38	113	7	286	2.244	3.524	4.877	4.100	292	58	35	-	-	-	-	15.574	
	NO	-	-	-	33	1.433	2.600	5.392	2.294	625	392	130	-	-	-	-	12.899	
	OL	1.504	21	12	3.308	1.994	1.486	1.396	2.350	3.477	808	74	-	-	-	-	16.430	
	TR	-	-	-	-	4.447	2.153	8.895	13.743	39.142	99.890	126.969	19.786	16.604	-	-	-	331.629
	MA	-	-	-	-	210	1.304	15.509	52.666	43.240	13.436	349	-	-	-	-	-	126.714
	PP	-	-	-	-	3.541	716	3.263	306	2.580	8.304	15.926	5.399	12.438	-	-	-	52.473
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	3.996	16.884	736	-	-	-	-	-	21.615	
	<b>TOTAL</b>	<b>1.588</b>	<b>142</b>	<b>44</b>	<b>11.688</b>	<b>30.922</b>	<b>48.129</b>	<b>68.749</b>	<b>127.254</b>	<b>115.901</b>	<b>141.839</b>	<b>146.786</b>	<b>25.742</b>	<b>29.692</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>748.503</b>	
2020	PA	42	1	1	441	6.590	21.191	6.635	2.798	82	34	-	-	-	-	-	37.815	
	PO	3	5	19	9	393	414	1.350	12.731	19.192	1.843	2.398	523	607	21	-	39.508	
	CA	4	4	2	72	1.273	5.518	11.575	22.087	2.285	118	72	15	19	4	-	43.048	
	UV	-	-	3	7.815	9.686	11.575	11.076	15.055	309	5	4	-	-	-	-	55.528	
	CI	39	115	7	292	2.293	3.601	4.984	4.191	298	59	36	-	-	-	-	15.915	
	NO	-	-	-	36	1.558	2.825	5.860	2.493	679	426	141	-	-	-	-	14.018	
	OL	2.197	31	17	4.829	2.912	2.170	2.038	3.431	5.077	1.180	108	-	-	-	-	23.990	
	TR	-	-	-	-	4.703	2.277	9.406	14.533	41.393	105.635	134.271	20.924	17.559	-	-	-	350.702
	MA	-	-	-	-	218	1.350	16.067	54.560	44.795	13.919	361	-	-	-	-	-	131.271
	PP	-	-	-	-	3.332	674	3.069	288	2.428	7.813	14.983	5.079	11.702	-	-	-	49.368
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	5.086	21.489	936	-	-	-	-	-	27.511	
	<b>TOTAL</b>	<b>2.285</b>	<b>156</b>	<b>49</b>	<b>13.494</b>	<b>32.958</b>	<b>51.596</b>	<b>72.060</b>	<b>132.167</b>	<b>121.624</b>	<b>152.521</b>	<b>153.311</b>	<b>26.541</b>	<b>29.887</b>	<b>25</b>	<b>-</b>	<b>788.674</b>	

SUPERFICIE PROYECTADA (ha) POR REGIÓN																	
2030	PA	45	1	1	470	7.023	22.584	7.071	2.982	87	36	-	-	-	-	-	40.300
	PO	3	4	18	9	382	403	1.312	12.376	18.657	1.792	2.331	508	590	21	-	38.406
	CA	4	4	2	74	1.303	5.645	11.842	22.596	2.338	121	73	16	19	4	-	44.041
	UV	-	-	3	7.990	9.903	11.834	11.324	15.392	316	5	5	-	-	-	-	56.772
	CI	40	117	8	297	2.330	3.659	5.064	4.257	303	60	37	-	-	-	-	16.172
	NO	-	-	-	38	1.644	2.982	6.186	2.632	717	450	149	-	-	-	-	14.798
	OL	2.532	35	20	5.566	3.356	2.501	2.349	3.954	5.851	1.360	125	-	-	-	-	27.649
	TR	-	-	-	-	4.938	2.391	9.877	15.260	43.463	110.917	140.985	21.970	18.437	-	-	368.237
	MA	-	-	-	-	229	1.418	16.871	57.288	47.035	14.615	380	-	-	-	-	137.835
	PP	-	-	-	-	3.177	643	2.926	275	2.315	7.448	14.285	4.842	11.156	-	-	47.067
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	5.086	21.489	936	-	-	-	-	27.511	
<b>TOTAL</b>	<b>2.624</b>	<b>161</b>	<b>52</b>	<b>14.444</b>	<b>34.285</b>	<b>54.060</b>	<b>74.821</b>	<b>137.012</b>	<b>126.168</b>	<b>158.293</b>	<b>159.306</b>	<b>27.336</b>	<b>30.202</b>	<b>25</b>	<b>-</b>	<b>818.788</b>	
2050	PA	49	1	1	510	7.605	24.457	7.657	3.230	94	39	-	-	-	-	43.643	
	PO	3	4	17	9	368	388	1.264	11.923	17.973	1.726	2.245	490	569	20	-	36.999
	CA	4	4	2	76	1.342	5.814	12.196	23.272	2.408	125	76	16	20	4	-	45.359
	UV	-	-	3	8.222	10.191	12.179	11.654	15.839	325	5	5	-	-	-	-	58.423
	CI	41	119	8	303	2.379	3.735	5.170	4.346	309	61	37	-	-	-	-	16.508
	NO	-	-	-	41	1.755	3.183	6.603	2.809	765	480	159	-	-	-	-	15.795
	OL	2.895	40	22	6.366	3.839	2.860	2.687	4.522	6.692	1.555	142	-	-	-	-	31.620
	TR	-	-	-	-	5.432	2.630	10.864	16.786	47.809	122.009	155.083	24.167	20.281	-	-	405.061
	MA	-	-	-	-	251	1.560	18.558	63.017	51.738	16.076	418	-	-	-	-	151.618
	PP	-	-	-	-	2.970	601	2.736	257	2.164	6.965	13.357	4.528	10.431	-	-	44.009
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	5.086	21.489	936	-	-	-	-	27.511	
<b>TOTAL</b>	<b>2.992</b>	<b>168</b>	<b>53</b>	<b>15.527</b>	<b>36.133</b>	<b>57.407</b>	<b>79.389</b>	<b>146.001</b>	<b>135.364</b>	<b>170.530</b>	<b>172.458</b>	<b>29.201</b>	<b>31.301</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>876.546</b>	

(PA) paltas; (PO) pomáceas; (CA) carozos; (UV) uva; (CI) cítricos; (NO) nogales; (OL) olivos; (TR) trigo; (MA) maíz; (PP) papas; (RE) remolacha

### 3.2.3 Factores de emisión

Para el establecimiento de la línea base, se estimaron las emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) a partir de la aplicación de nitrógeno a los suelos, lo cual tiene un origen directo e indirecto, además de representar el mayor impacto en la generación de GEI. Se debe notar que las estimaciones de emisión de nitrógeno son altamente inciertas en este contexto ya a que se utilizan factores derivados fuera de Chile.

Las emisiones directas corresponden a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, el aporte de nitrógeno excretado por el pastoreo de los animales, compost y residuos vegetales. Las emisiones indirectas son las que se generan producto de la lixiviación o filtración en el suelo de nitrógeno, deposición atmosférica o pérdidas por volatilización y por fijación del amoníaco en el suelo, además de las emisiones que volatilizan por las excretas del ganado. En esta sección, no se consideran las emisiones directas por aporte de nitrógeno excretado por el pastoreo de los animales y las emisiones indirectas por volatilización del nitrógeno por las excretas del ganado, debido a que son consideradas en el sector ganadería. El uso de compost y residuos vegetales no son considerados debido a la escasez de información.

En la estimación de las emisiones de GEI para cada cultivo tanto a nivel regional como total país se utilizó el método de cálculo del 1a del IPCC 1996. Los factores de emisión, fracciones y factores de conversión utilizados fueron obtenidos de los manuales de IPCC (Tablas 2.10, 2.11 y 2.12). En la Tabla 2.12 se utilizan valores del IPCC 1996 debido a que están asociados a los inventarios utilizados.

Tabla 2.10. Factores de emisión para las emisiones de  $N_2O$ .

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN
Emisiones directas (Kg $N_2O$ -N/Kg aporte de N)	0,0125
Emisiones por lixiviación (Kg $N_2O$ -N/Kg lixiviación N)	0,025
Emisiones indirectas (Kg $N_2O$ -N/Kg $NH_3$ -N y $NO_x$ -N emitidos)	0,01

Fuente: Tabla 4-18, Directrices de IPCC, 1996.

Tabla 2.11. Valores por defecto de parámetros aplicados a la estimación de emisiones de  $N_2O$ .

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN
Fracción de N lixiviado (Kg N/Kg N del fertilizante)	0,3
Fracción de N en el fertilizante que volatiliza	0,1
(Kg $NH_3$ -N + $NO_x$ -N /Kg N del fertilizante)	0,1

Fuente: Tabla 4-17, Directrices de IPCC, 1996.

Tabla 2.12. Potencial de calentamiento global de los GEI.

GAS	PCG
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310

Fuente: Directrices de IPCC, 1996.

### 3.2.4 Emisiones de GEI

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) proveniente de la aplicación de nitrógeno a los suelos como resultado de la fertilización nitrogenada, fueron estimadas a partir de las superficies proyectadas, descritas en la sección 3.2.2.

Los valores estimados de emisiones de GEI para cultivos anuales y permanentes se muestran para cada región en la Tabla 2.13. La proyección de emisiones totales para los cultivos anuales analizados, indica que el mayor emisor de GEI es el cultivo trigo, seguido del maíz, que es directamente proporcional al aumento de superficie. Para los cultivos permanentes, la palta, los carozos y la uva son los mayores emisores de GEI, superando las 100 mil tCO<sub>2</sub>e, además de ser los de mayor proyección económica y de superficie plantada.

Tabla 2.13. Proyección de emisiones de GEI por cultivo y región (tCO<sub>2</sub>e/año).

PROYECCIÓN EMISIÓN DE GEI (tCO <sub>2</sub> e/ año) POR REGIÓN																		
Año	Cultivo	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total	
2011	PA	138	2	2	1.435	21.416	68.868	21.562	9.094	265	111	-	-	-	-	-	122.894	
	PO	6	10	41	20	874	920	3.000	28.285	42.639	4.096	5.327	1.161	1.349	48	-	87.776	
	CA	11	10	6	192	3.395	14.713	30.864	58.893	6.093	316	191	40	50	11	-	114.785	
	UV	-	0	6	14.293	17.716	21.172	20.259	27.535	565	9	8	-	-	-	-	101.563	
	CI	84	247	16	629	4.932	7.744	10.719	9.012	641	127	77	-	-	-	-	34.228	
	NO	-	-	-	119	5.103	9.255	19.198	8.166	2.225	1.396	461	-	-	-	-	-	45.923
	OL	5.067	71	39	11.140	6.717	5.005	4.701	7.913	11.710	2.722	249	-	-	-	-	55.334	
	TR	-	-	-	-	5.135	2.486	10.271	15.869	45.197	115.342	146.609	22.846	19.172	-	-	-	382.928
	MA	-	-	-	-	404	2.509	29.848	101.355	83.215	25.857	672	-	-	-	-	-	243.859
	PP	-	-	-	-	4.260	862	3.924	368	3.104	9.988	19.156	6.493	14.960	-	-	-	63.115
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.729	28.431	1.239	-	-	-	-	36.398	
Total																	1.288.803	
2020	PA	151	2	3	1.572	23.462	75.446	23.621	9.963	291	122	-	-	-	-	-	134.632	
	PO	6	10	40	20	840	884	2.884	27.196	40.997	3.938	5.122	1.117	1.297	46	-	84.396	
	CA	11	10	6	198	3.504	15.185	31.855	60.783	6.289	326	198	42	52	11	-	118.470	
	UV	-	0	6	14.738	18.268	21.831	20.890	28.393	583	9	8	-	-	-	-	104.726	
	CI	86	253	16	642	5.040	7.915	10.954	9.210	655	130	79	-	-	-	-	34.981	
	NO	-	-	-	129	5.546	10.059	20.865	8.875	2.419	1.517	501	-	-	-	-	-	49.911
	OL	7.398	103	57	16.265	9.807	7.308	6.864	11.554	17.097	3.974	364	-	-	-	-	80.790	
	TR	-	-	-	-	5.431	2.629	10.861	16.781	47.796	121.976	155.042	24.160	20.275	-	-	-	404.951
	MA	-	-	-	-	419	2.599	30.921	105.000	86.207	26.787	696	-	-	-	-	-	252.628
	PP	-	-	-	-	4.008	811	3.692	346	2.920	9.397	18.022	6.109	14.075	-	-	-	59.379
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	8.564	36.186	1.577	-	-	-	-	-	46.327	
Total																	1.371.192	

(PA) paltas, (PO) pomáceas, (CA) carozos, (UV) uva, (CI) cítricos, (NO) nogales, (OL) olivos, (TR) trigo, (MA) maíz, (PP) papas, (RE) remolacha

PROYECCIÓN EMISIÓN DE GEI (tCO2e/ año) POR REGIÓN																		
Año	Cultivo	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total	
2030	PA	161	2	3	1.675	25.004	80.406	25.174	10.618	310	130	-	-	-	-	-	143.482	
	PO	6	10	39	19	817	860	2.804	26.438	39.854	3.828	4.979	1.085	1.261	45	-	82.044	
	CA	11	10	6	203	3.585	15.535	32.589	62.184	6.434	333	202	43	53	12	-	121.200	
	UV	-	0	6	15.068	18.677	22.320	21.357	29.028	596	9	9	-	-	-	-	107.070	
	CI	88	257	17	653	5.121	8.041	11.129	9.357	666	132	80	-	-	-	-	35.539	
	NO	-	-	-	136	5.854	10.618	22.025	9.369	2.553	1.602	529	-	-	-	-	-	52.687
	OL	8.526	119	66	18.746	11.303	8.422	7.911	13.316	19.705	4.580	419	-	-	-	-	93.112	
	TR	-	-	-	-	5.702	2.761	11.404	17.620	50.186	128.074	162.794	25.368	21.289	-	-	-	425.199
	MA	-	-	-	-	440	2.729	32.467	110.250	90.518	28.126	730	-	-	-	-	-	265.260
	PP	-	-	-	-	3.821	773	3.520	330	2.784	8.959	17.182	5.824	13.418	-	-	-	56.611
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.564	36.186	1.577	-	-	-	-	46.327	
Total																	1.428.532	
2050	PA	174	2	3	1.814	27.077	87.073	27.262	11.499	336	140	-	-	-	-	-	155.380	
	PO	6	9	37	18	787	828	2.701	25.469	38.394	3.688	4.796	1.046	1.215	43	-	79.038	
	CA	12	11	6	209	3.692	16.000	33.564	64.045	6.627	343	208	44	55	12	-	124.827	
	UV	-	0	6	15.506	19.220	22.969	21.978	29.872	613	9	9	-	-	-	-	110.184	
	CI	89	262	17	666	5.228	8.208	11.361	9.552	680	134	82	-	-	-	-	36.280	
	NO	-	-	-	145	6.248	11.333	23.508	10.000	2.725	1.710	565	-	-	-	-	-	56.235
	OL	9.751	136	75	21.440	12.928	9.633	9.048	15.230	22.537	5.238	480	-	-	-	-	106.497	
	TR	-	-	-	-	6.272	3.037	12.545	19.382	55.205	140.882	179.073	27.905	23.418	-	-	-	467.719
	MA	-	-	-	-	484	3.002	35.714	121.275	99.570	30.938	803	-	-	-	-	-	291.786
	PP	-	-	-	-	3.573	723	3.291	309	2.603	8.377	16.066	5.446	12.547	-	-	-	52.934
RE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.564	36.186	1.577	-	-	-	-	46.327	
Total																	1.527.207	

(PA) paltas, (PO) pomáceas, (CA) carozos, (UV) uva, (CI) cítricos, (NO) nogales, (OL) olivos, (TR) trigo, (MA) maíz, (PP) papas, (RE) remolacha

### 3.3 Sub-sector Suelos Degradados

#### 3.3.1 Metodología para el cálculo de la línea base

Para establecer la línea base del sub-sector Suelos Degradados se realizó una sistematización de las actividades sujetas a bonificación por el Programa SIRSD (Sistema de Incentivo para la Recuperación de Suelos Degradados) en adelante RSD, incluyendo las labores o actividades bonificadas registradas en la base de datos facilitada por el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) para el período 2000-2009 y las actividades bonificadas registradas en la base de datos de INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario) para el período 2007-2009. De estas bases de datos se procedió a seleccionar las actividades que estuvieran implicadas en la mitigación o emisión de GEI, con base en la literatura de referencia (Capítulo I sección 7.4) y en el juicio de expertos.

Si bien el programa RSD separa las actividades bonificables en 6 programas diferentes (*i.e.* Conservación de Suelos, Fertilización Fosfatada, Enmiendas Calcáreas, Praderas, Rehabilitación de Suelos, Rotación de Cultivos), para facilitar el análisis se decidió trabajar en función de las actividades y no de los programas, ya que producto de que el objetivo del RSD no está relacionado con la mitigación de GEI, los programas predefinidos no siempre agrupan actividades con un efecto sobre los GEI similares. En vista de estos antecedentes se resolvió reagrupar las actividades seleccionadas en cinco grupos definidos en función de la implicancia de cada una de las actividades en el balance de GEI.

Los cinco grupos de actividades GEI y sus respectivos criterios de selección son los siguientes:

- 1) Abono Orgánico: Actividades orientadas a incorporar fertilizantes de origen natural al suelo, como compost, guanos y rastrojos.
- 2) Enmiendas Calcáreas: Actividades orientadas a la incorporación de calcio, principalmente con el objetivo de corregir la acidez de los suelos.
- 3) Cero Labranza: Conjunto de labores de preparación de suelos que poseen bajo impacto sobre la estructura y composición de los suelos.
- 4) Habilitación Agrícola: Actividades tendientes a eliminar la cobertura de vegetación con características no forrajeras, así como el despeje de tocones y troncos que dificulten el uso agropecuario del terreno.
- 5) Praderas: Todas aquellas actividades que se traducen en la implementación de una cobertura vegetal con fisionomía de pradera.

De acuerdo a la base de datos del Programa RSD del SAG, para el período 2000-2009 existen un total de 354 actividades sujetas a bonificación. De estas actividades se seleccionaron 204 como relacionadas con emisión/secuestro de GEI. En la base de datos suministrada por INDAP (período 2007-2009) se identificaron 169 actividades, de las cuales se seleccionaron 97 actividades relacionadas con emisión/secuestro de GEI. Debido a que no fue posible conseguir datos detallados para las actividades bonificadas por INDAP entre los años 2000-2006, se decidió asumir

que las bonificaciones para las actividades implicadas en mitigación de GEI por el INDAP durante dicho período, se comportan de forma similar que la suma de todas las actividades bonificadas por dicha institución para ese período.

Para todos los cálculos se asumió que independiente de la posible existencia de superficies bonificadas tanto por el SAG y el INDAP, las estimaciones no se sobreponen porque se trabaja en base a las actividades.

Teniendo como antecedente que la suma de superficies de las actividades seleccionadas identificadas “como implicadas en la mitigación de GEI” tiene una tendencia similar a la suma total de actividades en el programa RSD (SAG+INDAP), y que los presupuestos anuales para la suma de todas las actividades del programa se han mantenido relativamente constantes durante los últimos años, se obtuvo una predicción de la superficie de terrenos que serán beneficiados por labores incorporadas en cada uno de los cinco grupos de actividades GEI identificadas para el año 2010 en base a la media aritmética y línea de tendencia de cada uno de los grupos de actividades durante el período 2000-2009.

El 9 de febrero de 2010 entró en vigencia la ley 20.412 (Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios) cuyo reglamento entró en vigencia el 10 de agosto del mismo año (Decreto 59 del Ministerio de Agricultura). Para incorporar en la línea base los cambios que traerá el reglamento del programa RSD, en particular una reformulación de las prioridades, se tomó como referencia principal las estimaciones proporcionadas por los expertos de ODEPA en relación a su reorientación. Estas directrices indican que un 90% del presupuesto se destinarán a tres programas de carácter productivo por ejemplo enmiendas, fertilización y praderas (Grupo 2 en la Tabla 2.14), dejando sólo el 10% para los otros tres programas a aplicar en todo el país (Grupo 1 en la Tabla 2.14). En función de dicha información, se consideró prudente que la nueva orientación del programa tomará un plazo de 4 años para lograr traspasar a los agricultores la redistribución del presupuesto deseada.

Tabla 2.14. Proyección de la distribución de presupuesto por programa con el nuevo reglamento. Los datos para el año 2010 corresponden a la distribución de presupuesto actual, sin la entrada en vigencia del nuevo reglamento.

PROYECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE PRESUPUESTO POR PROGRAMA CON NUEVO REGLAMENTO								
Año	Con. Suelos <sup>1</sup>	Reh. Suelos <sup>1</sup>	Rot. Cultivos <sup>1</sup>	Enm. Calc. <sup>2</sup>	Fert. Fosfat. <sup>2</sup>	Praderas <sup>2</sup>	Grupo 1	Grupo 2
2010	30,61%	7,01%	4,79%	8,35%	28,13%	21,11%	42,41%	57,59%
2011	24,77%	5,67%	3,87%	9,53%	32,09%	24,08%	34,31%	65,69%
2012	18,92%	4,33%	2,96%	10,70%	36,04%	27,05%	26,20%	73,80%
2013	13,07%	2,99%	2,04%	11,88%	40,00%	30,02%	18,10%	81,90%
2014	7,22%	1,65%	1,13%	13,05%	43,96%	32,99%	10,00%	90,00%

Debido a que los análisis se realizan en función de los grupos de actividades, y no en función de los programas RSD en sí (estos incluyen tanto actividades implicadas, como no implicadas en la emisión/secuestro de GEI), fue necesario generar una nueva tabla en la que se proyectaran los

efectos del cambio presupuestario sobre cada uno de los grupos de actividades GEI con que se trabajó (Tabla 2.15).

Tabla 2.15. Proyección de los cambios en la distribución de presupuesto por grupo de actividades GEI con el nuevo reglamento para el período 2011-2014. Los datos para el año 2010 corresponden a la distribución de presupuesto actual, sin la entrada en vigencia del nuevo reglamento.

PROYECCIÓN DISTRIBUCIÓN DE PRESUPUESTO POR GRUPO DE ACTIVIDADES GEI CON NUEVO REGLAMENTO							
Grupo Actividades	Cero. Labr.	Praderas	Abon. Orgán.	Hab. Agríc.	Praderas	Enm. Cal.	Praderas
Año / Programa*	Cons. Suel.	Cons. Suel.	Cons. Suel.	Rehab. Sue.	Rot. Cult.	Enm. Cal.	Praderas
2010	2,10%	0,16%	7,66%	5,49%	4,79%	8,35%	17,68%
2011	1,70%	0,13%	6,20%	4,44%	3,87%	9,53%	20,16%
2012	1,30%	0,10%	4,73%	3,39%	2,96%	10,70%	22,65%
2013	0,90%	0,07%	3,27%	2,34%	2,04%	11,88%	25,14%
2014	0,50%	0,04%	1,81%	1,30%	1,13%	13,05%	27,62%

\* Se refiere al programa RSD del cual se desprende cada grupo de actividades

Para obtener la participación de cada región administrativa respecto de la superficie bonificada por labores del Programa RSD vinculadas a cada uno de los cinco grupos de actividades GEI identificadas, se procedió a desagregar la información histórica obtenida de las bases de datos del SAG (2000-2009) y del INDAP (2007-2009), en función del porcentaje relativo de participación de cada región sobre el total de hectáreas bonificadas por grupo de actividades (Tabla 2.16).

Tabla 2.16. Porcentaje de participación histórica, en términos de superficie bonificada, de cada una de los grupos de actividades GEI por región administrativa.

% RELATIVOS DE PARTICIPACIÓN POR SUPERFICIE REGIONAL POR ACTIVIDAD GEI															
Grupo	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Abono Orgánico	0,69	0,52	0,94	1,82	3,09	4,26	4,51	6,64	22,16	26,27	21,72	0,66	6,70	0,01	0,00
Enmiendas Calcáreas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	2,33	6,48	22,00	18,30	49,11	1,29	0,00
Cero Labranza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,01	1,72	26,98	64,30	3,69	3,21	0,00	0,00
Habilitación Agrícola	0,99	0,11	0,40	0,67	1,89	1,03	0,64	4,01	0,81	13,80	12,02	2,05	14,21	31,03	16,33
Pradera	0,34	0,02	0,01	0,28	0,38	0,66	0,49	1,70	5,48	18,60	30,43	11,89	20,06	8,73	0,92

### 3.3.2 Estimaciones y proyecciones de superficie

El período de proyección de la línea de base sólo se hizo hasta el año 2022, ya que la ley actual involucra la entrega de presupuestos únicamente hasta ese año. Para proyectar la tendencia de hectáreas bonificadas entre 2011 y 2022 se utilizó un procedimiento similar al utilizado para proyectar las hectáreas bonificadas para 2010 (basado en la línea de tendencia y media aritmética del período anterior para cada año proyectado), pero tomando en cuenta los cambios presupuestarios relacionados con la entrada en vigencia del nuevo reglamento y la superficie regional disponible en cada caso.

Los valores de superficies bonificadas proyectados para los años 2011 y 2020 fueron multiplicados por los valores de participación regional por actividad (Tabla 2.16) de manera de tener un

pronóstico de la participación de cada región, en términos de superficie, por grupo de actividades para los años anteriormente mencionados (Tabla 2.17).

Tabla 2.17. Proyección de superficie por actividad y por región.

PROYECCIÓN SUPERFICIE (ha) POR GRUPO DE ACTIVIDADES GEI POR REGION ADMINISTRATIVA																	
		XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	67,8	50,9	92,4	178,3	303,9	418,9	442,9	651,8	2176,9	2580,8	2133,7	64,8	658,4	1,4	0,0	9.755
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,8	770,1	2145,1	7278,2	6053,8	16244,6	425,8	0,5	33.080
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,1	1,4	0,7	140,4	2199,5	5242,3	300,5	261,4	0,0	0,0	8.153
	HA	107,0	11,8	43,4	72,5	204,3	111,6	68,6	432,5	87,8	1489,1	1296,5	221,6	1533,0	3348,3	1762,4	10.683
	P	142,4	9,0	5,3	115,3	158,3	272,8	202,7	707,8	2280,4	7736,4	12658,9	4945,0	8344,9	3631,0	384,6	41.452
Tot. 2011		317,2	71,7	141,1	366,1	666,5	810,4	715,6	1954,7	5455,6	16150,8	28609,6	11585,7	27042,3	7406,6	2147,5	103.124
2020	AO	28,2	21,2	38,5	74,2	126,5	174,3	184,3	271,3	905,9	1074,0	887,9	27,0	274,0	0,6	0,0	4.060
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	211,2	1004,9	2799,1	9497,2	7899,5	21197,3	555,7	0,7	43.166
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,0	0,6	0,3	58,4	915,3	2181,6	125,0	108,8	0,0	0,0	3.393
	HA	44,5	4,9	18,1	30,2	85,0	46,4	28,5	180,0	36,5	619,7	539,5	92,2	638,0	1393,4	733,4	4.446
	P	164,8	10,5	6,1	133,4	183,2	315,9	234,6	819,5	2640,0	8956,3	14655,0	5724,8	9660,8	4203,6	445,3	47.989
Tot. 2020		237,6	36,5	62,6	237,8	394,8	539,6	448,1	1482,2	4645,8	14364,4	27761,2	13868,5	31878,8	6153,2	1179,4	103.053
2030*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Tot. 2030		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2050*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Tot. 2050		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcáreas; (CL) Cero Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. Todos los valores están en hectáreas. (\*) No hay datos, ya que el programa sólo se evalúa hasta el año 2022.

### 3.3.3 Factores de emisión

Para obtener los valores de emisión/secuestro de GEI de los diferentes grupos de actividades identificadas, se buscó en la literatura factores de emisión para dichas actividades. Tomando en cuenta que estos factores de emisión pueden ser diferentes para zonas con climas distintos, se aplicó juicio de experto<sup>8</sup> tomando como referencia la información disponible en la literatura citada a continuación, de manera de poder establecer valores de emisión/secuestro específicos por región administrativa. En caso de no encontrar dichos valores en la literatura se consultó a especialistas para determinar los factores (Tabla 2.18). Estos datos deben ser considerados como referenciales ya que el cálculo de emisiones/captura de GEI para reporte de emisiones sigue un protocolo de determinación de factores de emisión y emisiones que es regulado y administrado por el IPCC. En este caso la determinación de factores es una combinación de opinión experta y datos de literatura, por lo que no puede ser considerado como un dato aceptado por el IPCC, si bien da una referencia válida para estas actividades. Asimismo estos factores de emisión hacen referencia a las emisiones que generan las actividades del programa RSD y no hacen referencia a emisiones del y desde el suelo, ya que es un área en la que existe mucha incertidumbre.

Tabla 2.18. Factores de emisión por actividad GEI y región administrativa.

FACTORES DE EMISIÓN (tCO <sub>2</sub> e ha/año)															
Actividad / Región	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Abono Orgánico(1)	-1,54	-1,54	-1,54	-1,54	-1,54	-2,79	-2,79	-2,79	-2,79	-2,79	-1,54	-1,54	-1,54	-2,79	-1,54
Enmiendas Calcáreas(2)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Cero Labranza(1)	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,72	-0,72	-0,72	-0,53	-0,53	-0,17	-0,17	-0,35	-0,53	-0,35
Habilitación Agrícola(1)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Praderas(1)	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,11	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,80	-0,13	-0,13	-0,11	-0,80	-0,11

(1) Valores obtenidos de tabla 8.4 en Smith *et al.*, 2007, basados en IPCC 2006. Para cotejar valores en Smith *et al.*, 2007 ver: Abono Orgánico (*Manure/Biosolid Application*); Cero Labranza (*Tillage and residue management*); Habilitación Agrícola (*Restoration of degraded lands*) valor invertido asumiendo una cobertura de matorral del 20%; Praderas (*Grasslands*).

(2) Valores del IPCC 1996 ajustados por dosis de aplicación consultada a experto Dra. Claudia Bonomelli, de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile (dosis asumida de 2 t/ha). Valores negativos indican secuestro de GEI a través de la incorporación de compuestos orgánicos en suelos y/o en tejidos vivos. Valores positivos indican liberación de GEI a la atmósfera.

### 3.3.4 Emisiones de GEI

Para calcular las proyecciones de emisión/secuestro de GEI por grupo de actividades por región administrativa, se tomaron las superficies proyectadas por grupo de actividades por región (Tabla 2.17) y se multiplicaron por los factores de emisión identificados para cada grupo de actividades por región (Tabla 2.17). Con esta información fue posible generar una tabla que resume la incidencia de la línea base proyectada por cada región administrativa, así como la incidencia por

<sup>8</sup> Expertos Consultados: (1) Eduardo Arellano O., Ingeniero Forestal, PhD; (2) Claudia Bonomelli P., Ingeniero Agrónomo, PhD. Profesores de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

cada uno de los grupos de actividades en la mitigación de GEI para los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (Tabla 2.18).

Tabla 2.18. Proyección de emisiones/secuestro de GEI por actividad y región.

PROYECCIÓN EMISIÓN/SECUESTRO DE GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	-104,4	-78,3	-142,3	-274,6	-468,0	-645,1	-682,1	-1818,6	-6073,6	-7200,4	-5953,0	-180,7	-1836,9	-2,1	0,0	25.460
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	184,8	514,8	1746,8	1452,9	3898,7	102,2	0,1	7.939
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,5	-0,5	-101,1	-1583,6	-2778,4	-159,2	-138,5	0,0	0,0	4.764
	HA	73,9	8,1	29,9	50,0	140,9	77,0	47,3	298,4	60,5	1027,4	894,6	152,9	1057,8	2310,3	1216,1	7.445
	P	-15,7	-1,0	-0,6	-12,7	-17,4	-30,0	-22,3	-566,3	-1824,3	-6189,1	-10127,1	-3956,0	-6675,9	-472,0	-50,0	29.960
Tot. 2011		-46,3	-71,2	-112,9	-237,2	-344,5	-600,6	-657,6	-2048,2	-7753,6	-13430,9	-16217,1	-2690,1	-3694,9	1938,4	1166,2	44.801
2020	AO	-43,5	-32,6	-59,2	-114,3	-194,7	-268,4	-283,9	-756,8	-2527,5	-2996,4	-2477,3	-75,2	-764,4	-0,9	0,0	10.595
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	241,2	671,8	2279,3	1895,9	5087,4	133,4	0,2	10.360
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-0,2	-0,2	-42,1	-659,0	-66,3	-57,7	0,0	0,0	1.983
	HA	30,7	3,4	12,5	20,8	58,7	32,0	19,7	124,2	25,2	427,6	372,3	63,6	440,2	961,4	506,1	3.098
	P	-18,1	-1,2	-0,7	-14,7	-20,2	-34,7	-25,8	-655,6	-2112,0	-7165,1	-11724,0	-4579,8	-7728,6	-546,5	-57,9	34.685
Tot. 2020		-30,9	-30,4	-47,4	-108,1	-156,3	-272,2	-290,2	-1237,7	-4415,2	-9721,2	-12705,9	-2761,8	-3023,2	547,4	448,3	33.805
2030*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Tot. 2030		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
2050*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Tot. 2050		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcáreas; (CL) Cero Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. Valores negativos indican secuestro de GEI a través de la incorporación de compuestos orgánicos en suelos y/o en tejidos vivos. Valores positivos indican emisión de GEI en la atmósfera. (\*) No hay datos, ya que el programa sólo se prolongará hasta el año 2022.

### 3.4 Sub-sector Forestal

#### 3.4.1 Metodología para el cálculo de la línea base

La línea base del sub-sector forestal considera un escenario en el cual la Ley 19.561 de 1998 que modificó al DL 701 de 1974 no se prolonga más allá del año 2011. Posterior a esa fecha, se terminan sus incentivos a la forestación.

El análisis contempla que el DL 701, en su forma de aplicación actual, considera dos componentes: (i) bonificación a pequeños propietarios, y (ii) bonificación para actividades de forestación, recuperación de suelos y/o estabilización de dunas en suelos frágiles, ñadis o en proceso de desertificación, en suelos degradados o en suelos degradados con pendientes mayores a 100%. El segundo componente es independiente del tipo de propietario y, por lo tanto, es posible asumir que una fracción de estos terrenos se forestarán en ausencia del instrumento pero con una tendencia decreciente.

En el caso forestal, la unidad básica es una hectárea de terreno de Aptitud Preferentemente Forestal (APF) plantada y cuya contribución a la mitigación del cambio climático se mide cuantificando el carbono acumulado en la parte aérea y raíz (madera en fuste, ramas, hojas y raíces) que crece en esa hectárea. Utilizando esta unidad básica productiva, categorizada por región o macro-región, edad de plantación, nivel de productividad y manejo productivo, se analizan las tendencias históricas del establecimiento de plantaciones forestales entre las regiones de Coquimbo y de Aisén, para el quinquenio 2005-2009.

De acuerdo a la definición del IPCC en el sector *Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura* (en adelante LULUCF) contabiliza emisiones de GEI, principalmente anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), y captura de carbono. Para el caso de las plantaciones de este estudio se considera sólo la captura de CO<sub>2</sub> mediante la categoría “balance de carbono por cambios en la dotación de recursos forestales y leñosos”, la cual involucra un balance entre la expansión de la biomasa en tierras forestales y la cosecha anual de productos forestales (básicamente, madera y leña).

Para el cálculo de la línea base se utilizaron: i) la base de datos de superficies y montos de bonificaciones forestales 1976-2009 de CONAF (Corporación Nacional Forestal), ii) estadísticas forestales de INFOR (Instituto Forestal) y iii) parámetros técnicos como: composición de la biomasa, razón entre la biomasa de las raíces y la biomasa aérea, densidad de madera fustal, contenido de carbono por componentes, productividad regional por especies y manejo productivo por especie.

La estimación de la línea base de captura de CO<sub>2</sub> para el sub-sector forestal entre el período 2011-2050, sin considerar incentivos a la forestación, se calculó considerando que en cada región hay una superficie anual de forestación para distintas especies, que cambian dependiendo de la región. Usando tablas de rendimiento, que entregan el volumen por hectárea (m<sup>3</sup>/ha del volumen

del tronco principal de los árboles conocido como volumen fustal) para las especies de eucaliptos y pinos y las toneladas de materia seca para las especies Atriplex y Acacia, es posible calcular las existencias en toneladas de CO<sub>2</sub>e que tiene una plantación de una determinada edad. El volumen fustal es transformado en toneladas de materia seca fustal por hectárea multiplicándolo por la densidad anhidra de la especie y luego es transformado en toneladas de materia seca total por hectárea usando un factor de expansión que da cuenta de la proporción de materia seca total (aérea más raíces) que está en el fuste. Esta materia seca total es transformada a toneladas de CO<sub>2</sub>, asumiendo un 50% de carbono en la materia seca total y un factor de expansión de (44/12) de carbono a CO<sub>2</sub>. Se consideraron distintas especies por región en sitios de baja productividad, manejados en forma extensiva. Estos volúmenes son transformados a biomasa total y luego a toneladas de CO<sub>2</sub>e por hectárea.

Los dos componentes del programa de bonificaciones del DL 701 tienen aproximadamente un 50% de participación a lo largo del período 2000-2009. Sin embargo, al calcular el promedio del período 2005-2009, se observa una tendencia a la disminución en la participación del componente FOR (Forestación) y una tendencia al aumento del componente RSD (Recuperación Suelos Degradados) con una participación promedio de 68%. Este último componente es independiente del tipo de propietario por lo que es posible asumir que una fracción menor se forestará incluso en ausencia del instrumento.

### 3.4.2 Proyecciones de superficie

#### 3.4.2.1 Selección de especies

De acuerdo a las estadísticas que reporta CONAF para el programa de bonificaciones durante el período 2000-2009, a través de sus dos componentes, se han utilizado 79 especies distintas en una superficie total de 382.276,2 hectáreas. Sin embargo, sólo 7 especies dan cuenta de un 98% de la superficie mencionada adscrita al programa. Cada una de estas 7 especies tiene una representatividad en superficie mayor o igual al 5% del total regional.

Tabla 2.19. Superficie total de forestación para el período 2000-2009 y promedio para el período 2005-2009.

ESPECIE	SUPERFICIE TOTAL 2000-2009	SUPERFICIE ANUAL PROMEDIO 2005-2009 (*)
Atriplex nummularia (AN)	11.024	486
Acacia saligna (AS)	7.685	976
Eucalyptus globulus (EG)	166.610	21.382

ESPECIE	SUPERFICIE TOTAL 2000-2009	SUPERFICIE ANUAL PROMEDIO 2005-2009 (*)
Eucalyptus nitens (EN)	33.200	4.687
Pinus radiata (PR)	126.587	12.618
Pino oregón (PO)	5.041	316
Pinus ponderosa (PP)	16.082	1.782
<b>TOTAL</b>	<b>366.229</b>	-----
(*) La cifra corresponde al promedio anual del período 2005-2009.		

Fuente: Elaboración propia en base a las estadísticas de CONAF (2000-2009).

### 3.4.2.2 Tasa de forestación

Se utilizó el juicio de experto<sup>9</sup> sobre la base de la opinión de instituciones como CORMA (Corporación Chilena de la Madera) y ODEPA para calcular la tasa de forestación en hectáreas a proyectar al año 2050. Al no existir un incentivo directo a la forestación, esta tasa se asume que disminuye instantáneamente hasta un equivalente al 10% de la tasa promedio histórica del período 2005-2009 en el año 2011 para cada región, considerando las 7 especies seleccionadas (Tabla 2.20).

En la Tabla 2.20 se presenta el promedio histórico de la superficie plantada por región entre el período 2005-2009 para las especies seleccionadas y la tasa de forestación inicial a proyectar.

Tabla 2.20. Tasa de forestación histórica para el período 2005-2009 y tasa de forestación inicial.

REGIÓN	TASA DE FORESTACIÓN EN HECTÁREAS	
	Promedio Anual 2005-2009 (CONAF)	Forestación 10% (ha/año)
IV	1.500	150
V	295	30
VI	2.707	271
VII	8.906	891
VIII	12.806	1.281
IX	12.078	1.208
X	1.652	165
XI	1.785	179
XIV	1.777	178

Fuente: Elaboración propia en base a las estadísticas de CONAF período 2000-2009.

<sup>9</sup> CORMA: Fernando Raga, María Teresa Arana. ODEPA: Daniel Barrera.

Esta tasa regional de forestación fue asignada a las especies que representaban más del 5% de total regional, en forma proporcional a su participación en el período 2005-2009. La Tabla 2.21 muestra estas proporciones.

Tabla 2.21. Composición porcentual de especies por región para la tasa de forestación a proyectar.

ESPECIE	REGIÓN								
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	XI	X
Atriplex nummularia	33%								
Acacia saligna	67%	16%							
Eucalyptus globulus		84%	70%	29%	62%	75%	18%		5%
Eucalyptus nitens					11%	10%	69%		75%
Pino radiata			30%	71%	27%	15%	13%		12%
Pino oregón								6%	2%
Pino ponderosa								94%	6%
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

La proyección de las tasas de forestación hasta el año 2050 considera que en cada región se planta inicialmente (año 2011) la superficie indicada en la segunda columna de la tabla 2.20 (10% promedio anual del período 2005-2009) pero que en ausencia de incentivos, esta superficie de forestación regional disminuirá hasta hacerse cero 10 años después del término de los incentivos. Esto quiere decir que en el año 2021 la forestación anual será cero a nivel nacional ya que se considera que la ausencia de incentivos a la forestación, induce a que la superficie anual plantada se reduzca gradualmente. En ausencia de una mejor estimación de la tasa de disminución de la forestación, se asume una tasa lineal.

La distribución de edades por especie a los años 2020, 2030 y 2050 fueron derivadas proyectando las superficies forestadas por año hasta la edad de cosecha, instante en el que la superficie se cosecha y se replanta con la misma especie en el mismo año de cosecha. Como el esquema de manejo no considera intervenciones de raleos y podas, la proyección consiste en calcular año a año las hectáreas que alcanzan cada clase de edad entre 0 (recién plantadas) y la rotación (edad de cosecha) para cada especie en cada región (Tabla 2.22).

Tabla 2.22. Proyección de superficie por especie y por región (ha).

AÑO	PROYECCIÓN DE SUPERFICIE DE PLANTACIONES (HECTÁREAS TOTALES) POR REGIÓN															
	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	150	35	0	240	891	1281	1208	178	174	179	0	4336
2020	0	0	0	0	825	193	0	1320	4901	7046	6644	979	957	985	0	23848
2030	0	0	0	0	825	193	0	1320	4901	7046	6644	979	957	985	0	23848
2050	0	0	0	0	825	193	0	1320	4901	7046	6644	979	957	985	0	23848

### 3.4.3 Factores de emisión

#### 3.4.3.1 Cálculo de productividad

El rendimiento estimado para las especies consideradas en el estudio se obtuvo desde diversas fuentes de información nacional. Para las especies Pino radiata, Eucalyptus globulus y Eucalyptus nitens las tablas de rendimiento son obtenidas desde los simuladores Radiata Plus 5.0 (PR) y EucaSim (EG y EN), que son actualmente el estado del arte en modelos de crecimiento para estas especies en Chile. Estos simuladores entregan volúmenes por hectárea en metros cúbicos fustales, sólidos sin corteza ( $m^3_{ssc}/ha$ ), por lo que debe considerarse adicionalmente la biomasa del fuste en corteza, ramas, conos, hojas y raíces (Tabla 2.23). Para la especie Pino ponderosa los datos de rendimiento se obtuvieron de funciones de rendimiento para plantaciones de Pino ponderosa en la región de Aysén y publicadas en INFOR (2006, 2009), que fueron corregidas por juicio de experto<sup>10</sup>. La información de rendimiento disponible para Pino oregón en Chile es escasa o confidencial, por lo que se derivó una función de rendimiento para las regiones De Los Lagos y de Aysén a partir de una serie de estudios de rendimiento reportadas en INFOR (2003).

Para Acacia saligna y Atriplex nummularia se utilizaron las funciones que entregan el rendimiento en biomasa para diferentes condiciones de pluviometría, densidad de cultivo y, en algunos casos, edad de cultivo<sup>11</sup>. Los resultados son entregados en toneladas de materia seca aérea por hectárea por año (tMS/ha/año).

#### 3.4.3.2 Biomasa aérea, total y contenidos de carbono

Los componentes de biomasa aérea presente en cada especie de Pino y Eucalyptus consideradas en el estudio, y su participación en la biomasa total, se presentan en la Tabla 2.23. Los conos se consideran sólo en el caso de las coníferas.

Las especies Atriplex y Acacia no consideran factores de biomasa aérea debido a que la función de rendimiento utilizada entrega directamente las toneladas de materia seca aérea.

---

<sup>10</sup> Julio Tobar. Forestal Mininco S.A.

<sup>11</sup> CNE, 2010. Antecedentes para la evaluación económica para el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. Informe Final, en revisión. Los datos de pluviometría se obtuvieron de: Santibañez & Uribe, Atlas Agroclimático de Chile. 1990.

Tabla 2.23. Participación de cada componente de la biomasa aérea en la biomasa total para las especies de Pino y Eucalyptus consideradas.

COMPONENTE	BIOMASA POR ESPECIE Y COMPONENTE (%)				
	PR	PO <sup>a</sup>	PP <sup>a</sup>	EG <sup>a</sup>	EN <sup>b</sup>
Fuste	60,61	46,21	40,27	57,60	75,21
Fuste Comercial	49,68	27,41	12,88	36,97	0,00
Fuste no Com.	10,93	18,79	27,39	20,63	0,00
Ramas	14,60	25,46	24,54	14,45	8,25
Hojas	14,13	19,96	28,44	14,51	6,66
Corteza	9,61	8,38	6,69	13,44	9,88
Conos	1,05	0,00	0,06	0,00	0,00

Fuente: <sup>(a)</sup> PR, PO, PP y EG en Gayoso *et al* 2002a y <sup>(b)</sup> EN en ODEPA, 2007.

La razón raíz/parte aérea para las especies consideradas en el estudio, se presenta en la Tabla 2.24 en conjunto con la fuente.

Tabla 2.24. Razón biomasa raíces/ biomasa aérea.

ESPECIE	RAZÓN BIOMASA RAÍCES
Pino radiata	0,2543 <sup>a</sup>
Pino oregón	0,2788 <sup>a</sup>
Pino ponderosa	0,3311 <sup>a</sup>
Eucalyptus globulus	0,2159 <sup>a</sup>
Eucalyptus nitens	0,2000 <sup>b</sup>
Acacia saligna	0,2500 <sup>c</sup>
Atriplex nummularia	0,3350 <sup>d</sup>

Fuente: <sup>(a)</sup> Gayoso *et al* 2002a; <sup>(b)</sup> ODEPA, 2007; <sup>(c)</sup> IPCC, 1996; <sup>(d)</sup> Mokany *et al.*, 2006 (citado por IPCC 2006).

Los contenidos de carbono por componente son los recomendados por IPCC (1996) que indica que todos los componentes tienen un 50% de la materia seca en carbono.

El último factor necesario para convertir el rendimiento en volumen fustal en toneladas de carbono son las densidades anhidras de las especies consideradas, las que se presentan en la Tabla 2.25.

Tabla 2.25. Densidades anhidras utilizadas.

ESPECIE	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
Eucalyptus globulus	543,2 <sup>a</sup>
Eucalyptus nitens	442,0 <sup>b</sup>
Pino radiata	384,6 <sup>a</sup>
Pino oregón	401,9 <sup>a</sup>
Pino ponderosa	360,0 <sup>a</sup>

Fuente: (<sup>a</sup>) Gayoso *et al* 2002a; (<sup>b</sup>) Rozas *et al* 2005.

Los rendimientos y edades de cosecha considerados se presentan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26. Rendimientos y edades de cosechas para las especies consideradas en el estudio, por región.

REGIÓN	Edad de Cosecha (años)							Rendimiento a Edad de Cosecha						
	AS	AN	EG	EN	PR	PO	PP	AS tMS/ha	AN tMS/ha	EG m <sup>3</sup> /ha	EN m <sup>3</sup> /ha	PR m <sup>3</sup> /ha	PO m <sup>3</sup> /ha	PP m <sup>3</sup> /ha
IV	6	4						19,03	9,47					
V	6		12					32,85		128,7				
VI			12		20					127,8		232,3		
VII			12		20					127,8		272,8		
VIII			12	12	20					127,9	258,6	287,0		
IX			12	12	20					128,3	275,2	305,7		
X			12	12	19	40	40			128,7	305,6	267,9	607,5	447,9
XI						40	40						675,1	401,0
XIV			12	12	19					128,7	305,6	267,9		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4 Emisiones de GEI

Se considera que todo el carbono contenido en la biomasa viva es emitido en el momento en que el bosque es cosechado, lo que es consistente con el uso actual de la biomasa residual de cosecha y constituye un criterio conservador al estimar el secuestro en estas plantaciones. La siguiente tabla indica la captura promedio anual por hectárea en las plantaciones consideradas en este estudio. Si bien las tasas son relativamente bajas se debe considerar que la captura total es relevante por el establecimiento de una superficie que es permanentemente reforestada y que acumula periódicamente una masa permanente de bosque que mantiene un importante stock de biomasa, y CO<sub>2</sub>.

Tabla 2.27 Emisiones promedio de carbono por región (tCO<sub>2</sub>e/ha-año)

REGIÓN	2011	2020	2030	2050
IV	-5,69	-2,49	-1,32	-0,65
V	-3,02	-6,31	-2,21	-1,42
VI	-0,43	-6,50	-4,27	-2,45
VII	-0,52	-4,37	-10,23	-5,23
VIII	-0,66	-6,52	-5,63	-3,11
IX	-0,52	-7,06	-4,33	-2,52
X	-1,03	-7,65	-5,34	-5,06
XI	-12,08	-8,87	-15,12	-21,03
XIV	-1,01	-8,06	-3,79	-2,28
<b>Promedio</b>	<b>-2,77</b>	<b>-6,42</b>	<b>-5,80</b>	<b>-4,86</b>

La proyección de superficie en hectáreas a los años 2020, 2030 y 2050, junto con las estimaciones de rendimiento por hectárea para cada especie por región, permiten estimar la captura de carbono de la biomasa aérea y de raíces de las plantaciones forestales. En este estudio, como en el cálculo de los escenarios futuros, se asume que el bosque es manejado en un ciclo de plantación-cosecha hasta los años reportados. Es decir, en el momento en que las plantaciones llegan a edades de cosecha, estas son cortadas y replantadas en el mismo año, en un ciclo que se repite sin alteraciones. La única excepción es el llamado escenario *esperado sustentable* en el análisis de mitigación (sección 3.4.1.2) en el que se asume que la cosecha se programa de manera tal que el objetivo es obtener un bosque regulado. El bosque regulado tiene la misma superficie para cada una de las clases de edad desde plantación hasta la edad de cosecha, y por lo tanto el nivel de inventario (volumen, biomasa, CO<sub>2</sub>) no disminuye y es constante (o muy poco variable) desde el momento en que el bosque alcanza el estado de regulación y hacia el futuro.

La Tabla 2.28 muestra el stock total de carbono acumulado en las plantaciones consideradas en la línea base forestal para las regiones consideradas como relevantes. Esta tabla entrega una idea de la magnitud de las capturas totales por forestación bajo los supuestos utilizados.

Tabla 2.28. Stock de carbono acumulado por región al año señalado (tCO<sub>2</sub>e).

REGIÓN	2011	2020	2030	2050
IV	-853	-20.512	-21.714	-21.301
V	-106	-12.142	-8.515	-10.908
VI	-102	-85.809	-112.779	-129.398
VII	-463	-214.293	-1.002.382	-1.024.949
VIII	-840	-459.048	-792.848	-877.047
IX	-634	-469.093	-575.908	-670.143
X	-179	-73.227	-102.158	-193.766
XI	-2.162	-87.285	-297.629	-828.124
XIV	-180	-78.862	-74.215	-89.239
<b>TOTAL</b>	<b>-5.518</b>	<b>-1.500.272</b>	<b>-2.988.150</b>	<b>-3.844.875</b>

Tradicionalmente en este esquema de análisis se consideran pérdidas de superficie por incendios forestales. Sin embargo, en este caso las proyecciones no consideraron este factor ya que las bajas probabilidades de incendios que pueden aplicarse (0,02 a 1,12%) determinan que superficies muy pequeñas se incendien, en casi todos los casos superficies menores a 0,5 hectáreas, que por lo demás se reforestan al año siguiente, sin disminuir el nivel de inventario permanente de CO<sub>2</sub> capturado.

### 3.5 Línea Base Sector Silvoagropecuario

Es importante destacar que las emisiones de GEI para los sub-sectores ganadería, cultivos y suelos degradados corresponden a las emisiones del año respectivo, pero las cifras para el sub-sector forestal corresponden a las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes capturadas acumuladas por todas las plantaciones en pie hasta el año de referencia divididas por el período respectivo, es decir, una cifra que muestra un efecto acumulativo desde el 2011 hasta el año respectivo expresado como un promedio anual.

La Tabla 2.29 muestra las emisiones de GEI totales para cada sub-sector, desagregado por año y región y la Tabla 2.30, muestra las emisiones de GEI totales por año para los componentes del sector silvoagropecuario considerados en este estudio y que han sido identificados como los más relevantes.

La tendencia en todos los sub-sectores es a aumentar sus emisiones (o disminuir el secuestro en el caso forestal), que es una consecuencia directa del incremento en producción en el caso de cultivos y ganadería, y del nuevo foco que probablemente tendrá el Programa de RSD, el cual pone énfasis en actividades productivas. En el caso de las plantaciones forestales, el secuestro anual disminuye principalmente porque año a año la superficie de plantaciones que se forestan es menor, y después de un aumento inicial en el período 2011-2020, en el final del período de

forestación considerado, la captura disminuye gradualmente entre los años 2020-2050, donde no hay nuevas hectáreas incorporándose a las ya acumuladas entre los años 2011-2020.

El desarrollo productivo previsto para los sub-sectores ganadería y cultivos domina la magnitud de las cifras de emisiones ya que los sub-sectores que aparecen como capturadores netos (suelos y forestal) no alcanzan a neutralizar el nivel de las emisiones. Esto es especialmente significativo en el caso del sub-sector forestal, donde la ausencia de un programa de incentivos a la forestación resulta en una estabilización de las hectáreas y por consiguiente de las tasas de captura de CO<sub>2</sub>. El nuevo foco que se le daría al programa RSD redundaría en una mayor emisión (o menor captura) en el largo plazo, por el aumento de fertilización y enmiendas calcáreas, y la disminución o estancamiento de la superficie de praderas.

Tabla 2.29. Emisiones netas totales (tCO<sub>2</sub>e/año) por sub-sector, región y año.

SUB-SECTOR	AÑO	PROYECCIÓN EMISIÓN/SECUESTRO DE GEI (tCO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN PARA EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO															TOTAL
		XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	
FORESTAL	2011	0	0	0	0	-853	-106	0	-102	-463	-840	-634	-180	-179	-2.162	0	-5.518
	2020	0	0	0	0	-2.051	-1.214	0	-8.581	-21.429	-45.905	-46.909	-7.886	-7.323	-8.729	0	-150.027
	2030	0	0	0	0	-1.086	-426	0	-5.639	-50.119	-39.642	-28.795	-3.711	-5.108	-14.881	0	-149.407
	2050	0	0	0	0	-533	-273	0	-3.235	-25.624	-21.926	-16.754	-2.231	-4.844	-20.703	0	-96.122
SUELOS	2011	-46	-71	-113	-237	-344	-601	-658	-2.048	-7.754	-13.431	-16.217	-2.690	-3.695	1.938	1.166	-44.801
	2020	-31	-30	-47	-108	-156	-272	-290	-1.238	-4.415	-9.721	-12.706	-2.762	-3.023	547	448	-33.805
	2030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CULTIVOS	2011	5.306	340	110	27.828	69.952	133.534	154.344	266.490	202.384	188.393	173.990	30.541	35.532	59	0	1.288.803
	2020	7.652	378	128	33.564	76.324	144.667	163.407	278.101	213.819	204.360	181.608	31.428	35.699	57	0	1.371.192
	2030	8.791	398	136	36.500	80.323	152.464	170.381	288.510	222.170	211.958	188.501	32.321	36.022	56	0	1.428.532
	2050	10.032	421	145	39.800	85.509	162.807	180.973	306.633	237.853	227.646	203.659	34.441	37.234	55	0	1.527.207
GANADERIA	2011	2.725	46	274	9.303	44.278	132.708	345.556	977.909	294.548	553.098	690.474	649.055	1.083.781	195.772	139.207	5.118.735
	2020	2.256	24	188	9.787	43.549	126.819	351.876	1.238.246	271.511	600.745	673.686	695.906	1.158.969	216.141	144.779	5.534.483
	2030	1.829	26	171	10.376	43.809	119.765	333.188	1.360.856	249.164	647.737	655.695	749.014	1.244.559	236.639	147.459	5.800.288
	2050	1.631	31	165	11.865	46.566	108.399	300.603	1.431.954	207.886	740.962	687.117	866.007	1.429.851	277.826	155.766	6.266.629

Tabla 2.30. Emisiones netas de GEI totales por región y año para los cuatro sub-sectores.

AÑO	EMISIONES DE GEI TOTALES POR AÑO PARA EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO (tCO2e/año)															TOTAL
	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	
<b>TOTAL 2011</b>	7.985	315	271	36.893	113.033	265.535	499.243	1.242.249	488.715	727.220	847.613	676.726	1.115.439	195.607	140.373	<b>6.357.219</b>
<b>TOTAL 2020</b>	9.877	372	268	43.243	117.666	269.999	514.993	1.506.529	459.486	749.479	795.679	716.686	1.184.322	208.017	145.228	<b>6.721.843</b>
<b>TOTAL 2030</b>	10.620	424	307	46.876	123.047	271.803	503.569	1.643.727	421.215	820.053	815.401	777.624	1.275.473	221.814	147.459	<b>7.079.412</b>
<b>TOTAL 2050</b>	11.663	452	310	51.664	131.543	270.933	481.576	1.735.352	420.115	946.682	874.022	898.216	1.462.241	257.178	155.766	<b>7.697.714</b>

# CAPÍTULO III: MEDIDAS DE MITIGACIÓN E INSTRUMENTOS DE FOMENTO PARA EL SECTOR AGROPECUARIO

---

## 1. Introducción

En el siguiente capítulo se desarrolla la metodología y resultados obtenidos al identificar, evaluar y priorizar medidas de mitigación de GEI (Etapa 3) en el sub-sector ganadería y cultivos e identificar posibles instrumentos que permitan fomentar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que incorporen las medidas o actividades de mitigación de GEI seleccionadas (Etapa 4).

El procedimiento aplica a todas las áreas y/o actividades asociadas a los procesos primarios en la producción de cultivos anuales (cereales) y permanentes (frutales), así como la producción de bovinos para carne y leche, y de porcinos.

Ambas etapas, tercera y cuarta, comenzaron con la ejecución del Segundo y Tercer Taller Metodológico Interno desarrollado por el equipo de trabajo, con el fin de discutir y definir los lineamientos para la selección de las medidas de mitigación y los instrumentos de fomento asociados. Estos lineamientos fueron validados en la Tercera Reunión con la Contraparte Técnica e instituciones del estado, llevada a cabo con fecha 6 de julio del presente año.

La metodología utilizada corresponde a un análisis de decisión multicriterio (MCDA), herramienta que fue utilizada para apoyar la toma de decisiones de múltiples variables, objetivos y actores, proporcionando al equipo CCG-UC responsable, un marco para estructurar el análisis dado las diferentes fuentes de información y las experiencias profesionales.

A través de los Talleres de Validación, realizados para ambos sub-sectores, se discutieron las condiciones que deben cumplirse para implementar ciertas medidas y, los instrumentos de apoyo público que ya existen y que podrían aportar a la implementación de las medidas seleccionadas. Asimismo, se validaron las medidas de mitigación seleccionadas.

## 2. Metodología General

La metodología utilizada para el desarrollo de este capítulo, se resume en las siguientes etapas secuenciales:

### 2.1 Medidas de Mitigación

#### 2.1.1 Identificación de medidas de mitigación

La identificación de medidas de mitigación se realizó mediante la revisión de una amplia lista de literatura asociada (Tabla 3.1) y de los ciclos de vida de los productos agropecuarios.

Tabla 3.1. Literatura asociada a medidas de mitigación en el sector agropecuario.

Fuente
IPCC, 2003. Orientación sobre Buenas Prácticas en Uso de los Suelos, Cambio de Uso de los Suelos y Forestal.
UNFCCC. 2008. Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Technical paper 2008/8.
INIA-DEUMAN-FIA, 2010. Huella de Carbono en Productos de Exportación Agropecuarios de Chile.
Acuerdos de Producción Limpia (Cerdos y Vitivinícola).
Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México.
Ministry for the Environment-New Zealand, 2009. New Zealand's Fifth National Communication.
UNFCCC, 2009. "Handbook for Conducting TNA.
FAO, 2004. Las Buenas Prácticas Agrícolas.
EPA, 1988. Waste Minimization Opportunity Assessment Manual.

Las medidas identificadas en la literatura, se registraron en una matriz (Tabla 3.2) que muestra la descripción del listado amplio de medidas de mitigación y su clasificación.

Tabla 3.2. Matriz de identificación de medidas de mitigación.

Nº	Sub-sector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente

Donde:

- Nº: Número de la medida de mitigación identificada.
- Sub-sector: Sub-sector al cual aplica la medida de mitigación. Puede ser ganadería o cultivos.
- Proceso productivo: Conjunto de actividades que tienen como fin un producto.

- Actividad: Actividad que se realiza como parte del proceso.
- Tipo de Medida: Clasificación de la medida de mitigación de acuerdo a EPA (1988).
- Medida: Nombre de la medida.
- GEI que mitiga: Gas Efecto Invernadero que la medida es capaz de reducir o mejorar la capacidad de sumidero.
- Descripción: Breve descripción de la medida.
- Fuente: Referencia bibliográfica de la medida de mitigación identificada.

El tipo de medida o clasificación se basó en las categorías utilizadas por la EPA (1988) para la prevención de residuos y emisiones, el cual es un procedimiento sistemático que permite identificar formas de prevenir los residuos, basado en la realización de una evaluación cuidadosa de las operaciones de la planta, de sus residuos y emisiones, junto con la selección de áreas específicas de evaluar. El proceso para la identificación de opciones o medidas puede ser de reducción en la fuente o reciclaje.

Los tipos de medidas de mitigación que implican reducción en la fuente pueden ser:

- Cambio en el producto: Son cambios realizados por el fabricante de un producto con la intención de reducir los residuos o emisiones que se generan por el uso del mismo.
- Cambio en el proceso:
  - Cambio en la entrada de los procesos.: Estos cambios implican modificaciones en la entrada de un material al proceso de producción con la finalidad de reducir, evitar y/o eliminar la generación de residuos y emisiones.
  - Cambio en la tecnología de los procesos: Los cambios tecnológicos están orientados a procesos y modificaciones de equipos para reducir los residuos y emisiones, pueden ser cambios menores de bajo costo u otros que pueden implicar grandes costos de capital.
  - Cambio en la operación de los procesos: Estos cambios implican buenas prácticas de operación o de gestión, es decir, implica implementar medidas administrativas o institucionales para minimizar los residuos y emisiones en todas las áreas de la planta.

Los tipos de medidas de mitigación que implican reutilización en el sitio y fuera del sitio pueden ser:

- Reciclaje a través del uso y / o reutilización: implica la devolución de los materiales ya sea para el proceso que se origina como un sustituto de un material de entrada, o para otro proceso como material de entrada.
- Recuperación: corresponde a la recuperación de un valioso material proveniente de un residuo.

Cuando se presentó más de una medida de mitigación identificada para una misma actividad de un proceso en un sub-sector, ésta se identificó y evaluó en forma independiente en la matriz.

La matriz con la identificación de las medidas de mitigación se presenta en el Anexo 1 (sub-sector ganadería) y Anexo 2 (sub-sector cultivos).

### 2.1.2 Evaluación de medidas de mitigación

Una vez terminado el listado amplio de medidas de mitigación, se llevó a cabo la selección de criterios de evaluación. Estos criterios se basaron en el juicio de experto y en el apoyo del documento Handbook for Conducting TNA (UNFCCC, 2009).

La Tabla 3.3 muestra la matriz utilizada para la evaluación de las medidas de mitigación identificadas y clasificadas en la etapa anterior.

Tabla 3.3. Matriz de evaluación de medidas de mitigación.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN										
Aplica Instrumento Si: 3 No: 1	Potencial de Mitigación Valores entre 0-5	Costo-Beneficio Positivo:5 Neutro:3 Negativo: 0	Desarrollo Sostenible			Dificultad Implementación Alta: 1 Media:3 Baja: 5	Grado Desarrollo Madurez (Comercial): 5 Exp. Previa (pre-comercial):3 Bajo (I&D): 1	Viabilidad Política/Legal Viable: 3 No viable: 0	Escala de Aplicación: Todos: 5 Sólo pequeños o medianos o grandes: 1	SIG.
			Social Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Económico Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Ambiental Positivo: 5 Neutro:3 Negativo: 0					
3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3,93
1	5	0	0	0	0	5	1	5	5	3,13

Donde:

- Aplica Instrumento: Define si aplica o existe en la actualidad un instrumento de fomento y/o regulación para la medida de mitigación. Los acuerdos voluntarios también están considerados, tales como: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Acuerdos de Producción Limpia (APL).
- Potencial de Mitigación: Define el impacto y/o efectividad en tCO<sub>2</sub>e referidas a la línea base del sub-sector correspondiente, al final del período (año 2050). Este valor está normalizado entre 0-5.

- **Costo-Beneficio:** Define si para un agente privado la medida de mitigación presenta una relación beneficio-costos positiva, neutra o negativa cuando es aplicada en el proceso productivo del sub-sector respectivo, en cualquier etapa del período de evaluación.
- **Desarrollo Sostenible:** Evalúa el impacto positivo, neutro o negativo que existe en los componentes ambientales, sociales y económicos diferentes a los asociados por la mitigación de emisiones GEI directa de la medida que se quiere implementar.
- **Grado de Desarrollo:** Se refiere al nivel de desarrollo tecnológico y económico que existe en la actualidad en el mercado, para la medida de mitigación.
- **Viabilidad Política/Legal:** Se refiere a la de toma de decisiones a nivel del estado en base a la factibilidad técnica de estructurar y/o modificar instrumentos legales y/o normativos que permitan implementar la medida de mitigación.
- **Escala de Aplicación:** Se refiere al tamaño de productor o agente de adopción que deberá implementar la medida (en base a la definición de INDAP).

La valoración de los criterios de evaluación corresponde a una escala que va desde 0 a 5 y se desarrolla según la siguiente Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Valorización de criterios.

Criterio	Rango	Valor
<b>Aplica Instrumento</b>	<b>Si</b>	3
	Aplica instrumento y/o regulación voluntaria u obligatoria en forma global para la medida.	
<b>Aplica Instrumento</b>	<b>No</b>	1
	No aplica.	
<b>Potencial de Mitigación</b>	Toneladas de CO <sub>2</sub> e que reduce o mitiga la medida aplicada dentro del sub-sector. Este valor es normalizado entre 0-5.	0-5
<b>Costo-Beneficio</b>	<b>Positivo</b>	5
	La implementación de la medida por parte del productor tiene una rentabilidad esperada positiva.	
	<b>Neutro</b>	3
La implementación de la medida por parte del productor tiene una rentabilidad esperada neutra.		
<b>Costo-Beneficio</b>	<b>Negativo</b>	0
	La implementación de la medida por parte del productor tiene una rentabilidad esperada negativa.	
<b>Desarrollo Sustentable</b>	<b>Social</b>	
	<b>Positivo</b>	5
Impacto positivo en el componente social, tales como la mejora en: calidad de vida, sanidad, educación, igualdad.		

Criterio	Rango	Valor	
	<b>Neutro</b>	3	
	No existe un impacto asociado al componente social.		
	<b>Negativo</b>	0	
	Impacto negativo en el componente social, tales como el empeoramiento de: calidad de vida, sanidad, educación, igualdad.		
	<b>Económico</b>		5
	<b>Positivo</b>	Impacto positivo en el componente económico, tales como: disminución de la pobreza, creación de empleo, estímulo a formación de empresas.	
	<b>Neutro</b>	3	
	<b>Negativo</b>	0	
	Impacto negativo en el componente económico, tales como: aumento del nivel de pobreza, no crea empleo, no estimula la formación de empresas.		
	<b>Ambiental</b>		5
	<b>Positivo</b>	Impacto positivo en el componente ambiental, tales como: disminución en el uso de recursos naturales, evita o disminuye los niveles de contaminación actual.	
	<b>Neutro</b>	3	
	<b>Negativo</b>	0	
	Impacto negativo en el componente ambiental, tales como: aumenta el uso de recursos naturales, incrementa los niveles de contaminación actual.		
<b>Dificultad de Implementación</b>	<b>Alta</b>	1	
	Cuando el productor se enfrenta a dificultades importantes en la implementación de la medida, tales como: monto de inversiones requeridas, plazos involucrados en su puesta en marcha, atomización de beneficiarios (beneficiarios disgregados espacialmente o difíciles de identificar claramente), barreras de adopción por problemas culturales o sociales (tipo de beneficiario es renuente a adoptar nuevas estrategias de manejo o no posee la capacidad técnica para implementar la medida puntual).		
	<b>Media</b>	3	
	<b>Baja</b>	5	
	Cuando el productor se encuentra con dificultades esperadas y normales en la implementación de la medida y que son fáciles de solucionar de acuerdo al tamaño del productor.		
<b>Viabilidad Política-Legal</b>	<b>Viable</b>	3	
	Es viable estructurar y/o modificar la legislación actual para implementar la medida en el sub-sector.		
	<b>No Viable</b>	0	

Criterio	Rango	Valor
	No es viable estructurar y/o modificar la legislación actual para implementar la medida en el sub-sector.	
Grado de Desarrollo	<b>Comercial</b>	5
	Cuando la medida se encuentra a nivel nacional en etapa comercial o de madurez en el mercado.	
	<b>Pre-comercial</b>	3
	Cuando la medida se encuentra a nivel nacional en etapa de ensayo o experiencia previa.	
<b>I&amp;D</b>	1	
Cuando la medida se encuentra a nivel nacional y/o internacional en etapa de investigación y desarrollo.		
Escala de Aplicación	<b>Todos</b>	3
	Cuando la medida está diseñada para ser implementada por grandes, pequeños y medianos propietarios.	
	<b>Sólo un tipo de productor</b>	1
Cuando la medida está diseñada para ser implementada sólo por un tipo de tamaño de productor (grande o pequeño o medianos).		

Fuente: Elaboración propia.

### 2.1.3 Significancia y priorización de las medidas de mitigación

La significancia de las medidas de mitigación se evalúa considerando la suma de todos los criterios ponderados en tres escalas, los cuales se presentan y justifican en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Ponderadores para los criterios de evaluación.

Criterio	Ponderador	Justificación
<b>Aplica Instrumento</b>	<b>1</b>	Criterio de pertinencia de instrumento. Baja incertidumbre.
<b>Costo-Beneficio</b>		Criterio de rentabilidad privada. Alta incertidumbre.
<b>Desarrollo Sustentable</b>		Criterio de sinergias ambientales, económicas o sociales. Alta incertidumbre.
<b>Grado de Desarrollo</b>		Criterio de factibilidad técnica. Alta incertidumbre.
<b>Dificultad de Implementación</b>	<b>2</b>	Criterio relevante respecto del potencial de adopción de la medida de mitigación. Incertidumbre media.

Criterio	Ponderador	Justificación
<b>Viabilidad Política-Legal</b>		Criterio básico de factibilidad de implementación de la medida de mitigación. Incertidumbre media.
<b>Escala de Aplicación</b>		Criterio de cobertura de tipo de propietario. Incertidumbre baja.
<b>Potencial de Mitigación</b>	<b>3</b>	Criterio altamente relevante respecto del objetivo del proyecto. Baja incertidumbre.

Fuente: Elaboración propia.

La matriz con los resultados de la evaluación de las medidas de mitigación en base a los criterios seleccionados, se presenta en el Anexo 3 (sub-sector ganadería) y Anexo 4 (sub-sector cultivos).

#### 2.1.4 Selección de las medidas de mitigación

La selección consideró un análisis tipificado de las medidas de mitigación evaluadas. Este análisis permitió ver la factibilidad y puntaje (ranking) de significancia obtenido a través de la evaluación de los 8 criterios, para cada tipo de medida.

## 2.2 Instrumentos de Fomento en el Sector Silvoagropecuario

El análisis de determinación de instrumentos de apoyo a las medidas de mitigación, se realizó mediante la metodología propuesta por Linder en 1993<sup>12</sup> que considera 3 niveles: i) definición de criterios o factores, ii) clasificación de los instrumentos presentes y iii) aplicación de los instrumentos para las medidas propuestas.

### 2.2.1 Definición de criterios y factores

En primer lugar, el análisis se inició con la definición de factores relevantes propuestos por expertos que configuran la selección y evaluación de instrumentos. Los factores se definieron en base a las clases genéricas de los programas, es decir según: i) tipo de incentivo, ii) si desarrolla capacidades productivas y iii) cambio de sistemas productivos. Éstos son contextualizados según el marco institucional en el cual se desenvuelven los diferentes instrumentos de apoyo al sector silvoagropecuario.

<sup>12</sup> Linder, S. 1993. Gestión y Política Pública, Vol. II

### 2.2.2 Clasificación de los instrumentos

En segundo lugar, se realizó un análisis detallado de los instrumentos óptimos para la intervención y un análisis normativo asociado a los instrumentos, de manera de definir el reglamento o marco de aplicación de éstos. Este es un método para enumerar herramientas disponibles y poder hacer un amplio análisis para elaborar una taxonomía de los instrumentos. Con este criterio, se procedió a clasificar los programas que actualmente están vigentes a nivel nacional (Anexo 5). La información para este análisis fue recopilada de instituciones como: CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), INDAP, FIA (Fundación para la Innovación Agraria), SAG Y CNR (Comisión Nacional de Riego). Los instrumentos de las diferentes instituciones se clasificaron como se muestra en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Clasificación de los Instrumentos de apoyo.

Clasificación	Nombre del instrumento	Institución
Desarrollo Recurso Productivo	Desarrollo de Inversiones	INDAP
	Recuperación de suelos degradados	
	Praderas suplementarias y recursos forrajeros	
	Ley 18.450 Fomento al Riego	CNR
	Programa de Innovación Territorial	FIA
	Consorcio Tecnológico	
	Programa de Desarrollo Tecnológico	
	Sistema de Incentivos para la RSD	SAG
	Fondo de mejoramiento del Patrimonio	
	Fomento a la Calidad	CORFO
Fondo de Asistencia Técnica (FAT)		
Desarrollo Capital Humano	Mujeres Rurales	INDAP
	Fondo Innovación	
	Fondo de Proyecto de Desarrollo Organizacional	
	Giras Tecnológicas	FIA
	Participación Eventos	
Financiamiento Crediticio	Crédito Corto Plazo	INDAP
	Crédito Largo Plazo	
	Crédito Enlace Forestal	
	Crédito Enlace Riego	
	Crédito CORFO Medio Ambiente	CORFO
Asesorías	Estudios	FIA
	Proyectos	
	Consultores Calificados	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Aplicación de los instrumentos

En tercer lugar se realizó una evaluación de instrumentos en abstracto, donde se relacionaron las medidas propuestas y los objetivos de cada instrumento clasificados, de manera de determinar cuáles eran los instrumentos que se ajustaban a las diferentes medidas de mitigación propuestas en el informe. Por último, se seleccionaron los instrumentos que agrupaban las medidas propuestas, es decir, que los instrumentos abordaran o contuvieran las actividades definidas en las medidas de mitigación.

## 2.3 Taller de Validación

Se realizaron dos talleres (sub-sector ganadería y cultivos) con el objetivo de validar las medidas de mitigación seleccionadas e identificar posibles instrumentos que permitan fomentar actividades de mitigación en el sub-sector ganadería y cultivos, mediante la participación de actores relevantes (especialistas técnicos, productores y sectorialistas de gobierno).

### 2.3.1 Organización del taller

El Taller se organizó como se indica a continuación:

- 1º Presentación del proyecto (mandante, importancia, objetivos y resultados esperados) y de las medidas de mitigación identificadas y evaluadas, presentación de la metodología y criterios de priorización y selección de medidas de mitigación.
- 2º Observaciones y discusión respecto de la presentación del estudio y de las medidas priorizadas: opiniones, críticas, aportes, proposición de otras medidas.
- 3º Identificación de las condiciones que deben cumplirse para que las medidas de mitigación puedan ser implementadas.
- 4º Propuesta de instrumentos de apoyo público que podrían aportar a la implementación de las medidas: i) objetivo principal/secundario y ii) metodología.

### 2.3.2 Asistentes al taller

Los asistentes al taller de cultivos fueron las siguientes personas:

- Ricardo Adonis, Gerente Técnico, Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF).
- Anahí Viale, Jefe de Aseguramiento de Calidad, Viña Ventisquero.
- Manuel Tarraza, Gerente PTI Hortofrutícola, FEDEFruta.
- Alonso Pérez, Fisiólogo Vegetal, Profesor Viticultura PUC.
- Daniel Barrera, ODEPA.

- Patricio Parra, CNR.
- Sergio González, INIA.
- Equipo CCG-UC.

Los asistentes al taller de ganadería fueron las siguientes personas:

- José Antonio Alcázar, Gerente Técnico Sociedad Agrícola y Ganadera Osorno (SAGO).
- Teodoro Rivas, ODEPA.
- Michel Leporati, Universidad Santo Tomás.
- Alexis Ortiz, Equipo CCG-UC.
- Silvia Ulloa, Equipo CCG-UC.
- Oscar Melo, Equipo CCG-UC.
- Horacio Gilabert, Equipo CCG-UC.

### **3. Medidas de Mitigación e Instrumentos de Fomento asociados**

#### **3.1 Sub-sector Ganadería**

Luego de una revisión de la literatura científica se llegó a identificar 19 medidas de mitigación de GEI para el sector ganadería. Las medidas identificadas y evaluadas en base a la matriz multicriterio se encuentran detalladas en el Anexo 3 y se mencionan a continuación:

- Reducir o limitar el número de animales
- Uso de variedades de forrajes mejorados para la alimentación de bovinos
- Forrajes con alto contenido de azúcares para la alimentación de bovinos
- Mejoramiento genético animal
- Reemplazar praderas fertilizadas con nitrógeno por maíz ensilado
- Uso de ionóforos en dietas de bovinos
- Uso de probióticos en dietas de bovinos
- Adición de aceites en la dieta de bovinos
- Implementación biodigestores a gran y pequeña escala
- Uso de inhibidores de la nitrificación
- Uso de Somatotrofina Bovina (bST)

- Uso de vacuna anti-metanogénica
- Secuestro de carbono por el suelo
- Mayor cantidad de concentrado en la dieta de bovinos
- Adecuado manejo, bienestar animal, infraestructura
- Minimizar la generación de residuos líquidos
- Intensificación del pastoreo
- Fertilización parcializada de nitrógeno en praderas
- Almacenamiento de purines y aplicación en primavera a las praderas

Las medidas con mayor potencial de mitigación fueron: secuestro de carbono por el suelo, implementación de biodigestores a gran y pequeña escala, uso de variedades de forrajes mejorados, uso de ionóforos en dietas de bovinos y mayor cantidad de concentrado en la dieta de bovinos. De este grupo de medidas no se evaluaron las siguientes:

- Secuestro de carbono por el suelo: esta medida no se evaluó en esta sección del estudio ya que está comprendida en la sección de Suelos Degradados.
- Adición de mayor cantidad de concentrados en las dietas de bovinos: la mayor parte de los estudios que plantean esta medida como positiva no consideran las emisiones producidas en el cultivo de los granos que se utilizan en los concentrados. Los escasos estudios de Análisis de Ciclos de Vida que analizan el efecto de dietas altas en concentrados señalan que efectivamente se estarían reduciendo las emisiones siempre que el suelo en que esos granos son producidos esté en equilibrio respecto de emisiones y captura de GEI. Cuando existe cambio en el uso de suelos para producir los granos, la adición de concentrados en las dietas traería un aumento en las emisiones por unidad de producto. Por estos motivos, no se consideró oportuno estimular una medida que tiene el potencial de convertirse en una mayor fuente de emisiones.
- Implementación de biodigestores a gran y pequeña escala: esta medida no fue evaluada debido a que quedó en un lugar inferior en el ranking obtenido de la matriz de evaluación multicriterio. Si bien la medida tiene un alto potencial de mitigación, el puntaje final de significancia es menor debido a que en comparación a las otras medidas no es de fácil implementación, su escala de aplicación es limitada, y no tiene una relación costo:beneficio privada positiva clara.

### 3.1.1 Medidas de mitigación seleccionadas

#### 3.1.1.1 Uso de ionóforos en la dieta de bovinos

Esta medida se seleccionó debido a que tiene un potencial de mitigación por sobre el promedio que el resto de las medidas y además, corresponde a una medida de fácil implementación para grandes y pequeños productores. Es una medida posible de implementar tanto en confinamiento como en pastoreo (bloques minerales con ionóforos). Por otra parte, presenta un mayor incentivo para la adopción de la medida por parte de los productores pues permite obtener beneficios privados tangibles, con una evaluación costo-beneficio positiva.

<b>Medida</b>	Uso de ionóforos en la dieta de bovinos.
<b>Tipo de Medida</b>	Cambio en la tecnología de los procesos.
<b>Descripción de la Medida</b>	Los ionóforos son compuestos que alteran las vías de fermentación del alimento en el rumen. Cuando son añadidos en la dieta disminuyen la producción de metano de dos maneras: en primer lugar aumentan la eficiencia de conversión del alimento por lo que reducen la emisión de metano por unidad de producto; segundo, altera las poblaciones de bacterias a nivel ruminal favoreciendo la producción de propionato, lo que disminuye además la producción de metano en forma directa. Sin embargo, este efecto directo sobre la producción de metano es temporal (Johnson y Johnson, 1995).
<b>Potencial de Mitigación (tCO<sub>2</sub>e/año o período 2050)</b>	507.204 tCO <sub>2</sub> e/ año al 2050
<b>Información de Costos</b>	El costo por tratamiento para bovinos, según el precio de mercado de ionóforos para Chile, fluctúa alrededor de \$9.000 pesos por animal al año.
<b>Supuestos Generales</b>	Potencial de mitigación estimado en base a 100% de adopción, con un potencial de mitigación de un 15% por unidad de producto y un 4% de aumento en la productividad. Asumiendo que el número de animales es constante.
<b>Fuentes Principales</b>	<p>- Clark, H., C.A.M. de Klein, y P. Newton, 2001. Potential management practices and technologies to reduce nitrous oxide, methane and carbon dioxide emissions from New Zealand agriculture. Report prepared for MAF, September 2001.</p> <p>- Johnson, K.A., y D.E. Johnson, 1995. Methane emissions from cattle. Journal of Animal Science, 73, 2483-2492.</p>

## 3.1.1.2 Uso de variedades mejoradas de forrajes para la alimentación de bovinos

Esta medida se seleccionó en base a un alto valor de significancia en la matriz multicriterio, debido principalmente a su alto potencial de mitigación el cual se pondera por sobre los otros criterios de selección.

<b>Medida</b>	Uso de variedades de forrajes mejoradas en la alimentación de bovinos.
<b>Tipo de Medida</b>	Cambio en la entrada de los procesos
<b>Descripción de la Medida</b>	<p>Se enfoca en el uso de variedades mejoradas de forrajes que, por una parte, disminuyen las emisiones de metano por unidad de producto al aumentar la productividad por animal, y por otra tienen un efecto directo en reducir las emisiones de metano por animal, al utilizar forrajes con atributos particulares.</p> <p>Dentro de las especies con atributos especiales que tienen el potencial de reducir la cantidad de metano por unidad consumida están presentes especies como <i>Sulla</i> y <i>Lotus</i>. La capacidad en ambas especies de reducir la producción de metano es una consecuencia de los taninos presente en ellas (Waghorn y Sheldon, 1997; Woodward et al. 2001).</p>
<b>Potencial de Mitigación (tCO<sub>2</sub>e/año o período 2050)</b>	699.592 tCO <sub>2</sub> e/ año al 2050
<b>Información de Costos</b>	No hay información disponible en la literatura
<b>Supuestos Generales</b>	Potencial de mitigación estimado en base a 100% de adopción, con un potencial de mitigación de un 20% por unidad de producto y un 5% de aumento en la productividad. Asumiendo que el número de animales permanece constante.
<b>Fuentes Principales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clark, H., C.A.M. de Klein, y P. Newton, 2001. Potential management practices and technologies to reduce nitrous oxide, methane and carbon dioxide emissions from New Zealand agriculture. Report prepared for MAF, September 2001.</li> <li>- Waghorn, G.C., y I.D. Sheldon, 1997. Effect of condensed tannins in <i>Lotus corniculatus</i> on the nutritive value of pasture for sheep. Journal of Agricultural Science 128: 365-372.</li> <li>- Woodward, S.L., G.C. Waghorn, M.J. Ulyatt, y K.R. Lassey, 2001. Early indications that feeding <i>Lotus</i> will reduce methane emissions from ruminants. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 61: 23-26.</li> </ul>

### 3.1.2 Condiciones para la implementación de las medidas seleccionadas

En la segunda etapa del taller de ganadería se abordó el análisis de las condiciones que deben darse para la implementación de las medidas de mitigación seleccionadas. Para guiar este análisis se planteó la siguiente pregunta **¿Bajo qué condiciones es posible implementar estas medidas de mitigación?** Las respuestas entregadas fueron las siguientes:

#### 3.1.2.1 Uso de ionóforos en la dieta de bovinos

En general, existe consenso de que es una medida interesante y de fácil aplicación bajo las condiciones actuales. Además, manejados correctamente, los ionóforos no producen deterioro en la calidad de los productos. Sin embargo, existe discusión en los Estados Unidos (EE.UU.) y otros países sobre prohibir su uso. La eventual prohibición de uso en EE.UU, acompañado de la prohibición ya existente por la Unión Europea, podría provocar el fin de su uso casi a nivel mundial, incluido Chile. Por lo tanto, las condiciones para implementar esta medida existen hoy, pero podrían desaparecer en el futuro.

#### 3.1.2.2 Uso de variedades mejoradas de forrajes

La mayor dificultad para implementar esta medida sería acceder a una cantidad de productores que fuera capaz de crear un impacto. Existe un porcentaje muy alto de productores pequeños y poco tecnificados, en cuyas condiciones la principal limitante para la producción no es las variedades usadas sino la fertilidad del suelo. Bajo este contexto, el uso de forrajes mejorados debe ir de la mano de mejoras en la fertilidad del suelo y aumentos en la carga animal.

Además, se mencionó que dificulta la implementación de esta medida la determinación de cuáles especies o variedades serían eficaces en aumentar la productividad bajo diferentes situaciones productivas. Por el contrario, el hecho de que un porcentaje alto de los productores use semilla no certificada o de producción propia, es un indicador de que el uso de semillas certificadas de alto potencial genético puede generar un impacto.

### 3.1.3 Instrumentos de apoyo público para la implementación de las medidas

En la tercera etapa del taller de ganadería se abordó el análisis sobre los instrumentos de apoyo a las medidas de mitigación seleccionadas. Para guiar este análisis se planteó la siguiente pregunta **¿Qué instrumentos de apoyo público podrían apoyar la implementación de estas medidas de mitigación?** Las respuestas entregadas fueron las siguientes:

#### 3.1.3.1 Instrumentos propuestos en el taller

Los participantes sugirieron que los fondos relacionados directamente con temas ambientales, deberían ser favorecidos. Existe la posibilidad de implementar estas medidas desde fondos

productivos, pero debido a que el énfasis de los últimos es diferente, es probable que los recursos destinados a mitigación de GEI sean pocos.

Se sugirió explorar los Acuerdos de Producción Limpia (APL) y otros programas como el Programa de RSD. Como la principal limitación de los APL, se plantea la dificultad administrativa de implementarlos y que para acceder a fondos, el APL sería un paso previo. El Programa de RSD se plantea como un fondo maduro y bien establecido que podría ser muy útil para mejorar la productividad de las praderas y, por lo tanto, la de los animales bovinos.

Finalmente, los participantes señalan que varios fondos enfocados en temas productivos podrían ser de utilidad, incluyendo la mitigación como un objetivo secundario. Entre otros: SENCE, PDP, Servicio de Asesoría Técnica de INDAP, PDI y FOCAL de CORFO.

### 3.1.3.2 Instrumentos propuestos por el equipo CCG-UC

El equipo del CCG-UC propone un instrumento existente para la medida “uso de variedades de forrajes mejoradas en la alimentación de bovinos” como lo es el Programa de RSD y, un nuevo instrumento para la medida “uso de ionóforos en la dieta de los bovinos”.

#### **Instrumento N°1**

- Nombre:

Programa de Recuperación de Suelos Degradados (RSD).

- Objetivo del instrumento:
  - Detener o remediar en los suelos cultivables del país, la fuerte baja de su fertilidad natural por la sostenida pérdida de fósforo disponible y la acidificación progresiva de los mismos, derivadas del intensivo uso agropecuario al cual están o han sido sometidos.
  - Aplicar manejos y prácticas conservacionistas en aquellos suelos afectados por distintos grados de erosión o erosionables a causa del uso intensivo y de la aplicación de prácticas inapropiadas en su explotación.
- Descripción del instrumento:

Consiste en la entrega de una ayuda económica, no reembolsable, para labores y asesorías técnicas requeridas para su implementación

- Beneficiarios:

Los(as) pequeños(as) productores(as) agrícolas del país que cumplan con los requisitos como para ser usuario(a) actual o potencial de INDAP. Esto es: que exploten una superficie no superior a las 12 hectáreas de riego básico, que tengan activos que no superen las 3.500 unidades de fomento (aproximadamente \$ 65.000.000.), que obtengan sus ingresos principalmente de la explotación agrícola y que trabajen directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia.

- Montos de inversión:

Cubre entre el 50% y el 80% de los costos netos asociados a los insumos, el presupuesto destinado a este programa es de 3.749 UF.

- Estrategia de implementación:

La implementación del programa se realiza a través de postulaciones. Una vez declarada admisible la postulación del (la) productor(a), éste(a) deberá presentar un plan de manejo, documento técnico que señala y detalla las prácticas de manejo y recuperación de suelos que se ejecutarán; y un informe técnico que respalda y justifica las labores y manejos propuestos. Para la preparación de esta documentación los(as) usuarios(as) son asistidos(as) por consultores(as) calificados(as) en la materia correspondiente.

- Organismo administrador del instrumento:

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

- Medida de mitigación implicada:

Uso de variedades de forrajes mejorados en la alimentación de bovinos.

## **Instrumento N°2**

- Nombre instrumento:

Fondo de Recursos Productivos Ambientales.

- Clasificación:

Desarrollo de Recursos Productivos.

- Objetivo del instrumento:

Co-financiar entre el sector público y privado proyectos de implementación para el uso de ionóforos en la alimentación bovina, como medida de mitigación de emisiones de GEI.

- Descripción del instrumento:

Consiste en la entrega de una ayuda económica que varía entre el 35% al 50% de los costos netos, asociados a los insumos para la implementación de uso de ionóforos, de acuerdo a la tabla de costos definida previamente.

- Estrategia de implementación:

Los (as) productores(as) agrícolas interesados(as) deben presentar sus necesidades y requerimientos en la agencia de la Institución que corresponda. En dicha agencia se verifica que el (la) postulante cumpla con los requisitos para participar en el programa y que su demanda cumple con las exigencias administrativas correspondientes. Una vez declarada admisible la postulación del (la) productor(a), éste(a) deberá presentar un plan de manejo, documento técnico que señala y detalla las prácticas de manejo propuestos. Para la preparación de esta documentación los(as) usuarios(as) son asistidos(as) por consultores(as) calificados(as) en la materia correspondiente.

- Beneficiarios:

A todos (as) los (as) productores y productoras agrícolas del país (personas naturales o jurídicas), que cumplan con los requisitos establecidos en la Ley N°20.412, su reglamento y las bases de sus respectivos concursos públicos.

- Organismo administrador del instrumento:

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

- Alcance regional o geográfico:

En todas las regiones del país pueden postular al instrumento.

- Medida de mitigación implicada:

Uso de ionóforos en la dieta de bovinos.

### 3.2 Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes

#### 3.2.1 Medidas de mitigación seleccionadas

##### 3.2.1.1 Medida N°1

La medida de optimización de esquema de aplicación de fertilizantes obtuvo un alto nivel de significancia (3,20) y se caracteriza por ser una medida que tiene un alto potencial de mitigación, y es fácil de implementar para distintos tipos de tamaño de productor. Además, presenta un mayor incentivo para la adopción por parte de los productores, pues permite obtener beneficios privados tangibles, con una evaluación costo-beneficio positiva y con menores impactos al medio ambiente.

<b>Medida</b>	Optimización de esquemas de aplicación de fertilizantes
<b>Tipo de Medida</b>	Cambio en las operaciones de los procesos
<b>Descripción de la Medida</b>	Consiste en adaptar los tiempos y la cantidad de nitrógeno a aplicar respecto de las demandas específicas de los cultivos de acuerdo a lo recomendado por profesionales o asesores competentes y calificados, considerando factores climáticos tales como precipitaciones, humedad y temperatura, de modo de reducir o evitar la aplicación en condiciones ambientales extremas para prevenir pérdidas indirectas por lixiviación, volatilización y des nitrificación. Además se considera el uso de análisis en laboratorio de muestras de suelos como información relevante para el cálculo de las cantidades de fertilizantes.
<b>Potencial de Mitigación (tCO<sub>2</sub>e/año)</b>	554.537 tCO <sub>2</sub> e/ año al 2050
<b>Información de Costos</b>	\$ 120.000/participante
<b>Supuestos Generales</b>	En base a curso de capacitación de Fertilización de suelos dictado por FAIF-UC.
<b>Fuentes Principales</b>	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report.  Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <a href="http://www.buenaspracticas.cl/">http://www.buenaspracticas.cl/</a>

## 3.2.1.2 Medida N°2

La medida de mejora de las prácticas de riego obtuvo el segundo nivel de significancia (3,05) y se caracteriza por tener un alto potencial de mitigación, es fácil de implementar para distintos tipos de tamaño de productor. Además, presenta un mayor incentivo para la adopción por parte de los productores, pues permite obtener beneficios privados tangibles, con una evaluación costo-beneficio positiva y con menores impactos al medio ambiente.

<b>Medida</b>	Mejora de las prácticas de riego
<b>Tipo de Medida</b>	Cambio en las operaciones de los procesos
<b>Descripción de la Medida</b>	Esta medida se orienta a lograr un manejo eficiente del recurso agua, optimizar su uso de modo de reducir emisiones por menor pérdida de N por lixiviación, lo que conduciría a menores dosis de N aplicado. Las prácticas recomendadas son: nivelación de terreno, cálculo de las necesidades de riego, balances hídricos, riego por goteo, etc.
<b>Potencial de Mitigación (tCO<sub>2</sub>e/año)</b>	554.537 tCO <sub>2</sub> e/ año al 2050
<b>Información de Costos</b>	\$ 120.000/participante
<b>Supuestos Generales</b>	En base a curso de riego dictado por Codesser.
<b>Fuentes Principales</b>	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report.  Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <a href="http://www.buenaspracticas.cl/">http://www.buenaspracticas.cl/</a>

### 3.2.2 Condiciones para la implementación de las medidas seleccionadas

En la segunda etapa del taller de cultivos se abordó el análisis de las condiciones que deben darse para la implementación de las medidas de mitigación seleccionadas. Para guiar este análisis se planteó la siguiente pregunta **¿Bajo qué condiciones es posible implementar estas medidas de mitigación?**. Las respuestas entregadas fueron las siguientes:

#### 3.2.2.1 Medida N°1

Para poder implementar una medida que optimice esquemas de fertilización debe existir información disponible para el productor, respecto a directrices de Buenas Prácticas Agrícolas con respecto a prácticas de gestión en el proceso de fertilización. Además es importante la existencia de profesionales que cuenten con el know-how, es decir que puedan analizar información entregada por el laboratorio sobre fertilidad del suelo y fertilidad foliar, de modo de interpretar y tomar decisiones correctas y oportunas en la aplicación del nitrógeno requerido por la planta.

#### 3.2.2.2 Medida N°2

El mejoramiento de las prácticas de riego se debe considerar la estandarización y mejoramiento de la actividad con el objetivo de obtener un mejor manejo de la fertilización mediante la asesoría de profesionales y técnicos capacitados, con conocimiento claro de las distintas técnicas de riego adecuado a las necesidades de los cultivos, considerando la variable ambiental.

Independiente de las condiciones particulares señaladas anteriormente, se identificaron condiciones o requerimientos necesarios para todas las medidas, tales como:

Contar con información sobre factores de emisión local. Actualmente, el cálculo se basa en factores del IPCC lo que podría indicar sobre o subvaloración de emisiones de GEI.

El productor debe saber cuánto va a mitigar, dónde y qué significa esto en términos de costos.

Que el mercado esté dispuesto a pagar por el esfuerzo del productor.

Que el Estado fomente con mecanismos específicos para incorporar al productor.

### 3.2.3 Instrumentos de apoyo público para la implementación de las medidas

#### 3.2.3.1 Instrumentos propuestos en el taller

En la tercera etapa del taller de cultivos, se abordó el análisis sobre los instrumentos de apoyo a las medidas de mitigación seleccionadas. Para guiar este análisis se planteó la siguiente pregunta **¿Qué instrumentos de apoyo público podrían apoyar la implementación de estas medidas de mitigación?** Los instrumentos de fomento que cumplirían con el objetivo principal de mitigar los gases de efecto invernadero, son:

- Fondo Asistencia Técnica en Producción Limpia- Acuerdos producción limpia (FAT)
- Programa de Desarrollo de Proveedores (PDP)
- Programa Difusión y Transferencia (PDT).
- Innovación de interés público.
- Instrumentos de fomento a la innovación FIA
- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
- Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional (FIC)

Por otro lado, existen instrumentos de fomento donde la mitigación de emisiones puede ser una externalidad o consecuencia de la propia aplicación del instrumento, tales como:

- Ley de Fomento al Riego.
- Programa de inversión en riego.
- Fomento a la Calidad (FOCAL)
- Franquicia tributaria de capacitación SENCE.
- Responsabilidad empresarial
- Instrumentos de fomento a la innovación FIA

Adicionalmente, se relevó la necesidad transversal de:

- Implementar modelos de transferencia tecnológica,

- Formación de profesionales en áreas como analítica de suelo y planta y gestión de recursos naturales y, finalmente contar con capacitación.

Complementariamente, se propuso contar con una política, programa y/o instrumento específicamente generado con el fin de mitigar GEI, pudiendo considerar la orientación en dicho sentido de instrumentos de fomento ya disponibles (adaptaciones o recursos específicos).

### 3.2.3.2 Instrumentos propuestos por el equipo del CCG-UC

- Nombre del instrumento:

Fomento a la Calidad (FOCAL). Tipología de Intervención en Buenas Prácticas Agrícolas.

- Objetivo del instrumento:

Este es un programa existente y que está orientado a fortalecer la competitividad del sistema productivo a través del fomento al mejoramiento de la gestión, CORFO apoya la incorporación de sistemas de gestión certificables en las pymes, de tal manera que estas puedan demostrar a sus clientes, proveedores y al entorno en general, que cumplen con estándares de calidad reconocidos a nivel nacional e internacional, mediante una certificación otorgada por organismos independientes.

- Beneficiarios:

Pueden postular empresas con ventas netas de hasta 100.000 UF.

- Montos de inversión:
  - Etapa de implementación, hasta el 70% con un tope máximo de \$7.000.000 por empresa.
  - Etapa de verificación, hasta un 90% con un tope máximo de \$1.100.000 por empresa.
- Estrategia de implementación:

La implementación del programa se realiza a través de postulaciones.

- Organismo administrador del instrumento:

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

- Alcance regional o geográfico:

En todas las regiones del país pueden postular al instrumento.

- Medida de mitigación implicada:

Análisis de suelo y planta, optimización de esquemas de aplicación de fertilizantes y mejora de las prácticas de riego.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE MITIGACIÓN

---

### 1. Introducción

Este capítulo detalla la metodología y resultados del análisis de mitigación. Este análisis permitió evaluar el impacto potencial en la disminución de toneladas de CO<sub>2</sub>e y el costo de mitigación derivado de la implementación de los instrumentos o programas de fomento, en comparación con la línea base (ver Capítulo II: Línea Base).

El análisis de mitigación fue desarrollado para los cuatro sub-sectores que componen el sector silvoagropecuario (ganadería, cultivos, suelos degradados y forestal). Parte importante de la información utilizada para configurar escenarios futuros de mitigación se recogió en los talleres de validación, los que permitieron analizar y discutir los factores relevantes (por ejemplo: plazo, montos y tasa de adopción del instrumento) en la construcción de escenarios de mitigación, y validar propuestas de mitigación e instrumentos asociados a la propuesta de medidas. La aproximación general al análisis de mitigación es descrita en siguiente sección.

Esta etapa comenzó con el cuarto Taller Metodológico Interno (30 de Junio y 7 de Julio) desarrollado por el equipo de trabajo del CCG-UC, con el fin de discutir y definir los escenarios de mitigación. Estos lineamientos fueron validados en el Taller de Validación y en la cuarta reunión con la Contraparte Técnica (28 de Julio).

### 2. Metodología General

#### 2.1 Taller de validación

El objetivo del taller fue analizar y discutir los factores relevantes (plazo, montos, porcentajes de adopción del instrumento) en la construcción de escenarios de mitigación en el sub-sector forestal y suelos degradados, y validar las medidas de mitigación e instrumentos de fomento asociados al sub-sector ganadería y cultivos (la organización y participantes se mencionan en el Capítulo III, sección 2.3).

El Taller del sub-sector forestal y suelos degradados se organizó como se indica a continuación:

- 1º Presentación del proyecto (mandante, importancia, objetivos y resultados esperados) y de los factores propuestos para la construcción de escenarios probables de mitigación.
- 2º Observaciones y discusión respecto de la presentación del proyecto y de los factores identificados y priorizados: opiniones, críticas, aportes, proponer otras variaciones a éstas

- 3º Análisis de los factores priorizados desde la perspectiva de su relevancia en la construcción de escenarios de mitigación y el nivel de incertidumbre asociado a ellos para su adopción y estimación en etapas posteriores.
- 4º Propuesta de indicadores asociados a cada uno de los factores en la construcción de escenarios posibles de mitigación para la estimación de tres escenarios: probable, optimista y pesimista.

Los asistentes al taller forestal fueron las siguientes personas:

- André Laroze, asesor CONAMA.
- Aquiles Neuenschwander, especialista forestal y en cambio climático, FIA.
- Juan José Aguirre, INFOR.
- Aída Baldini, Gerente de Fomento Forestal, CONAF.
- Eugenia Gajardo, Jefe Departamento Normativa y Fiscalización, CONAF.
- Andrés Venegas, CONAF.
- Thomas Fox, PUC.
- Equipo CCG-UC.

Los asistentes al taller de suelos degradados fueron las siguientes personas:

- José Antonio Alcázar, SAGO.
- Germán Ruiz, SAG.
- David Aracena, INDAP.
- Equipo CCG-UC.

La organización y asistentes del taller del sub-sector ganadería y cultivos se presentó en el Capítulo III sección 2.3.

## 2.2 Construcción de escenarios

La metodología adoptada contempla la proposición de al menos tres escenarios: i) esperado, ii) optimista y iii) pesimista. En cada sub-sector la definición de optimista y pesimista es distinta —sus particularidades se detallan en las secciones siguientes— pero la definición del escenario esperado implica estimar el escenario más probable del sub-sector respectivo cuando el instrumento evaluado funcione bajo el esquema propuesto en este estudio o ya definido por la institucionalidad respectiva.

Si bien la metodología de definición de escenarios futuros tiene particularidades para los cuatro sub-sectores, todos comparten el enfoque general de definir factores que se consideran claves en la implementación del instrumento respectivo y de la evolución probable del sub-sector o que

puedan condicionar la aplicación del instrumento respectivo. Una vez definidos los factores relevantes es necesario darle un valor puntual para cada uno de los escenarios propuestos. En el ejercicio de análisis de los factores relevantes, se consideró la incertidumbre asociada a la definición de valores puntuales, desechando aquellos factores sobre los que no se podían definir valores para los escenarios, dado su alto nivel de incertidumbre.

Los talleres de validación permitieron analizar, discutir y consensuar los factores relevantes (ej: plazos de operación del instrumento, montos asignados y tasas de adopción) en la construcción de escenarios de mitigación, su nivel de importancia y nivel de incertidumbre asociado a los instrumentos existentes en el sub-sector forestal y suelos degradados.

En el caso del sub-sector ganadero y cultivos, los talleres permitieron validar la proposición de medidas de mitigación y de instrumentos, abordando asimismo las condiciones que debieran cumplirse para implementar exitosamente los instrumentos propuestos por el equipo del proyecto y otros instrumentos propuestos en el taller (Ver Capítulo III, sección 2.3.).

### **2.3 Análisis de mitigación**

El análisis de mitigación permitió evaluar el impacto potencial en la disminución de toneladas de CO<sub>2</sub>e y el costo de mitigación derivado de la implementación de los instrumentos o programas de fomento, en comparación con la línea base.

### 3. Análisis de Mitigación Sector Silvoagropecuario

#### 3.1 Sub-sector Ganadería

##### 3.1.1 Construcción de escenarios

El análisis de mitigación se hizo en forma paralela bajo dos supuestos:

- Supuesto 1: Número de cabezas constante. Implica que las proyecciones de existencias para los años 2011 a 2050 se mantuvieron fijas y bajo los escenarios de mitigación se cambió la productividad de los animales y las emisiones, según la medida correspondiente.
- Supuesto 2: Producción constante. Implica que las proyecciones de producción para los años 2011 a 2050 se mantuvieron fijas y bajo los escenarios de mitigación se cambió el número de cabezas y las emisiones, según la medida correspondiente.

Se consideró poco probable que el país establezca algún tipo de medida que limite el número de animales que se podría tener por productor, por región, o a nivel nacional. De esta forma, el análisis de mitigación presentado en esta sección corresponde al supuesto de número de cabezas proyectadas constante (Supuesto 1). El análisis de mitigación correspondiente al supuesto de producción constante (Supuesto 2) se presenta en el Anexo 6.

##### 3.1.1.1 Uso de ionóforos en la dieta de bovinos

La evaluación de la medida de mitigación se hizo en base a 3 posibles escenarios: esperado, optimista y pesimista. Los escenarios se plantearon en base al porcentaje de productores que podrían acceder al instrumento correspondiente y en base a la vigencia del instrumento en el tiempo.

Para definir el escenario esperado, se consideró que la posible adopción del nuevo instrumento podría ser similar a la adopción de un programa maduro y de amplia difusión como es el Programa RSD. De acuerdo a datos de ODEPA (2009)<sup>13</sup> durante el año 2007 y 2008 un 17,7% de los predios que declararon existencias bovinas accedió a este programa, de esta forma se consideró una tasa de adopción para el año 2020 de un 8,8% de los predios bovinos y por lo tanto, un 8,8% de la masa nacional. Por otro lado, se consideró que la duración estimada de la vigencia del programa sería de 10 años, es decir, 2011-2021.

---

<sup>13</sup> ODEPA 2009. Descripción de las explotaciones con ganado bovino.

En el escenario optimista se consideró la misma tasa de adopción que en el escenario esperado pero con la renovación del programa entre el 2021 y el 2031. En el escenario pesimista se consideró que el uso de ionóforos sería prohibido en el país antes del 2020.

Los montos de inversión asociados a los distintos escenarios se calcularon en base a los siguientes supuestos: aporte del estado correspondiente al 50% de los costos del ionóforo con un costo de \$8.877 por animal al año.

Se consideró un aporte del 50% de los costos del ionóforo tomando en cuenta otros fondos existentes relacionados con manejo sustentable de recursos naturales y producción limpia. Por ejemplo, el Fondo de Mejoramiento del Patrimonio (SAG) cubre hasta el 65% del costo total de proyectos relacionados con reducción de los niveles de degradación de suelos y aguas asociados a la producción silvo-agropecuaria y a manejos sustentables de los recursos naturales y fomento de prácticas agropecuarias de producción limpia.

El costo de la aplicación de ionóforos se estimó a partir de precios de mercado actualizados a julio del 2010.

#### 3.1.1.2 Uso de variedades mejoradas de forrajes

Para la construcción de escenarios de esta medida se trabajó bajo los supuestos establecidos por el sub-sector suelos degradados analizado en este estudio. Los supuestos se basan en la modificación del Programa RSD, según lo descrito en el Capítulo II, sección 3.3 para los escenarios esperado, optimista y pesimista.

Para no duplicar la estimación de costos, se consideró que la mitigación en el sub-sector ganadería bovina es una consecuencia indirecta de implementar el Programa de RSD en el área praderas. Por lo tanto, no se le asignó costos a este programa en esta sección del estudio. Los costos de la implementación del Programa RSD se encuentran en el análisis de mitigación del sub-sector suelos degradados (Capítulo IV, sección 3.3).

### 3.1.2 Análisis de mitigación

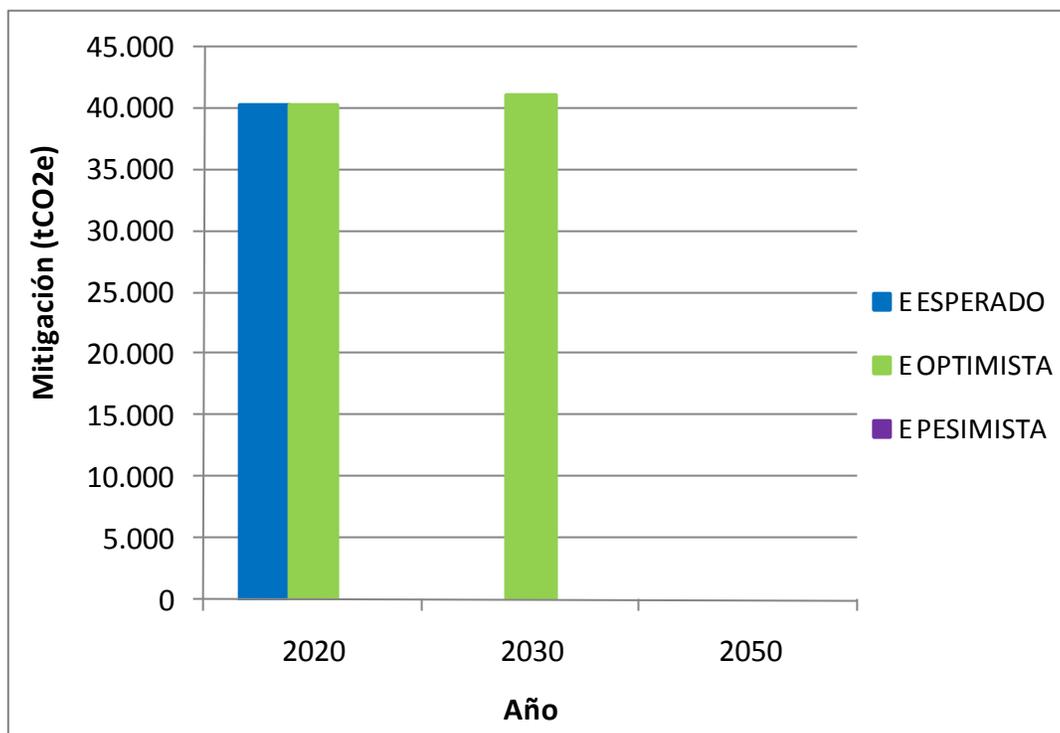
#### 3.1.2.1 Uso de ionóforos en la dieta de bovinos

La utilización de ionóforos de acuerdo a los escenarios previamente descritos permite reducir las emisiones en algo más de 40 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e por año en que la medida se encuentra en funcionamiento (Figura 4.1). Las regiones donde el impacto sería más alto son aquellas en que se concentra la mayor parte de los bovinos, es decir, entre las regiones del Biobío y Los Lagos.

Las tablas 4.1 y 4.3 muestran la mitigación proyectada para los escenarios esperado y optimista, respectivamente, para los años 2020 y 2030. Para el año 2050, ninguno de los escenarios considera el instrumento en funcionamiento por lo que no hay mitigación.

A nivel nacional, el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada es de aproximadamente \$35.500 o entre U\$65 y U\$71 por tonelada (Tablas 4.2 y 4.4). El monto de inversión necesario para mantener este programa bajo los supuestos antes señalados es de aproximadamente \$1.450 millones por año.

Figura 4.1. Análisis de mitigación para el sub-sector ganadería implementando la medida de uso de ionóforos en la dieta de bovinos bajo tres escenarios distintos. Las barras representan las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes mitigadas respecto de la línea base.





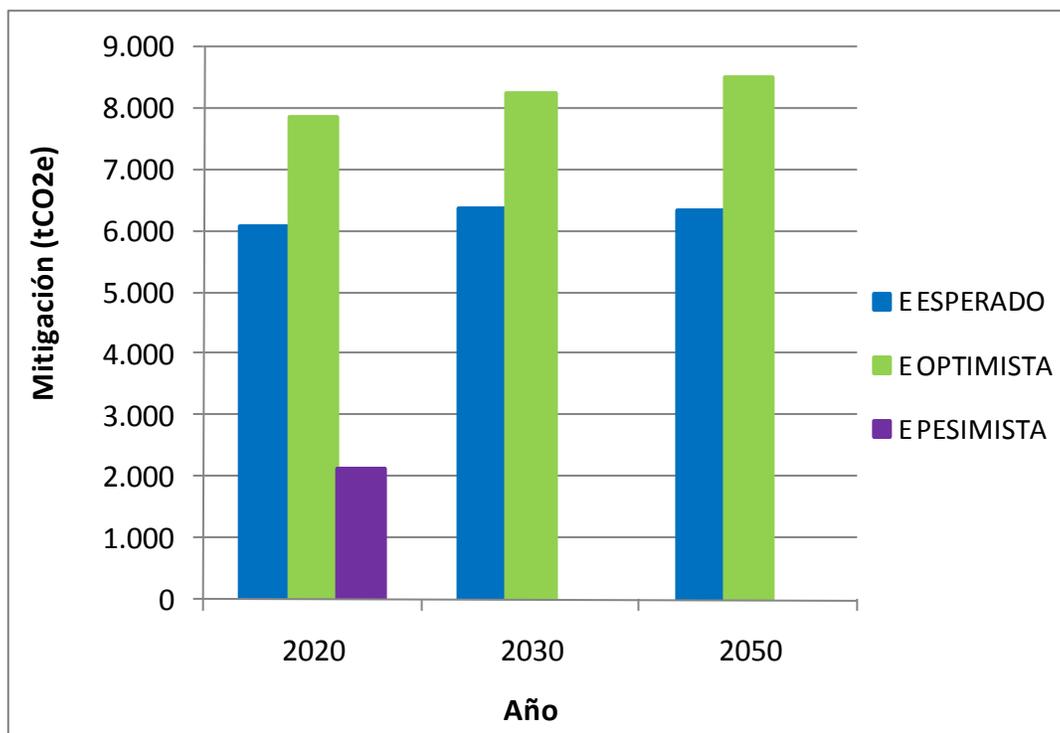


### 3.1.2.2 Uso de variedades mejoradas de forrajes

La implementación de esta medida de acuerdo a los escenarios antes descritos permite reducir las emisiones hasta cerca de 8,500 tCO<sub>2</sub>e/año (escenario optimista, año 2050; Figura 4.2). La mitigación estimada bajo el escenario optimista es aproximadamente 30% más alta que en el escenario esperado durante todo el período en que la medida se encuentra en ejecución. En cambio, bajo el escenario pesimista sólo habría mitigación el año 2020 y esta sería aproximadamente un 35% de la mitigación bajo el escenario esperado. El efecto de esta medida sobre las emisiones de GEI es una reducción de algo más de 6 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e por año bajo el escenario esperado (Tablas 4.5 a 4.7).

Como se mencionó anteriormente, el monto de inversión necesario para implementar esta medida está incorporado en el Sub-sector Suelos de este estudio y, por lo tanto, la mitigación en las emisiones del sector ganadería se consideran una externalidad positiva sin costo asociado.

Figura 4.2. Análisis de mitigación para el sub-sector ganadería implementando la medida de uso de variedades mejoradas de forrajes bajo tres escenarios distintos. Las barras representan las toneladas de CO<sub>2</sub>e mitigadas respecto de la línea base.





### 3.1.2.3 Conjunto de medidas

Las dos medidas estudiadas podrían implementarse en forma paralela. Es posible suponer que en general el efecto de ambas medidas sería aditivo. Esto debido que los porcentajes de adopción en ambos casos son bajos y por lo tanto el número de animales que podrían estar recibiendo ambas medidas en forma simultánea sería muy pequeño. En el caso de animales que estuviesen recibiendo ionóforos y que estuvieran siendo alimentados en praderas con variedades mejoradas, la interacción entre ambas medidas podría determinar que el efecto no fuese aditivo. En este último caso, no se cuenta con las herramientas necesarias para cuantificar esta interacción y por lo tanto el análisis siguiente sólo considera el efecto aditivo entre ambas medidas.

Al implementar simultáneamente ambas medidas bajo los escenarios descritos, sería posible mitigar hasta cerca de 49 mil tCO<sub>2</sub>e/año. Si bien el efecto sobre las emisiones totales del subsector parece ser relativamente pequeño, al considerar las emisiones nacionales para el año 2006 (108.4 millones de tCO<sub>2</sub>e<sup>14</sup>) la mitigación estimada equivale a lo emitido en todo un año por casi 7 mil chilenos.

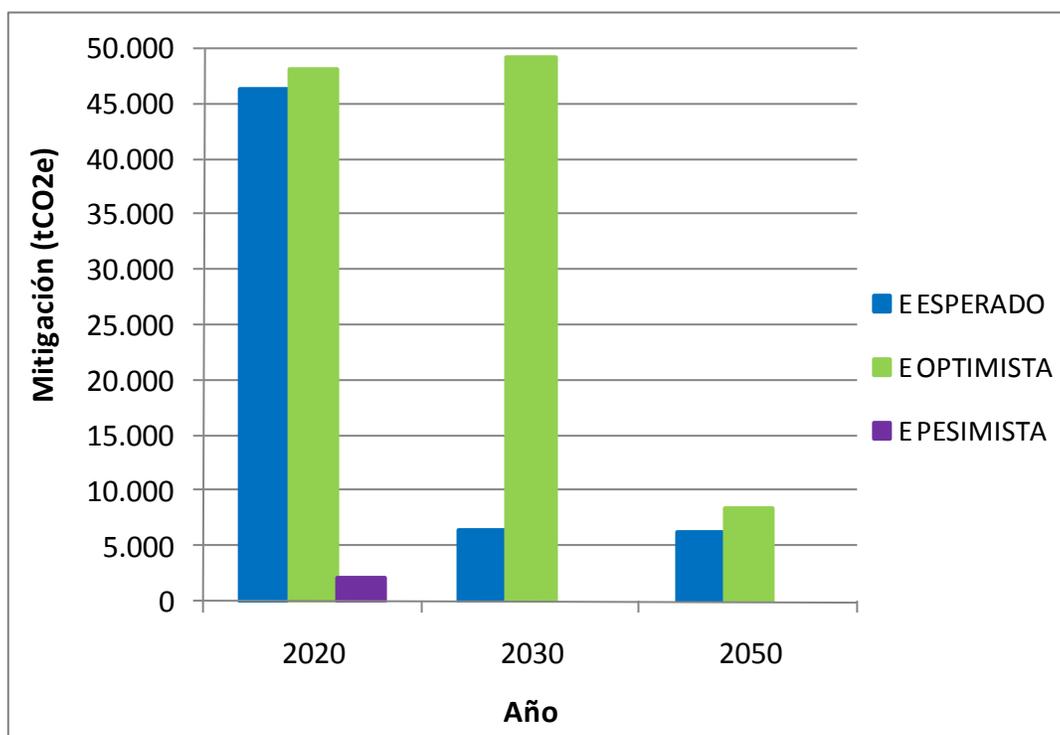
Si el objetivo global es reducir las emisiones a nivel nacional, bajo las condiciones estudiadas el aporte de la ganadería se podría incrementar al sumar a la reducción de las emisiones la captura de carbono. Esta última observación es consistente con el hecho de que de las 19 medidas de mitigación evaluadas en el sub-sector ganadería, la con más alta evaluación en la matriz multicriterio fue el secuestro de carbono por el suelo (Ver Anexo 3). Sin embargo, esta medida no se incluyó en nuestro análisis debido a que está incorporada en el análisis del sub-sector Suelos Degradados.

---

<sup>14</sup> González, S. 2010. Resumen ejecutivo: Actualización de inventarios de gases de efecto invernadero serie temporal 1984/2007 (CONAMA-PNUD).

Disponible en: <http://www.inia.cl/link.cgi/Documentos/Descargas/CRI/DPlatina/ResumenesProyectos/>

Figura 4.3. Análisis de mitigación para el sub-sector ganadería implementando el conjunto de medidas bajo los tres escenarios. Las barras representan las toneladas de CO<sub>2</sub>e mitigadas respecto de la línea base.



### 3.2 Sub-sector Cultivos Anuales y Permanentes

#### 3.2.1 Construcción de escenarios

Se desarrolló la comparación de cuatro escenarios de evolución futura de las emisiones de GEI. Uno de ellos el escenario de referencia o línea base, el cual está asociado con la evolución previsible dada la dinámica actual del sub-sector de cultivos anuales y permanentes y a la falta de políticas y estrategias orientadas a reducir o aumentar la capacidad de absorción de GEI. Los escenarios de mitigación suponen la ejecución de un conjunto de acciones destinadas a mitigar las emisiones de GEI para evaluar la conveniencia de la aplicación de un instrumento de fomento.

El escenario de mitigación, supone la puesta en práctica de un Instrumento de Fomento que modifique la actual tendencia de consumo de fertilizantes nitrogenados, mediante el uso de prácticas de gestión apropiadas, además de realizar un uso racional de los recursos hídricos con el

objeto de mitigar emisiones de GEI. Además, es posible que otras acciones modifiquen el estilo de gestión del N: por ejemplo, la huella de carbono.

En la formulación de las posibles medidas de mitigación, se ha tomado en consideración aquellos procesos que por razones sociales, económicas y ambientales es adecuado esperar que sean impulsados en el futuro próximo, a fin de que las reducciones en las emisiones de GEI estimadas sean una posibilidad realizable y alcanzable.

A continuación, se describe cada uno de los escenarios:

#### 3.2.1.1 Escenario optimista

Este escenario considera la implementación de medidas de mitigación de GEI a través del Programa Fomento a la Calidad o FOCAL (modificado) de CORFO enfocado a la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas con un porcentaje de adopción del 50% por parte de los productores de cultivos.

#### 3.2.1.2 Escenario esperado

Este escenario considera la implementación de medidas de mitigación de GEI a través del Programa Fomento a la Calidad o FOCAL (modificado) de CORFO enfocado a la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas con un porcentaje de adopción del 30% por parte de los productores de cultivos.

#### 3.2.1.3 Escenario pesimista

Este escenario considera la implementación de medidas de mitigación de GEI a través del Programa Fomento a la Calidad o FOCAL (modificado) de CORFO enfocado a la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas con un porcentaje de adopción del 10% por parte de los productores de cultivos.

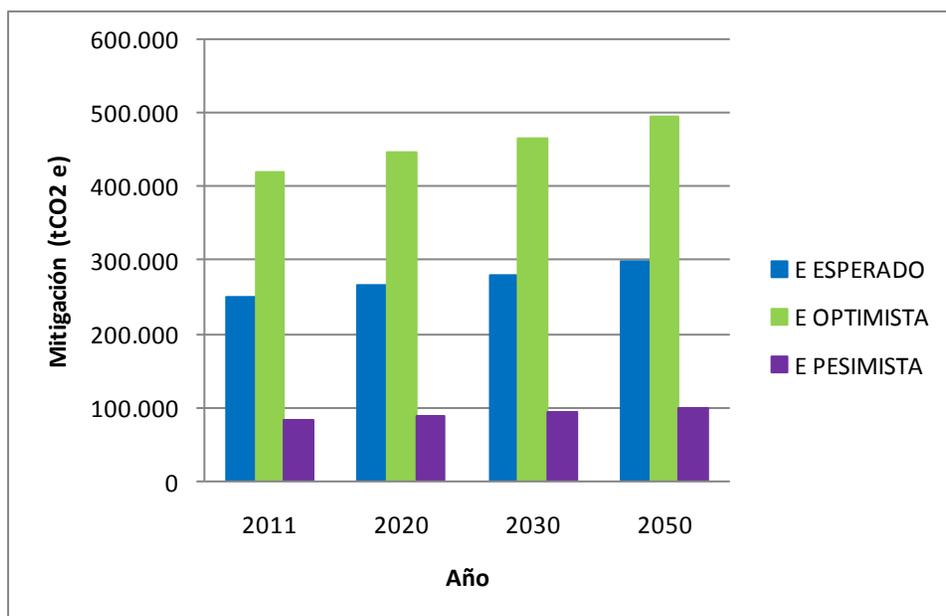
La proyección de los productores de cultivos, se realiza mediante el supuesto de mantener constante la cantidad de hectáreas por explotación de acuerdo al último Censo Agropecuario 2007.

### 3.2.2 Análisis de mitigación

Basados en la comparación de los escenarios base y de mitigación, se puede afirmar que es posible disminuir los niveles de emisión de GEI para el sector cultivos.

## 3.2.2.1 Medida N°1

Figura 4.4. Reducción de Emisiones de GEI para el sub-sector cultivos implementando la medida N°1, optimización de esquemas de fertilizante, bajo los tres escenarios.

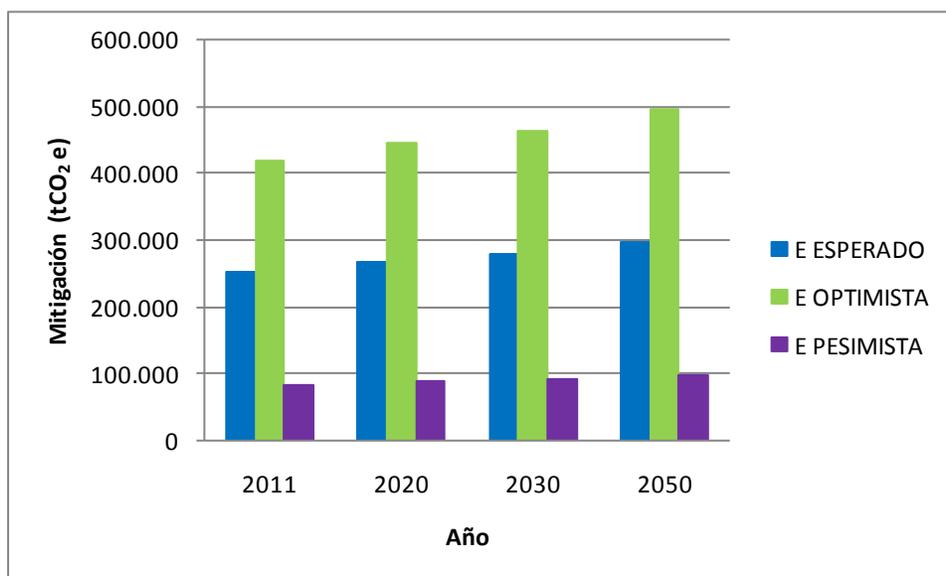


De acuerdo a la Figura 4.4, se observa que:

- En el escenario optimista la reducción alcanzará a 0,45 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020; 0,46 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2030 y 0,50 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2050.
- En el escenario esperado la reducción alcanzará a 0,27 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 0,285 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2030 y 0,30 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2050.
- En el escenario pesimista la reducción alcanzará a 0,09 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 0,09 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2030 y 0,10 millones de tCO<sub>2</sub>e para el año 2050.
- Las emisiones disminuirán a una tasa del 25% por año en el escenario optimista, al 15% por año en el escenario esperado y al 5% por año en el escenario pesimista.

## 3.2.2.2 Medida N°2

Figura 4.5. Reducción de Emisiones de GEI para el sub-sector cultivos implementando la medida N°2, mejora de prácticas de riego, bajo los tres escenarios.



De acuerdo a la Figura 4.5, se observa que:

- En el escenario optimista la reducción alcanzará a 0,45 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020; 0,46 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2030 y 0,50 millones de tCO<sub>2</sub>e. para el año 2050.
- En el escenario esperado la reducción alcanzará a 0,27 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 0,285 millones de tCO<sub>2</sub>e para el año 2030 y 0,30 millones de CO<sub>2</sub>e. para el año 2050.
- En el escenario pesimista la reducción alcanzará a 0,09 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 0,09 millones de tCO<sub>2</sub>e para el año 2030 y 0,10 millones de tCO<sub>2</sub>e para el año 2050.
- Las emisiones disminuirán a una tasa del 25% por año en el escenario optimista, al 15% por año en el escenario esperado y al 5% por año en el escenario pesimista.

Tabla 4.10. Reducción de emisiones de GEI para la medida N°1 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 1: OPTIMIZACION DE ESQUEMAS DE APLICACION DE FERTILIZANTES																	
DELTA DE EMISIONES GEI (tCO2 e/año) POR REGION BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	E ESPERADO	1.035	66	22	5.426	13.641	26.039	30.097	51.966	39.465	36.737	33.928	5.956	6.929	11	-	251.317
	E OPTIMISTA	1.724	111	36	9.044	22.734	43.398	50.162	86.609	65.775	61.228	56.547	9.926	11.548	19	-	418.861
	E PESIMISTA	345	22	7	1.809	4.547	8.680	10.032	17.322	13.155	12.246	11.309	1.985	2.310	4	-	83.772
2020	E ESPERADO	1.492	74	25	6.545	14.883	28.210	31.864	54.230	41.695	39.850	35.414	6.128	6.961	11	-	267.382
	E OPTIMISTA	2.487	123	42	10.908	24.805	47.017	53.107	90.383	69.491	66.417	59.023	10.214	11.602	19	-	445.637
	E PESIMISTA	497	25	8	2.182	4.961	9.403	10.621	18.077	13.898	13.283	11.805	2.043	2.320	4	-	89.127
2030	E ESPERADO	1.714	78	27	7.117	15.663	29.730	33.224	56.260	43.323	41.332	36.758	6.303	7.024	11	-	278.564
	E OPTIMISTA	2.857	129	44	11.862	26.105	49.551	55.374	93.766	72.205	68.886	61.263	10.504	11.707	18	-	464.273
	E PESIMISTA	571	26	9	2.372	5.221	9.910	11.075	18.753	14.441	13.777	12.253	2.101	2.341	4	-	92.855
2050	E ESPERADO	1.956	82	28	7.761	16.674	31.747	35.290	59.793	46.381	44.391	39.714	6.716	7.261	11	-	297.805
	E OPTIMISTA	3.260	137	47	12.935	27.790	52.912	58.816	99.656	77.302	73.985	66.189	11.193	12.101	18	-	496.342
	E PESIMISTA	652	27	9	2.587	5.558	10.582	11.763	19.931	15.460	14.797	13.238	2.239	2.420	4	-	99.268

Tabla 4.11. Costo total anual para la implementación de la medida N°1 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 1: OPTIMIZACION DE ESQUEMAS DE APLICACION DE FERTILIZANTES																	
COSTOS (\$/año) POR REGION BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	E ESPERADO	26.489.220	1.698.593	551.558	138.933.663	349.245.963	666.684.052	770.583.870	1.330.487.964	1.010.427.744	940.574.966	868.666.948	152.481.582	177.398.303	292.907	-	6.434.517.334
	E OPTIMISTA	44.148.700	2.830.989	919.264	231.556.105	582.076.604	1.111.140.087	1.284.306.450	2.217.479.941	1.684.046.240	1.567.624.943	1.447.778.247	254.135.971	295.663.838	488.178	-	10.724.195.556
	E PESIMISTA	8.829.740	566.198	183.853	46.311.221	116.415.321	222.228.017	256.861.290	443.495.988	336.809.248	313.524.989	289.555.649	50.827.194	59.132.768	97.636	-	2.144.839.111
2020	E ESPERADO	37.833.613	1.870.431	632.130	165.958.801	377.385.656	715.303.569	807.966.736	1.375.069.568	1.057.224.750	1.010.454.482	897.958.158	155.393.217	176.512.930	282.725	-	6.779.846.766
	E OPTIMISTA	63.056.022	3.117.386	1.053.550	276.598.002	628.976.093	1.192.172.614	1.346.611.227	2.291.782.613	1.762.041.251	1.684.090.803	1.496.596.930	258.988.694	294.188.217	471.209	-	11.299.744.611
	E PESIMISTA	12.611.204	623.477	210.710	55.319.600	125.795.219	238.434.523	269.322.245	458.356.523	352.408.250	336.818.161	299.319.386	51.797.739	58.837.643	94.242	-	2.259.948.922
2030	E ESPERADO	43.317.103	1.961.826	670.909	179.843.543	395.771.872	751.227.136	839.506.338	1.421.560.545	1.094.685.590	1.044.368.986	928.790.439	159.251.333	177.486.755	276.715	-	7.038.719.090
	E OPTIMISTA	72.195.172	3.269.710	1.118.181	299.739.239	659.619.787	1.252.045.227	1.399.177.230	2.369.267.574	1.824.475.984	1.740.614.977	1.547.984.065	265.418.888	295.811.258	461.191	-	11.731.198.483
	E PESIMISTA	14.439.034	653.942	223.636	59.947.848	131.923.957	250.409.045	279.835.446	473.853.515	364.895.197	348.122.995	309.596.813	53.083.778	59.162.252	92.238	-	2.346.239.697
2050	E ESPERADO	49.498.828	2.076.038	716.213	196.371.823	421.901.454	803.287.506	892.919.469	1.512.926.099	1.173.567.386	1.123.205.047	1.004.853.430	169.930.007	183.713.771	270.727	-	7.535.237.798
	E OPTIMISTA	82.498.047	3.460.063	1.193.688	327.286.371	703.169.090	1.338.812.510	1.488.199.115	2.521.543.498	1.955.945.644	1.872.008.412	1.674.755.717	283.216.678	306.189.619	451.212	-	12.558.729.663
	E PESIMISTA	16.499.609	692.013	238.738	65.457.274	140.633.818	267.762.502	297.639.823	504.308.700	391.189.129	374.401.682	334.951.143	56.643.336	61.237.924	90.242	-	2.511.745.933

Tabla 4.12. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada para la medida N°1 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 1: OPTIMIZACION DE ESQUEMAS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES																	
COSTOS (\$/t CO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2011	E ESPERADO	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
	E OPTIMISTA	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
	E PESIMISTA	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
2020	E ESPERADO	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
	E OPTIMISTA	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
	E PESIMISTA	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
2030	E ESPERADO	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
	E OPTIMISTA	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
	E PESIMISTA	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
2050	E ESPERADO	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236
	E OPTIMISTA	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236
	E PESIMISTA	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236

Tabla 4.13. Reducción de emisiones de GEI para la medida N°2 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 2: MEJORA DE PRACTICAS DE RIEGO																	
DELTA DE EMISIONES GEI (tCO2 e/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	E ESPERADO	1.035	66	22	5.426	13.641	26.039	30.097	51.966	39.465	36.737	33.928	5.956	6.929	11	-	251.317
	E OPTIMISTA	1.724	111	36	9.044	22.734	43.398	50.162	86.609	65.775	61.228	56.547	9.926	11.548	19	-	418.861
	E PESIMISTA	345	22	7	1.809	4.547	8.680	10.032	17.322	13.155	12.246	11.309	1.985	2.310	4	-	83.772
2020	E ESPERADO	1.492	74	25	6.545	14.883	28.210	31.864	54.230	41.695	39.850	35.414	6.128	6.961	11	-	267.382
	E OPTIMISTA	2.487	123	42	10.908	24.805	47.017	53.107	90.383	69.491	66.417	59.023	10.214	11.602	19	-	445.637
	E PESIMISTA	497	25	8	2.182	4.961	9.403	10.621	18.077	13.898	13.283	11.805	2.043	2.320	4	-	89.127
2030	E ESPERADO	1.714	78	27	7.117	15.663	29.730	33.224	56.260	43.323	41.332	36.758	6.303	7.024	11	-	278.564
	E OPTIMISTA	2.857	129	44	11.862	26.105	49.551	55.374	93.766	72.205	68.886	61.263	10.504	11.707	18	-	464.273
	E PESIMISTA	571	26	9	2.372	5.221	9.910	11.075	18.753	14.441	13.777	12.253	2.101	2.341	4	-	92.855
2050	E ESPERADO	1.956	82	28	7.761	16.674	31.747	35.290	59.793	46.381	44.391	39.714	6.716	7.261	11	-	297.805
	E OPTIMISTA	3.260	137	47	12.935	27.790	52.912	58.816	99.656	77.302	73.985	66.189	11.193	12.101	18	-	496.342
	E PESIMISTA	652	27	9	2.587	5.558	10.582	11.763	19.931	15.460	14.797	13.238	2.239	2.420	4	-	99.268

Tabla 4.14. Costo total anual para la implementación de la medida N°2 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 2: MEJORA DE PRACTICAS DE RIEGO																	
COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	E ESPERADO	26.489.220	1.698.593	551.558	138.933.663	349.245.963	666.684.052	770.583.870	1.330.487.964	1.010.427.744	940.574.966	868.666.948	152.481.582	177.398.303	292.907	-	6.434.517.334
	E OPTIMISTA	44.148.700	2.830.989	919.264	231.556.105	582.076.604	1.111.140.087	1.284.306.450	2.217.479.941	1.684.046.240	1.567.624.943	1.447.778.247	254.135.971	295.663.838	488.178	-	10.724.195.556
	E PESIMISTA	8.829.740	566.198	183.853	46.311.221	116.415.321	222.228.017	256.861.290	443.495.988	336.809.248	313.524.989	289.555.649	50.827.194	59.132.768	97.636	-	2.144.839.111
2020	E ESPERADO	37.833.613	1.870.431	632.130	165.958.801	377.385.656	715.303.569	807.966.736	1.375.069.568	1.057.224.750	1.010.454.482	897.958.158	155.393.217	176.512.930	282.725	-	6.779.846.766
	E OPTIMISTA	63.056.022	3.117.386	1.053.550	276.598.002	628.976.093	1.192.172.614	1.346.611.227	2.291.782.613	1.762.041.251	1.684.090.803	1.496.596.930	258.988.694	294.188.217	471.209	-	11.299.744.611
	E PESIMISTA	12.611.204	623.477	210.710	55.319.600	125.795.219	238.434.523	269.322.245	458.356.523	352.408.250	336.818.161	299.319.386	51.797.739	58.837.643	94.242	-	2.259.948.922
2030	E ESPERADO	43.317.103	1.961.826	670.909	179.843.543	395.771.872	751.227.136	839.506.338	1.421.560.545	1.094.685.590	1.044.368.986	928.790.439	159.251.333	177.486.755	276.715	-	7.038.719.090
	E OPTIMISTA	72.195.172	3.269.710	1.118.181	299.739.239	659.619.787	1.252.045.227	1.399.177.230	2.369.267.574	1.824.475.984	1.740.614.977	1.547.984.065	265.418.888	295.811.258	461.191	-	11.731.198.483
	E PESIMISTA	14.439.034	653.942	223.636	59.947.848	131.923.957	250.409.045	279.835.446	473.853.515	364.895.197	348.122.995	309.596.813	53.083.778	59.162.252	92.238	-	2.346.239.697
2050	E ESPERADO	49.498.828	2.076.038	716.213	196.371.823	421.901.454	803.287.506	892.919.469	1.512.926.099	1.173.567.386	1.123.205.047	1.004.853.430	169.930.007	183.713.771	270.727	-	7.535.237.798
	E OPTIMISTA	82.498.047	3.460.063	1.193.688	327.286.371	703.169.090	1.338.812.510	1.488.199.115	2.521.543.498	1.955.945.644	1.872.008.412	1.674.755.717	283.216.678	306.189.619	451.212	-	12.558.729.663
	E PESIMISTA	16.499.609	692.013	238.738	65.457.274	140.633.818	267.762.502	297.639.823	504.308.700	391.189.129	374.401.682	334.951.143	56.643.336	61.237.924	90.242	-	2.511.745.933

Tabla 4.15. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada para la medida N°2 bajo los tres escenarios.

SUPUESTO : SE MANTIENE LA PROPORCION DE CANTIDAD DE HECTAREAS POR EXPLOTACION DEL CENSO 2007																	
MEDIDA 2: MEJORA DE PRACTICAS DE RIEGO																	
COSTOS (\$/t CO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
2011	E ESPERADO	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
	E OPTIMISTA	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
	E PESIMISTA	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	25.603	-	358.445
2020	E ESPERADO	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
	E OPTIMISTA	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
	E PESIMISTA	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	25.356	-	354.989
2030	E ESPERADO	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
	E OPTIMISTA	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
	E PESIMISTA	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	25.268	-	353.751
2050	E ESPERADO	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236
	E OPTIMISTA	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236
	E PESIMISTA	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	25.303	-	354.236

### 3.3 Sub-sector Suelos Degradados

#### 3.3.1 Construcción de escenarios

Para la construcción de escenarios, se utilizaron las recomendaciones establecidas en reuniones con ODEPA para el período 2010-2014. Éstas determinan prioridades en la utilización del programa de fertilización fosfatada, encalado de suelo y sembrado de praderas. Además se establece que la localización de los programas se concentrará entre las regiones de O'Higgins y de Aysén durante este período.

Como resultados del Taller de Validación y de entrevistas con especialistas de ODEPA, se determinaron los factores relevantes para definición de escenarios. Los principales componentes son: i) variación presupuestaria, ii) distribución de presupuesto por actividad, iii) duración del programa y iv) productividad de praderas. En ese contexto se construyeron los tres escenarios para el análisis desde el punto de vista de la posible mitigación.

##### 3.3.1.1 Escenario esperado

- El presupuesto se mantiene constante con respecto a la tendencia histórica observada durante la existencia previa del programa en base a los valores históricos.
- La distribución del presupuesto sigue los lineamientos entregados por ODEPA para la línea base, es decir 90% del presupuesto para los programas productivos (Enmiendas Calcáreas, Fertilización Fosfatada y Praderas), y el 10% se distribuye en los otros tres programas (Conservación de Suelos, Habilitación Agrícola y Rotación de Cultivos). Estos se concentran entre las regiones de O'Higgins y de Aysén.
- Independiente de la duración de este programa hasta el 2022. Es esperable que se prolongue en programas similares por lo que se proyecta hasta el 2050.
- La productividad y la asignación de superficie de praderas se mantiene en las mismas tasas que las actuales.

##### 3.3.1.2 Escenario optimista

- El presupuesto se mantiene constante con respecto a la tendencia histórica observada durante la existencia de los programas previos.
- El presupuesto se redistribuye a partir del año 2014 de manera de reducir en un 10% los recursos para los programas de Enmiendas Calcáreas y Fertilización Fosfatada, entregándole dicho 10% al programa de Conservación de Suelos.
- El programa se prolonga a lo menos hasta el año 2050.

- La productividad de praderas aumenta en un 10% producto de mejoras en la tecnología disponible, mejoramiento genético y calidad de manejo.

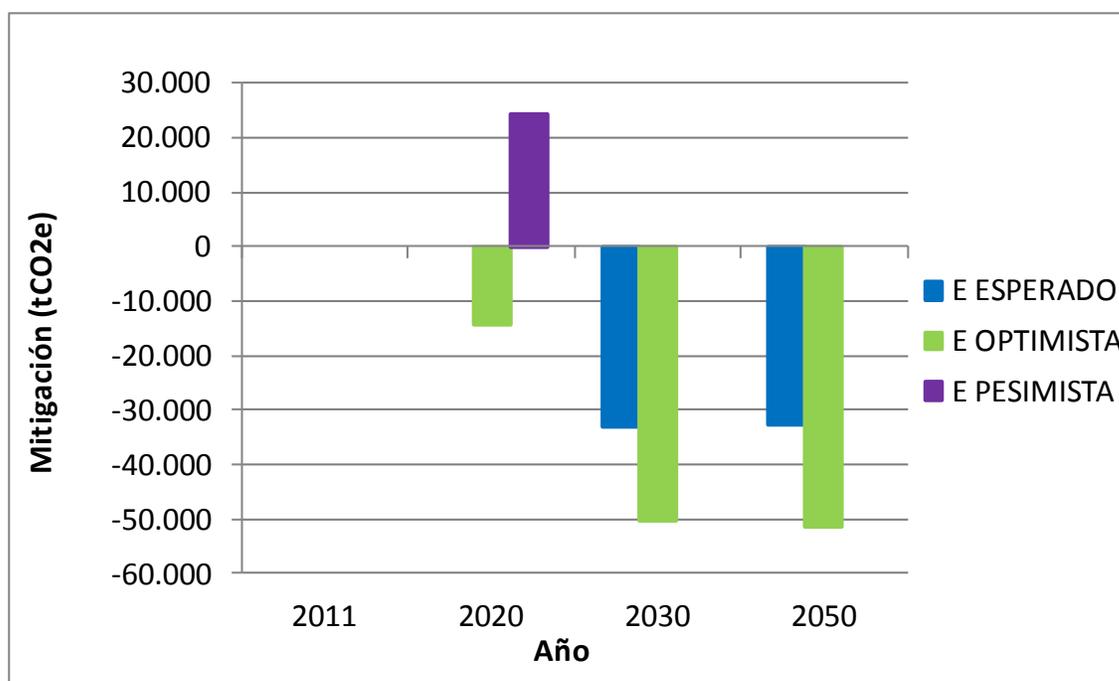
#### 3.3.1.3 Escenario pesimista

- El presupuesto y la superficie asignada disminuye en un 30%, lo que afecta principalmente el programa de praderas. Los recursos se concentran en el programa de enmiendas calcáreas y fertilización fosfatada.
- La distribución del presupuesto sigue los lineamientos actuales, es decir 90% del presupuesto para los programas productivos (Enmiendas Calcáreas, Fertilización Fosfatada y Praderas), y el 10% se distribuye en los otros 3 programas (Conservación de Suelos, Habilitación Agrícola y Rotación de Cultivos).
- El programa se prolonga únicamente hasta el año 2022, año hasta el cual tiene vigencia el programa actual.
- La productividad de praderas se mantiene en las mismas tasas que las actuales.

#### 3.3.2 Análisis de mitigación

La representación gráfica de la mitigación de emisiones de GEI bajo los tres escenarios, se observa en la Figura 4.6.

Figura 4.6. Delta de Emisiones de GEI del programa RSD para el sub-sector suelos degradados bajo los tres escenarios\*.



\*Los valores representan los deltas (diferencias) entre las emisiones de GEI de la línea base y las emisiones de cada uno de los escenarios proyectado. Valores negativos indican mitigación de GEI.

### 3.3.2.1 Escenario esperado

Las proyecciones para el escenario esperado implican proyectar la vigencia del programa tal como está hasta el año 2050. Por tanto, en este escenario no existen diferencias entre las emisiones de la línea base y las del escenario para los años 2011 y 2020, ya que el escenario esperado proyecta los mismos valores de la línea base, pero hasta el año 2050. En ese sentido a partir del año 2023, año en que el programa vigente deja de operar, el escenario esperado se encuentra asociado a una mitigación de gases invernadero. Esta mitigación se encuentra dada principalmente por la mantención de grandes superficies bonificadas para prácticas asociadas a la generación de praderas (principalmente entre la Región del Bío-Bío y la Región De Los Lagos) y por no existir un aumento considerable de las superficies asociadas a prácticas emisoras de GEI (principalmente Enmiendas Calcáreas) (Tabla 4.16). Si bien en términos generales para las proyecciones del escenario esperado existe una leve disminución de los GEI secuestrado para los años 2030 y 2050 en comparación con los años anteriores, la sola mantención del programa RSD en el tiempo genera una mitigación de aproximadamente 33.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e por año de proyección (período 2023-2050) cuando se compara con la línea base, siendo las regiones que más aportan a la mitigación aquella situadas entre la región de O'Higgins y la de Los Lagos (Tabla 4.17 y 4.18).

En términos de costos proyectados para la implementación del programa RSD, el escenario esperado implica mantener el presupuesto proyectado para la línea base al año 2020 (Tabla 4.19), con leves variaciones que se deben a cambios de superficies bonificadas por actividad, resultando en un costo anual de aproximadamente 48.000 millones de pesos (Tabla 4.16).

Debido a que no existen diferencias entre el escenario esperado y la línea base para los años 2011 y 2020, no existe mitigación de GEI para esos años (Tabla 4.18), y por tanto sólo hay mitigación en los años 2030 y 2050. Para estos últimos años los costos por tonelada mitigada de CO<sub>2</sub>e a nivel país son cercanos a 1.500.000 pesos, existiendo grandes diferencias entre las regiones y el costo de mitigación, debido principalmente al tipo de actividad es desarrollada en cada región. Las regiones con menores costos de mitigación son aquellas situadas entre las regiones de O'Higgins y del Bio-Bío, ambas inclusive, mientras que en las regiones más septentrionales (Aysén y Magallanes), los costos implicados están asociados a la emisión y no al secuestro de GEI.

Tabla 4.16. Proyección de superficies bonificadas por el programa RSD bajo el escenario esperado.

PROYECCIÓN SUPERFICIE (ha) POR GRUPO DE ACTIVIDADES POR REGION ADMINISTRATIVA																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	67,8	50,9	92,4	178,3	303,9	418,9	442,9	651,8	2176,9	2580,8	2133,7	64,8	658,4	1,4	0,0	9.755
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,8	770,1	2145,1	7278,2	6053,8	16244,6	425,8	0,5	33.080
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,1	1,4	0,7	140,4	2199,5	5242,3	300,5	261,4	0,0	0,0	8.153
	HA	107,0	11,8	43,4	72,5	204,3	111,6	68,6	432,5	87,8	1489,1	1296,5	221,6	1533,0	3348,3	1762,4	10.683
	P	142,4	9,0	5,3	115,3	158,3	272,8	202,7	707,8	2280,4	7736,4	12658,9	4945,0	8344,9	3631,0	384,6	41.452
Tot. 2011		317,2	71,7	141,1	366,1	666,5	810,4	715,6	1954,7	5455,6	16150,8	28609,6	11585,7	27042,3	7406,6	2147,5	103.124
2020	AO	28,2	21,2	38,5	74,2	126,5	174,3	184,3	271,3	905,9	1074,0	887,9	27,0	274,0	0,6	0,0	4.060
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	211,2	1004,9	2799,1	9497,2	7899,5	21197,3	555,7	0,7	43.166
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,0	0,6	0,3	58,4	915,3	2181,6	125,0	108,8	0,0	0,0	3.393
	HA	44,5	4,9	18,1	30,2	85,0	46,4	28,5	180,0	36,5	619,7	539,5	92,2	638,0	1393,4	733,4	4.446
	P	164,8	10,5	6,1	133,4	183,2	315,9	234,6	819,5	2640,0	8956,3	14655,0	5724,8	9660,8	4203,6	445,3	47.989
Tot. 2020		237,6	36,5	62,6	237,8	394,8	539,6	448,1	1482,2	4645,8	14364,4	27761,2	13868,5	31878,8	6153,2	1179,4	103.053
2030	AO	25,8	19,3	35,1	67,8	115,5	159,3	168,4	247,8	827,6	981,2	811,2	24,6	250,3	0,5	0,0	3.709
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	214,2	1019,2	2838,8	9632,1	8011,7	21498,5	563,5	0,7	43.779
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,7	0,5	0,3	53,5	837,7	1996,5	114,4	99,6	0,0	0,0	3.105
	HA	40,8	4,5	16,5	27,6	77,8	42,5	26,1	164,7	33,4	567,2	493,9	84,4	584,0	1275,4	671,3	4.070
	P	166,2	10,6	6,2	134,5	184,7	318,5	236,6	826,2	2661,7	9030,2	14775,8	5772,0	9740,4	4238,3	448,9	48.385
Tot. 2030		232,8	34,4	57,8	230,0	378,1	522,9	431,6	1453,2	4595,5	14255,1	27709,6	14007,2	32172,7	6077,8	1121,0	103.047
2050	AO	24,0	18,0	32,8	63,2	107,7	148,5	157,0	231,0	771,5	914,7	756,2	23,0	233,3	0,5	0,0	3.457
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	216,4	1029,6	2867,9	9730,6	8093,6	21718,3	569,3	0,7	44.226
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5	0,3	49,8	780,5	1860,4	106,6	92,8	0,0	0,0	2.893
	HA	38,0	4,2	15,4	25,7	72,5	39,6	24,3	153,5	31,1	528,5	460,2	78,7	544,1	1188,4	625,5	3.792
	P	167,2	10,6	6,2	135,3	185,9	320,4	238,0	831,2	2677,7	9084,4	14864,6	5806,7	9798,9	4263,7	451,6	48.675
Tot. 2050		229,2	32,8	54,3	224,3	366,1	511,0	419,8	1432,3	4559,8	14176,0	27671,9	14108,5	32387,4	6021,9	1077,9	103.044

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcáreas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas.

Tabla 4.17 Proyección de emisiones de GEI bajo el escenario esperado.

PROYECCIÓN EMISIÓN/SECUESTRO DE GEI (tCO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	-104,4	-78,3	-142,3	-274,6	-468,0	-645,1	-682,1	-1818,6	-6073,6	-7200,4	-5953,0	-180,7	-1836,9	-2,1	0,0	25.460
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	184,8	514,8	1746,8	1452,9	3898,7	102,2	0,1	7.939
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,5	-0,5	-0,5	-101,1	-1583,6	-2778,4	-159,2	-138,5	0,0	0,0	4.764
	HA	73,9	8,1	29,9	50,0	140,9	77,0	47,3	298,4	60,5	1027,4	894,6	152,9	1057,8	2310,3	1216,1	7.445
	P	-15,7	-1,0	-0,6	-12,7	-17,4	-30,0	-22,3	-566,3	-1824,3	-6189,1	-10127,1	-3956,0	-6675,9	-472,0	-50,0	-29.960
Tot. 2011		-46,3	-71,2	-112,9	-237,2	-344,5	-600,6	-657,6	-2048,2	-7753,6	-13430,9	-16217,1	-2690,1	-3694,9	1938,4	1166,2	44.801
2020	AO	-43,5	-32,6	-59,2	-114,3	-194,7	-268,4	-283,9	-756,8	-2527,5	-2996,4	-2477,3	-75,2	-764,4	-0,9	0,0	10.595
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	241,2	671,8	2279,3	1895,9	5087,4	133,4	0,2	10.360
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-0,2	-0,2	-42,1	-659,0	-1156,2	-66,3	-57,7	0,0	0,0	1.983
	HA	30,7	3,4	12,5	20,8	58,7	32,0	19,7	124,2	25,2	427,6	372,3	63,6	440,2	961,4	506,1	3.098
	P	-18,1	-1,2	-0,7	-14,7	-20,2	-34,7	-25,8	-655,6	-2112,0	-7165,1	-11724,0	-4579,8	-7728,6	-546,5	-57,9	-34.685
Tot. 2020		-30,9	-30,4	-47,4	-108,1	-156,3	-272,2	-290,2	-1237,7	-4415,2	-9721,2	-12705,9	-2761,8	-3023,2	547,4	448,3	33.805
2030*	AO	-39,7	-29,8	-54,1	-104,4	-177,9	-245,2	-259,3	-691,4	-2309,1	-2737,5	-2263,3	-68,7	-698,4	-0,8	0,0	9.680
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,4	244,6	681,3	2311,7	1922,8	5159,6	135,3	0,2	10.507
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,2	-0,2	-38,5	-603,1	-1058,2	-60,6	-52,8	0,0	0,0	1.815
	HA	28,1	3,1	11,4	19,1	53,7	29,3	18,0	113,7	23,1	391,4	340,8	58,3	402,9	880,1	463,2	2.836
	P	-18,3	-1,2	-0,7	-14,8	-20,3	-35,0	-26,0	-661,0	-2129,4	-7224,1	-11820,7	-4617,6	-7792,3	-551,0	-58,4	-34.971
Tot. 2030		-29,9	-27,9	-43,4	-100,1	-144,6	-251,9	-267,5	-1187,5	-4209,3	-9492,1	-12489,6	-2765,9	-2980,9	463,5	405,0	33.122
2050*	AO	-37,0	-27,8	-50,4	-97,3	-165,8	-228,6	-241,7	-644,5	-2152,5	-2551,9	-2109,8	-64,0	-651,0	-0,8	0,0	9.023
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9	247,1	688,3	2335,3	1942,5	5212,4	136,6	0,2	10.614
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	-0,2	-0,2	-35,9	-562,0	-986,0	-56,5	-49,2	0,0	0,0	1.691
	HA	26,2	2,9	10,6	17,8	50,0	27,3	16,8	105,9	21,5	364,7	317,5	54,3	375,4	820,0	431,6	2.643
	P	-18,4	-1,2	-0,7	-14,9	-20,4	-35,2	-26,2	-664,9	-2142,2	-7267,5	-11891,7	-4645,3	-7839,1	-554,3	-58,7	-35.181
Tot. 2050		-29,2	-26,1	-40,5	-94,5	-136,3	-237,4	-251,3	-1151,8	-4062,0	-9328,5	-12334,6	-2769,1	-2951,5	401,6	373,1	32.638

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcáreas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. Valores negativos indican secuestro de GEI a través de la incorporación de compuestos orgánicos en suelos y/o en tejidos vivos. Valores positivos indican emisión de GEI en la atmósfera.

Tabla 4.18. Reducción de emisiones de GEI bajo el escenario esperado.

DELTA DE EMISIONES GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2020	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2030	- 29,9	- 27,9	- 43,4	- 100,1	- 144,6	- 251,9	- 267,5	- 1.187,5	- 4.209,3	- 9.492,1	- 12.489,6	- 2.765,9	- 2.980,9	463,5	405,0	-33092
2050	- 29,2	- 26,1	- 40,5	- 94,5	- 136,3	- 237,4	- 251,3	- 1.151,8	- 4.062,0	- 9.328,5	- 12.334,6	- 2.769,1	- 2.951,5	401,6	373,1	-32627

Los valores negativos indican un aumento en el secuestro de carbono, los positivos una disminución. En ambos casos los valores son en base a la comparación de los resultados del escenario proyectado v/s la línea base.

Tabla 4.19. Costo total anual al implementar el escenario esperado.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	166.062	53.320	115.013	200.342	228.282	309.898	251.664	598.239	1.996.998	4.554.858	9.581.634	5.718.957	14.292.690	3.017.896	343.615	41.429.468
2020	145.408	26.656	39.239	107.710	128.829	195.087	165.716	512.296	1.853.351	4.580.472	10.756.480	7.397.047	18.140.052	2.998.417	229.760	47.276.520
2030	143.221	23.833	31.216	97.903	118.299	182.931	156.616	503.197	1.838.142	4.583.184	10.880.868	7.574.718	18.547.397	2.996.355	217.705	47.895.586
2050	141.653	21.809	25.464	90.871	110.749	174.215	150.092	496.673	1.827.237	4.585.129	10.970.056	7.702.109	18.839.466	2.994.876	209.062	48.339.460

Tabla 4.20. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario esperado.

COSTOS (\$/tCO2e/año) MITIGACIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	4.797	856	720	978	818	726	585	424	437	483	871	2.739	6.222	- 6.464	- 537	1.447
2050	4.852	837	629	962	813	734	597	431	450	492	889	2.781	6.383	- 7.457	- 560	1.482

Valores negativos indican que los recursos económicos invertidos en esa región generan un aumento en la emisión de GEI. Los valores totales se refieren al costo promedio por tonelada de CO<sub>2</sub>e mitigada a nivel país.

### 3.3.2.2 Escenario optimista

Las proyecciones para el escenario optimista implican una redistribución parcial del presupuesto (10%) hacia el programa de Conservación de Suelos, junto con un aumento en la productividad de praderas y la mantención del programa en forma continuada hasta el año 2050. Dichos factores generan un aumento de las superficies asociadas a labores secuestradoras de GEI, así como una disminución en las superficies sujetas a labores generadoras de GEI, principalmente Enmiendas Calcáreas de la región de O'Higgins al sur (Tabla 4.21). Si bien en términos generales la superficie bonificada por el programa RSD se mantiene relativamente constante, los cambios en la proporción de superficie asociados a los diversos grupos de actividades generan un alza considerable en el secuestro de GEI, llegando a secuestrar más de 51.000 toneladas CO<sub>2</sub>e/año para el año 2050 (Tablas 4.21 y 4.22). En términos de mitigación (escenario v/s línea base), el escenario optimista se transforma en una herramienta mitigadora de GEI a partir del año 2012 (figura 4.16), mitigando 14.201 tCO<sub>2</sub>e/año para el año 2020, 50.181 tCO<sub>2</sub>e/año para el año 2030, y 51.365 tCO<sub>2</sub>e/año para el año 2050, siendo las regiones ubicadas entre las regiones de O'Higgins y de los lagos, ambas inclusive, las que poseen mayores tasas de mitigación (Tabla 4.23).

En términos de costos proyectados para la implementación del programa RSD bajo este escenario, el presupuesto proyectado se mantiene relativamente constante para el período de vigencia del programa, existiendo sólo un leve aumento para el período 2011-2020, pero que después se mantiene sin mayores variaciones, y que incluso es menor que el presupuesto que se proyecta en el escenario esperado, lo que implica que gastando menos recursos es posible lograr mejores resultados en términos de mitigación de GEI (Tabla 4.24).

Debido a que no existen diferencias entre el escenario optimista y la línea base para el año 2011, no existe mitigación de GEI para ese año (Tabla 4.25), y por tanto sólo se puede hablar de GEI mitigados para la proyección de los años 2020, 2030 y 2050. Para estos años los costos por tonelada mitigada de CO<sub>2</sub>e a nivel país caen drásticamente desde el año 2020, aproximadamente 3.000.000 de pesos por tCO<sub>2</sub>e mitigada, hasta cerca de 850.000 pesos por tCO<sub>2</sub>e mitigada para los años 2030 y 2050. Las regiones con menores costos de mitigación son aquellas situadas entre las regiones de O'Higgins y del Bio-Bío, ambas inclusive, mientras que en las regiones más septentrionales (Aysén y Magallanes), los costos implicados están asociados a la emisión y no al secuestro de GEI (Tabla 4.25).

Tabla 4.21. Proyección de superficies bonificadas por el programa RSD bajo el escenario optimista.

PROYECCIÓN SUPERFICIE (ha) POR GRUPO DE ACTIVIDADES POR REGION ADMINISTRATIVA																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	67,8	50,9	92,4	178,3	303,9	418,9	442,9	651,8	2176,9	2580,8	2133,7	64,8	658,4	1,4	0,0	9,755
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,8	770,1	2145,1	7278,2	6053,8	16244,6	425,8	0,5	33,080
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,1	1,4	0,7	140,4	2199,5	5242,3	300,5	261,4	0,0	0,0	8,153
	HA	107,0	11,8	43,4	72,5	204,3	111,6	68,6	432,5	87,8	1489,1	1296,5	221,6	1533,0	3348,3	1762,4	10,683
	P	142,4	9,0	5,3	115,3	158,3	272,8	202,7	707,8	2280,4	7736,4	12658,9	4945,0	8344,9	3631,0	384,6	41,452
Tot. 2011		317,2	71,7	141,1	366,1	666,5	810,4	715,6	1954,7	5455,6	16150,8	28609,6	11585,7	27042,3	7406,6	2147,5	103,124
2020	AO	49,8	37,4	67,9	131,0	223,2	307,6	325,3	478,7	1598,7	1895,3	1567,0	47,6	483,5	1,0	0,0	7,164
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	172,5	820,9	2286,6	7758,2	6453,1	17316,0	453,9	0,6	35,262
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,2	1,0	0,5	103,1	1615,3	3850,0	220,7	192,0	0,0	0,0	5,988
	HA	44,5	4,9	18,1	30,2	85,0	46,4	28,5	180,0	36,5	619,7	539,5	92,2	638,0	1393,4	733,4	4,446
	P	177,9	11,3	6,6	144,0	197,8	340,9	253,2	884,4	2849,4	9666,7	15817,3	6178,8	10427,0	4537,0	480,6	51,795
Tot. 2020		272,3	53,5	92,5	305,2	506,0	700,2	608,1	1716,2	5408,7	16083,5	29532,0	12992,4	29056,5	6385,3	1214,6	104,655
2030	AO	51,0	38,3	69,5	134,1	228,6	315,1	333,2	490,3	1637,6	1941,4	1605,0	48,7	495,3	1,0	0,0	7,338
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	166,6	793,0	2208,8	7494,5	6233,7	16727,4	438,5	0,5	34,063
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,7	1,1	0,6	111,6	1748,2	4166,8	238,8	207,8	0,0	0,0	6,481
	HA	40,8	4,5	16,5	27,6	77,8	42,5	26,1	164,7	33,4	567,2	493,9	84,4	584,0	1275,4	671,3	4,070
	P	182,1	11,6	6,7	147,4	202,5	349,0	259,3	905,4	2917,0	9896,0	16192,6	6325,4	10674,4	4644,6	492,0	53,024
Tot. 2030		273,9	54,3	92,8	309,2	509,0	712,3	619,7	1727,7	5492,6	16361,7	29952,8	12931,1	28688,8	6359,6	1163,9	104,975
2050	AO	51,9	38,9	70,7	136,4	232,5	320,4	338,9	498,7	1665,4	1974,4	1632,3	49,6	503,7	1,1	0,0	7,463
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	164,8	784,4	2184,7	7412,7	6165,7	16544,8	433,7	0,5	33,691
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,7	1,1	0,6	111,7	1749,1	4168,9	238,9	207,9	0,0	0,0	6,484
	HA	38,0	4,2	15,4	25,7	72,5	39,6	24,3	153,5	31,1	528,5	460,2	78,7	544,1	1188,4	625,5	3,792
	P	184,5	11,7	6,8	149,4	205,1	353,6	262,7	917,3	2955,3	10026,0	16405,3	6408,5	10814,6	4705,7	498,4	53,720
Tot. 2050		274,4	54,8	92,9	311,5	510,2	719,3	627,0	1734,9	5547,9	16462,7	30079,4	12941,4	28615,1	6328,8	1124,5	105,150

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcareas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas.

Tabla 4.22. Proyección de emisiones de GEI bajo el escenario optimista.

PROYECCIÓN EMISIÓN/SECUESTRO DE GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	-104,4	-78,3	-142,3	-274,6	-468,0	-645,1	-682,1	-1818,6	-6073,6	-7200,4	-5953,0	-180,7	-1836,9	-2,1	0,0	25,460
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	184,8	514,8	1746,8	1452,9	3898,7	102,2	0,1	7,939
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,5	-0,5	-0,5	-101,1	-1583,6	-2778,4	-159,2	-138,5	0,0	0,0	4,764
	HA	73,9	8,1	29,9	50,0	140,9	77,0	47,3	298,4	60,5	1027,4	894,6	152,9	1057,8	2310,3	1216,1	7,445
	P	-15,7	-1,0	-0,6	-12,7	-17,4	-30,0	-22,3	-566,3	-1824,3	-6189,1	-10127,1	-3956,0	-6675,9	-472,0	-50,0	29,960
Tot. 2011		-46,3	-71,2	-112,9	-237,2	-344,5	-600,6	-657,6	-2048,2	-7753,6	-13430,9	-16217,1	-2690,1	-3694,9	1938,4	1166,2	44,801
2020	AO	-76,7	-57,5	-104,5	-201,7	-343,7	-473,7	-500,9	-1335,6	-4460,5	-5288,0	-4371,9	-132,7	-1349,0	-1,6	0,0	18,698
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	197,0	548,8	1862,0	1548,7	4155,8	108,9	0,1	8,463
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,8	-0,4	-0,4	-74,3	-1163,0	-2040,5	-117,0	-101,7	0,0	0,0	3,499
	HA	30,7	3,4	12,5	20,8	58,7	32,0	19,7	124,2	25,2	427,6	372,3	63,6	440,2	961,4	506,1	3,098
	P	-19,6	-1,2	-0,7	-15,8	-21,8	-37,5	-27,9	-707,6	-2279,5	-7733,3	-12653,8	-4943,1	-8341,6	-589,8	-62,5	37,436
Tot. 2020		-65,5	-55,4	-92,8	-196,7	-306,8	-481,0	-509,5	-1878,0	-6592,0	-13208,0	-16831,9	-3580,3	-5196,3	479,0	443,7	48,072
2030*	AO	-78,6	-58,9	-107,1	-206,6	-352,0	-485,2	-513,1	-1368,0	-4568,8	-5416,4	-4478,0	-135,9	-1381,8	-1,6	0,0	19,152
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	190,3	530,1	1798,7	1496,1	4014,6	105,2	0,1	8,175
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,0	-0,4	-0,4	-80,4	-1258,7	-2208,4	-126,6	-110,1	0,0	0,0	3,787
	HA	28,1	3,1	11,4	19,1	53,7	29,3	18,0	113,7	23,1	391,4	340,8	58,3	402,9	880,1	463,2	2,836
	P	-20,0	-1,3	-0,7	-16,2	-22,3	-38,4	-28,5	-724,3	-2333,6	-7916,8	-12954,1	-5060,3	-8539,5	-603,8	-64,0	38,324
Tot. 2030		-70,5	-57,1	-96,4	-203,7	-320,6	-496,3	-524,0	-1939,1	-6769,3	-13670,5	-17501,1	-3768,5	-5613,9	379,9	399,4	50,252
2050*	AO	-79,9	-59,9	-108,9	-210,1	-358,0	-493,5	-521,8	-1391,3	-4646,4	-5508,5	-4554,2	-138,3	-1405,3	-1,6	0,0	19,478
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	188,2	524,3	1779,0	1479,8	3970,8	104,1	0,1	8,086
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,0	-0,4	-0,4	-80,4	-1259,4	-2209,5	-126,6	-110,2	0,0	0,0	3,789
	HA	26,2	2,9	10,6	17,8	50,0	27,3	16,8	105,9	21,5	364,7	317,5	54,3	375,4	820,0	431,6	2,643
	P	-20,3	-1,3	-0,8	-16,4	-22,6	-38,9	-28,9	-733,9	-2364,2	-8020,8	-13124,3	-5126,8	-8651,7	-611,7	-64,8	38,827
Tot. 2050		-74,0	-58,3	-99,0	-208,8	-330,6	-507,0	-534,3	-1980,1	-6881,3	-13899,7	-17791,4	-3857,7	-5820,9	310,7	367,0	51,365

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcareas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. Valores negativos indican secuestro de GEI a través de la incorporación de compuestos orgánicos en suelos y/o en tejidos vivos. Valores positivos indican emisión de GEI en la atmósfera.

Tabla 4.23. Reducción de emisiones de GEI bajo el escenario optimista.

DELTA DE EMISIONES GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2020	-34,7	-25,0	-45,3	-88,6	-150,5	-208,8	-219,3	-640,2	-2176,8	-3486,8	-4126,0	-818,6	-2173,1	-68,4	-4,6	-14201
2030	-70,5	-57,1	-96,4	-203,7	-320,6	-496,3	-524,0	-1939,1	-6769,3	-13670,5	-17501,1	-3768,5	-5613,9	379,9	399,4	-50181
2050	-74,0	-58,3	-99,0	-208,8	-330,6	-507,0	-534,3	-1980,1	-6881,3	-13899,7	-17791,4	-3857,7	-5820,9	310,7	367,0	-51365

Los valores negativos indican un aumento en el secuestro de carbono, los positivos una disminución. En ambos casos los valores son en base a la comparación de los resultados del escenario proyectado v/s la línea base.

Tabla 4.24. Costo total anual al implementar el escenario optimista.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA (Miles de Pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	166.062	53.320	115.013	200.342	228.282	309.898	251.664	598.239	1.996.998	4.554.858	9.581.634	5.718.957	14.292.690	3.017.896	343.615	41.429.468
2020	152.422	42.419	84.449	160.369	175.750	256.466	215.223	548.974	1.945.978	4.456.710	9.937.342	6.432.198	15.763.214	2.761.050	233.867	43.166.431
2030	155.395	43.365	86.298	163.682	178.028	261.434	219.509	555.823	1.974.573	4.529.338	10.030.077	6.428.621	15.688.084	2.767.369	229.890	43.311.487
2050	157.111	43.998	87.604	165.850	179.379	264.531	222.294	560.250	1.993.618	4.567.944	10.082.526	6.439.551	15.687.661	2.768.358	226.426	43.447.102

Tabla 4.25. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario optimista.

COSTOS (\$/tCO2e/año) MITIGACIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
2020	4.395	1.695	1.862	1.811	1.167	1.228	981	857	894	1.278	2.408	7.858	7.254	40.342	50.608	3.040
2030	2.205	759	895	803	555	527	419	287	292	331	573	1.706	2.795	- 7.285	- 576	863
2050	2.124	754	885	794	543	522	416	283	290	329	567	1.669	2.695	- 8.910	- 617	846

Valores negativos indican que los recursos económicos invertidos en esa región generan un aumento en la emisión de GEI. Los valores totales se refieren al costo promedio por tonelada de CO<sub>2</sub>e mitigada a nivel país.

### 3.3.2.3 Escenario pesimista

Las proyecciones para el escenario pesimista implican una disminución del presupuesto cercana al 30%, la que está dada principalmente por un recorte presupuestario del programa de praderas, a esto se suma el hecho de que bajo este escenario el programa RSD sólo estaría en vigencia hasta el año 2022. Los cambios en dichos factores generan una disminución importante en términos de superficie bonificada por el programa, pasando de 103.124 hectáreas bonificadas para el año 2011, a 69.090 hectáreas bonificadas para el año 2020 (Tabla 4.26). Dicha diferencia se encuentra relacionada principalmente al menor presupuesto para el ítem praderas, y la consecuente disminución de hectáreas bonificadas por dicho programa. Del mismo modo que en el escenario esperado, y producto de los nuevos lineamientos del reglamento recientemente entrado en vigencia (ver línea base sector suelos), las actividades relacionadas con el programa de Conservación de Suelos (mayormente secuestradoras de GEI) también disminuyen su participación en términos de superficie, pero a diferencia del escenario esperado, en este escenario no existe un efecto compensador producto del aumento de la superficie de praderas (por el contrario esta superficie disminuye), lo que genera una disminución importante en la capacidad del programa como herramienta para secuestrar GEI, pasando de 44.801 tCO<sub>2</sub>e secuestradas para el año 2011 a sólo 9.258 para el año 2020 (Tabla 4.27). Este hecho se traduce en que si se compara con la línea base el escenario pesimista deja de mitigar 24.547 toneladas CO<sub>2</sub>e/año para el año 2020 (Tabla 4.28)

En términos de costos proyectados para la implementación del programa RSD bajo este escenario, el presupuesto proyectado, y como se mencionó anteriormente, disminuye en alrededor de un 30% para el año 2020, afectando en mayor medida a aquellas regiones en que las actividades relacionadas con el programa de praderas son las principales (Tabla 4.29).

En el escenario pesimista no existe mitigación de GEI, ya que para el año 2011 los resultados son los mismos de línea base, entregando un balance neto de mitigación igual a cero, mientras que para la proyección del escenario hacia el año 2020 tampoco existe mitigación, producto de que para todas las regiones existe un delta negativo, lo que implica que bajo este escenario el programa RSD disminuye su capacidad de secuestro de GEI por debajo de lo proyectado en la línea base.

Tabla 4.26. Proyección de superficies bonificadas por el programa RSD bajo el escenario pesimista.

PROYECCIÓN SUPERFICIE (ha) POR GRUPO DE ACTIVIDADES POR REGION ADMINISTRATIVA																	
		XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	67,8	50,9	92,4	178,3	303,9	418,9	442,9	651,8	2176,9	2580,8	2133,7	64,8	658,4	1,4	0,0	9,755
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	161,8	770,1	2145,1	7278,2	6053,8	16244,6	425,8	0,5	33,080
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,1	1,4	0,7	140,4	2199,5	5242,3	300,5	261,4	0,0	0,0	8,153
	HA	107,0	11,8	43,4	72,5	204,3	111,6	68,6	432,5	87,8	1489,1	1296,5	221,6	1533,0	3348,3	1762,4	10,683
	P	142,4	9,0	5,3	115,3	158,3	272,8	202,7	707,8	2280,4	7736,4	12658,9	4945,0	8344,9	3631,0	384,6	41,452
Tot. 2011		317,2	71,7	141,1	366,1	666,5	810,4	715,6	1954,7	5455,6	16150,8	28609,6	11585,7	27042,3	7406,6	2147,5	103,124
2020	AO	28,2	21,2	38,5	74,2	126,5	174,3	184,3	271,3	905,9	1074,0	887,9	27,0	274,0	0,6	0,0	4,060
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	211,2	1004,9	2799,1	9497,2	7899,5	21197,3	555,7	0,7	43,166
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,0	0,6	0,3	58,4	915,3	2181,6	125,0	108,8	0,0	0,0	3,393
	HA	44,5	4,9	18,1	30,2	85,0	46,4	28,5	180,0	36,5	619,7	539,5	92,2	638,0	1393,4	733,4	4,446
	P	48,2	3,1	1,8	39,0	53,6	92,3	68,6	239,5	771,6	2617,8	4283,5	1673,3	2823,7	1228,7	130,1	14,027
Tot. 2020		120,9	29,1	58,3	143,4	265,1	316,0	282,0	902,2	2777,4	8025,8	17389,7	9817,0	25041,7	3178,3	864,3	69,090
2030*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Tot. 2030		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2050*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Tot. 2050		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcareas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. (\*) No hay datos, ya que el programa sólo se extendería hasta el año 2022.

Tabla 4.27. Proyección de emisiones de GEI bajo el escenario pesimista.

PROYECCIÓN EMISIÓN/SECUESTRO DE GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN																	
Año	Act.	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Tot. actividad
2011	AO	-104,4	-78,3	-142,3	-274,6	-468,0	-645,1	-682,1	-1818,6	-6073,6	-7200,4	-5953,0	-180,7	-1836,9	-2,1	0,0	25,460
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	184,8	514,8	1746,8	1452,9	3898,7	102,2	0,1	7,939
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,5	-0,5	-101,1	-1583,6	-2778,4	-159,2	-138,5	0,0	0,0	0,0	4,764
	HA	73,9	8,1	29,9	50,0	140,9	77,0	47,3	298,4	60,5	1027,4	894,6	152,9	1057,8	2310,3	1216,1	7,445
	P	-15,7	-1,0	-0,6	-12,7	-17,4	-30,0	-22,3	-566,3	-1824,3	-6189,1	-10127,1	-3956,0	-6675,9	-472,0	-50,0	29,960
Tot. 2011		-46,3	-71,2	-112,9	-237,2	-344,5	-600,6	-657,6	-2048,2	-7753,6	-13430,9	-16217,1	-2690,1	-3694,9	1938,4	1166,2	44,801
2020	AO	-43,5	-32,6	-59,2	-114,3	-194,7	-268,4	-283,9	-756,8	-2527,5	-2996,4	-2477,3	-75,2	-764,4	-0,9	0,0	10,595
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	241,2	671,8	2279,3	1895,9	5087,4	133,4	0,2	10,360
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-0,2	-42,1	-659,0	-1156,2	-66,3	-57,7	0,0	0,0	0,0	1,983
	HA	30,7	3,4	12,5	20,8	58,7	32,0	19,7	124,2	25,2	427,6	372,3	63,6	440,2	961,4	506,1	3,098
	P	-5,3	-0,3	-0,2	-4,3	-5,9	-10,2	-7,5	-191,6	-617,3	-2094,3	-3426,8	-1338,6	-2259,0	-159,7	-16,9	10,138
Tot. 2020		-18,0	-29,6	-47,0	-97,7	-142,0	-247,6	-271,9	-773,8	-2920,5	-4650,3	-4408,7	479,4	2446,5	934,2	489,3	9,258
2030*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Tot. 2030		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
2050*	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	EC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	CL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	HA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	P	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Tot. 2050		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-

(AO) Abono Orgánico; (EC) Enmiendas Calcareas; (CL) Cerro Labranza; (HA) Habilitación Agrícola; (P) Praderas. Valores negativos indican secuestro de GEI a través de la incorporación de compuestos orgánicos en suelos y/o en tejidos vivos. Valores positivos indican emisión de GEI en la atmósfera.

Tabla 4.28. Reducción de emisiones de GEI bajo el escenario pesimista.

DELTA DE EMISIONES GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2020	12,8	0,8	0,5	10,4	14,3	24,6	18,3	464,0	1494,7	5070,8	8297,3	3241,2	5469,7	386,7	41,0	24547
2030	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
2050	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Los valores negativos indican un aumento en el secuestro de carbono, los positivos una disminución. En ambos casos los valores son en base a la comparación de los resultados del escenario proyectado v/s la línea base.

Tabla 4.29. Costo total anual al implementar el escenario pesimista.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	166.062	53.320	115.013	200.342	228.282	309.898	251.664	598.239	1.996.998	4.554.858	9.581.634	5.718.957	14.292.690	3.017.896	343.615	41.429.468
2020	51.653	18.094	40.404	67.415	76.440	103.177	93.310	274.645	1.026.703	1.938.166	5.859.225	5.027.994	12.949.681	1.441.511	119.699	29.088.116
2030	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2050	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

n/a: no aplica, ya que en este caso el programa sólo se proyecta hasta el año 2022

Tabla 4.30. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario pesimista.

COSTOS (\$/tCO2e/año) MITIGACIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	- 4.025	- 22.203	- 85.030	- 6.490	- 5.359	- 4.196	- 5.108	- 592	- 687	- 382	- 706	- 1.551	- 2.368	- 3.727	- 2.922	- 1.185
2030	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
2050	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Valores negativos indican que los recursos económicos invertidos en esa región generan un aumento en la emisión de GEI. Los valores totales se refieren al costo promedio por tonelada de CO<sub>2</sub>e mitigada a nivel país. n/a: No aplica, ya que en este escenario el programa sólo se proyecta hasta el año 2022.

### 3.4 Sub-sector Forestal

#### 3.4.1 Construcción de escenarios

La construcción de escenarios consideró dos factores claves para su definición: i) duración del programa, y ii) monto de la forestación anual por región. Estos dos factores son los que definen las características fundamentales de los escenarios. El taller de validación entregó información valiosa para definir qué tipo de especies y qué tipo de actividades se fomentarán si el programa es renovado por un plazo mayor a los 2 años que actualmente se han anunciado, y sobre estos factores hay un cierto consenso en el sector. Otro factor que fue considerado relevante para la construcción de escenarios, fue la disponibilidad de tierras para nuevas plantaciones el cual tiene un nivel de incertidumbre muy alto ya que no hay estudios actualizados de superficie disponible, sólo hay una estimación del área y la localización de las superficies potencialmente forestables con nuevas especies<sup>15</sup>. La información recogida en el Taller y documentos de discusión sobre el foco que debería tener un nuevo programa de incentivos a la forestación, indica que las especies dendroenergéticas son una de las opciones más probables para este nuevo programa ya que cumplen con un foco específico (la producción de biomasa para energía) y cumplen otros requisitos adicionales que serán focos probables del nuevo programa: captura de carbono, conservación de suelos y de agua. En este sentido los escenarios se evaluaron utilizando las recomendaciones de especies y manejo emitidas por el informe de la Universidad de Concepción (UDEC) para la Comisión Nacional de Energía (CNE). Esta información fue contrastada con las recomendaciones de especies forestales contenidas en el informe de CIREN para ODEPA, que coincide en muchas de las especies. Este último informe entrega la información de cuáles son las regiones que presentan el potencial de ser forestadas exitosamente bajo condiciones de secano, que es el tipo de suelos que probablemente será ocupado por estas nuevas plantaciones. La revisión indica el siguiente esquema de especies por región (Tabla 4.31).

Tabla 4.31. Esquema de especies por región.

ESQUEMA DE ESPECIES POR REGIÓN																		
Región	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XIV		XI	
Especie	AT	AC	AN	AC	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	PO	PP
<b>(AT) Atriplex spp.; (AC) Acacia spp.; (EU) Eucalyptus spp.; (PP) Pinus ponderosa; (PO) Pino oregón.</b>																		

Fuente: Elaboración propia.

<sup>15</sup> Los siguientes documentos entregan información al respecto: (a) Mapas de Zonificación de aptitud productiva del territorio nacional de especies vegetales con potencial de producción de biocombustible. Informe Final CIREN para ODEPA. Julio 2010, y (b) Antecedentes para la evaluación económica para el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. Informe Final U. de Concepción para CNE.

En la mayor parte de las regiones del país las especies consideradas Acacia (dealbata, caven, melanoxylon, miersii) y Eucaliptus (camaldulensis, saligna, gunii) son recomendadas como apropiadas, por sus requerimientos ecológicos, especialmente por la tolerancia que tienen a condiciones de secano. Otras especies recomendadas por CIREN o por el estudio de la UDEC, tales como Salix, Álamos y Paulownia spp, fueron desechadas por sus requerimientos de agua<sup>16</sup> o por la incertidumbre asociada a sus rendimientos. La otra excepción es la región de Aysén, donde la UDEC y CIREN no identifican una especie con la potencialidad productiva del pino Oregón y Ponderosa.

Para efectos de estimar los rendimientos potenciales de las especies Atriplex spp, Acacia spp y Eucalyptus spp, se utilizaron las funciones determinadas en el estudio de la UDEC, que entregan los rendimientos (tMS/há/año) para estas tres especies genéricas:

- AC:  $Y = 0,007682 * Pp + 0,465622 * E + 0,000486 * N$
- EU:  $Y = 0,00361 * Pp + 1,3681 * E + 0,000368 * N$
- AT:  $Y = 0,003198 * Pp + 0,21269 * E + 0,00113 * N$
- Y: rendimiento (tMS/há/año), Pp: precipitación anual (mm), E: edad en años, N: densidad de plantación (ind/ha).

Los valores de Pp y N usados en las funciones, y considerados representativos de las regiones donde estas funciones fueron utilizadas, junto con las edades de rotación consideradas, se observan en la Tabla 4.32.

Tabla 4.32. Valores de precipitación anual (Pp), densidad de plantación (N) y rotaciones usados en las estimaciones de rendimiento.

VALORES UTILIZADOS EN LAS ESTIMACIONES DE RENDIMIENTO (Pp, N, Rotación)																
Región	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XIV	
Especie	AT	AC	AT	AC	AC	EU										
Pp (mm/año)	154	154	341	341	600	600	700	700	1.100	1.100	1.200	1.200	1.330	1.330	1.800	1.800
N (ind/há)	1.200	2.000	1.200	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Rotación (años)	4	6	4	6	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	40	40
(AT) Atriplex spp.; (AC) Acacia spp.; (EU) Eucalyptus spp.; (PP) Pinus ponderosa; (PO) Pino oregón.																

Fuente: Elaboración propia.

<sup>16</sup> Un estudio hecho por INFOR-CONAF en 1997 (Monografía Populus spp: Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional) indicó que las zonas potenciales con disponibilidad natural de agua para esta especie se situaban en ambas cordilleras de la VIII región, y el Valle y Cordillera de la Costa de las actuales IX, X y XIV regiones, donde actualmente hay un uso intensivo de este tipo de suelos en producción de madera, agricultura y especialmente ganadería.

Estas edades de rotación, precipitaciones y densidades de plantación son consideradas conservadoras en el contexto de funciones de producción para estas especies que crecen linealmente con la edad. Asimismo, las edades de rotación son consideradas representativas de las rotaciones características de plantaciones dendroenergéticas y se basan en las cifras entregadas por el informe de la UDEC. Los rendimientos y manejo usados para las especies, en la región de Aysén, son los mismos de la línea base. Los factores para convertir la biomasa aérea en biomasa total y luego a carbono y CO<sub>2</sub>e son los mismos los utilizados en la línea base (razones biomasa raíces-biomasa aérea, biomasa fuste-biomasa total, densidades anhidras de fustes, kgC/kgMS y kgCO<sub>2</sub>e/kgC en MS).

Para calcular los costos de forestación se recurrió a las estadísticas de CONAF que reportan la superficie y la inversión en forestación, forestación del 15% restante para pequeño propietario y la forestación para RSD. De estas cifras (1976-2009) se recogió la información 2005-2009, que fue referida a pesos del 2009 (y dólares del 2009), determinándose un promedio regional por hectárea, sin distinción de programa. Este promedio fue utilizado para valorizar la inversión esperada del estado en el programa. Los promedios (2005-2009) por región se presentan en la Tabla 4.33.

Tabla 4.33. Costos promedio (\$ y US\$) de forestación por región.

COSTO PROMEDIO DE FORESTACIÓN POR REGIÓN									
Región	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI
Pesos	393.957	361.750	631.702	528.646	448.601	450.720	234.866	339.573	409.591
Dólares US	704	646	1.129	945	802	805	420	607	732

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, las tasas de plantación anual consideradas dependen del escenario (esperado, optimista o pesimista), pero las asignaciones de hectáreas por especie en cada región se fijaron de acuerdo a la siguiente tabla (Tabla 4.34).

Tabla 4.34. Porcentaje de hectáreas anuales por especie y región.

PORCENTAJE DE HECTÁREAS ANUALES POR ESPECIE Y REGIÓN																			
Región	IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XIV		PO	PP	
Especie	AT	AC	AT	AC	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	AC	EU	PO	PP	
% del total	33	67	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	6	94	
<b>(AT) Atriplex spp.; (AC) Acacia spp.; (EU) Eucalyptus spp.; (PP) Pinus ponderosa; (PO) Pino oregón.</b>																			

Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios considerados en la proyección de superficies de forestación son los siguientes:

#### 3.4.1.1 Escenario esperado

Este escenario contempla una duración del programa de 15 años (2011-2025), con tasas de forestación equivalentes a las tasas promedio observadas en el período 2005-2009, que se pueden observar en la Tabla 4.35.

Tabla 4.35. Tasa de forestación en el escenario esperado.

SUPERFICIES DE FORESTACIÓN ANUAL POR ESPECIE Y REGIÓN										
Región	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XIV	XII	TOTAL
Tasa de Forestación (ha/año)	1500	296	2706	8906	12806	12078	1652	1772	1786	43502

Estas tasas de forestación se asumen constantes para un período de tiempo de 15 años, que es el período de tiempo fijado para este escenario. A partir de 2026 se asume que el programa termina y las tasas de forestación caen a cero en todas las regiones. Las cifras de emisiones y costos para los años 2020, 2030 y 2050 se construyen proyectando las superficies y los rendimientos respectivos en cada región y para cada especie, hasta su edad de rotación, donde se asume que el bosque es cosechado y replantado en el mismo año emitiéndose el total de C acumulado en las partes aéreas y bajo tierra.

#### 3.4.1.2 Escenario esperado sustentable

Este escenario tiene los mismos supuestos de forestación, costos y factores técnicos que el escenario esperado (3.4.1.1) y por lo tanto las definiciones de superficies anuales de forestación y las especies consideradas son las mismas. La diferencia con el escenario esperado está en que el bosque en este caso se cosecha de manera que tienda a la regulación<sup>17</sup>. Esto quiere decir que cuando un área de bosques llega a su edad de rotación no es cosechada en forma inmediata ya que es necesario calcular que área es necesario cosechar para que el bosque se regule y comparar esa superficie con la superficie que está en edad de cosecha. Esto implica que en algunos casos se cosecha toda la superficie que está en edad de cosecha y en otros casos se cosecha una superficie menor, postergando la cosecha de algunas hectáreas para períodos posteriores. Este proceso de regulación se hace en forma separada para cada especie en cada región lo que resulta en un bosque regulado a nivel nacional en un período de tiempo que depende de las características

<sup>17</sup> Un bosque regulado es aquel que tiene la misma superficie en cada una de las clases de edad entre 1 y la edad de rotación. La superficie en cada clase de edad del bosque se calcula como  $\frac{A}{eRot}$  donde **A** es el área total del bosque (ha) y **eRot** (años) es la edad de rotación o cosecha prescrita.

específicas de edades de rotación de las especies, superficies de forestación y períodos de vigencia del programa de incentivos.

#### 3.4.1.3 Escenario optimista

Este escenario contempla una duración del programa de 25 años (2011-2035), y se asumen las mismas tasas de forestación, las mismas especies y proporciones por especie usadas en el escenario esperado. A partir de 2036 las tasas de forestación caen a cero. El método de proyección de emisiones es el mismo que el utilizado en el escenario esperado.

#### 3.4.1.4 Escenario pesimista

Este escenario contempla una duración de 5 años para el programa de incentivos (2011-2015), y se asumen las mismas tasas de forestación, las mismas especies y proporciones por especie usadas en el escenario esperado. A partir de 2016 las tasas de forestación caen a cero. El método de proyección de emisiones es el mismo que el utilizado en el escenario esperado.

### 3.4.2 Análisis de mitigación

#### 3.4.2.1 Escenario esperado

El escenario esperado permite la formación de una superficie de bosques que mantiene un stock de 0,74 millones de tCO<sub>2</sub>e en el año 2011, 30,2 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 52 millones de tCO<sub>2</sub>e al 2030 y 66 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2050. Esto se traduce en la mitigación de 0,73, 2,87, 2,45 y 1,56 millones de tCO<sub>2</sub>e/año promedio para los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (Tabla 4.36) respectivamente al comparar las cifras de captura con la línea base. El costo promedio anual de mitigación es de 27.338, 6.963, 6.128 y 4.825 \$/ tCO<sub>2</sub>e para los mismos años (Tabla 4.38). Esto indica que inicialmente es necesario invertir fuertemente en crear el recurso (tierras forestadas), y el beneficio (en términos de mitigación) se ve en el mediano y sobre todo en el largo plazo, donde una tCO<sub>2</sub>e mitigada cuesta cerca de 5 mil pesos.

#### 3.4.2.2 Escenario esperado sustentable

Este escenario permite la formación de una superficie de bosques exactamente igual a la del escenario esperado, pero los stocks de carbono que se mantienen son algo mayores que los del escenario esperado. Para los años 2011 y 2020 los stocks son exactamente iguales (0,74 y 30,2 millones tCO<sub>2</sub>e) mientras que para los años 2030 y 2050 los stocks son de 55,3 y 67 millones de tCO<sub>2</sub>e respectivamente. Estas cifras se traducen en la mitigación de 0,73, 2,87, 2,62 y 1,58 millones de tCO<sub>2</sub>e/año para los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (Tabla 4.39). El costo promedio anual de mitigación es de 27.338, 6.963, 5.737 y 4.750 \$/ tCO<sub>2</sub>e para los mismos años (Tabla 4.41).

#### 3.4.2.3 Escenario optimista

Los bosques establecidos bajo el escenario optimista capturan un total de 0,74 millones de tCO<sub>2</sub>e en el año 2011, 30,2 millones de tCO<sub>2</sub>e en el 2020, 66,5 millones de tCO<sub>2</sub>e en el año 2030 y un total de 105,8 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2050. Esto implica tasas promedios anuales de captura de 0,73, 2,87, 3,17 y 2,55 millones de tCO<sub>2</sub>e en los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (Tabla 4.42). Estas tasas son exactamente iguales que las de los escenarios esperado y esperado sustentable para los años 2011 y 2020, y superiores para los años 2030 y 2050. Los costos anuales de mitigación son iguales a los escenarios anteriores para 2011 y 2020 (27.338 y 6.936 \$/tCO<sub>2</sub>e) y alcanzan a 6.305 y 4.909 \$/tCO<sub>2</sub>e para los años 2030 y 2050 (Tabla 4.44). Estos costos anuales por tCO<sub>2</sub>e mitigada son algo mayores que los costos estimados para los escenarios esperados e indican que los costos marginales de mitigación se incrementan. Sin embargo es necesario hacer notar que el stock al año 2030 es 28% mayor que estimado para el escenario esperado y al año 2050 esa diferencia se incrementa hasta el 60%.

#### 3.4.2.4 Escenario pesimista

El escenario pesimista permite la captura de 0,74 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2011, 15,7 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 19 millones de tCO<sub>2</sub>e al 2030 y 22,5 millones de tCO<sub>2</sub>e al 2050. Estas capturas equivalen a tasas anuales promedio de mitigación de 0,73 millones de tCO<sub>2</sub>e, 1,42 millones de tCO<sub>2</sub>e, 0,8 millones de tCO<sub>2</sub>e y 0,47 millones de tCO<sub>2</sub>e para los años 2011, 2020, 2030 y 2050 (Tabla 4.45). Estas tasas son menores que las estimadas para todos los otros escenarios y se traducen en costos anuales de mitigación estimados en 27.338 \$/tCO<sub>2</sub>e, 7.023 \$/tCO<sub>2</sub>e, 6446 \$/tCO<sub>2</sub>e y 5.350 \$/tCO<sub>2</sub>e para los años analizados (Tabla 4.47). Estos costos anuales son mayores que los estimados para el resto de los escenarios.

La Figura 4.7 resume la información de las Tablas 4.36, 4.39, 4.42, 4.45 y muestra los potenciales de mitigación de los escenarios analizados en el sub-sector forestal.

Figura 4.7. Potenciales de mitigación de GEI para el sub-sector forestal bajo 4 escenarios (tCO<sub>2</sub>e/año). Los resultados corresponden a valores totales en las regiones analizadas en este sub-sector.

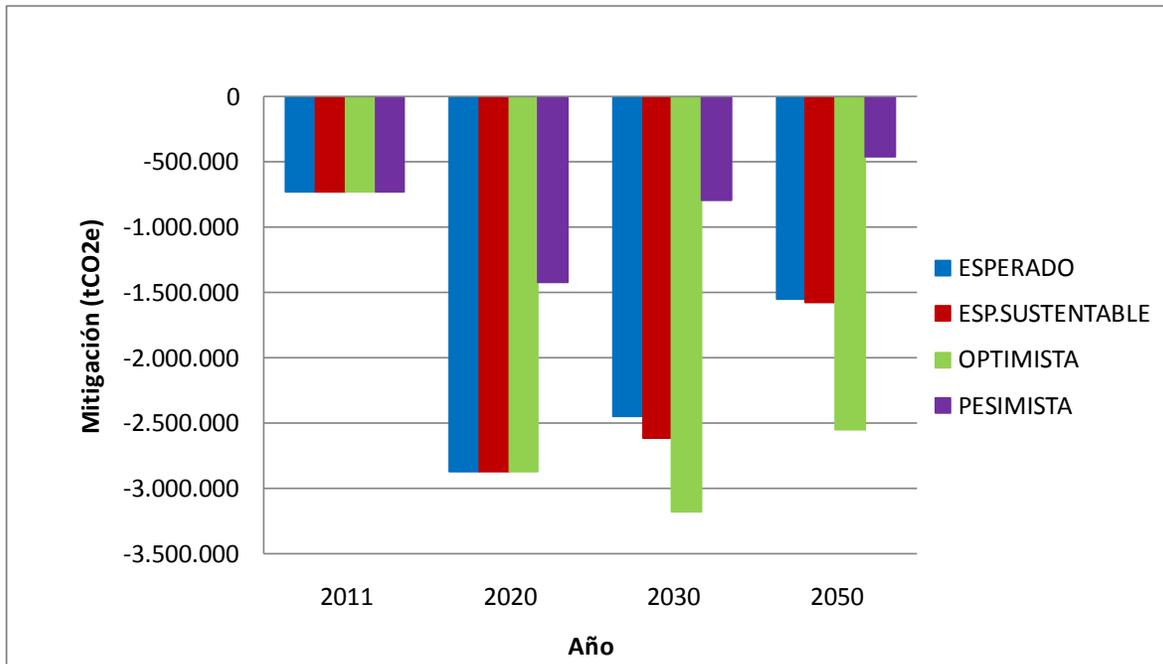


Tabla 4.36. Potencial de mitigación de emisiones de GEI bajo el escenario esperado.

DIFERENCIA EN EMISIONES GEI (tCO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	-7.675	-2.234	0	-32.017	-116.772	-234.010	-236.493	-48.366	-35.033	-19.447	0	<b>-732.046</b>
2020	0	0	0	0	-33.066	-7.012	0	-137.029	-493.155	-897.361	-890.679	-171.875	-129.444	-114.715	0	<b>-2.874.334</b>
2030	0	0	0	0	-29.366	-6.628	0	-110.458	-360.258	-713.093	-719.499	-139.833	-104.061	-266.081	0	<b>-2.449.278</b>
2050	0	0	0	0	-14.373	-3.207	0	-54.380	-178.139	-352.392	-355.460	-69.257	-49.476	-478.581	0	<b>-1.555.266</b>

Tabla 4.37. Costo total por región al implementar el escenario esperado.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	<b>20.012.789</b>
2020	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	<b>20.012.789</b>
2030	0	0	0	0	443.201	80.309	0	1.282.039	3.531.093	4.308.589	4.082.847	312.137	420.731	548.647	0	<b>15.009.592</b>
2050	0	0	0	0	221.601	40.154	0	641.020	1.765.547	2.154.294	2.041.423	156.068	210.365	274.323	0	<b>7.504.796</b>

Tabla 4.38. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario esperado.

COSTOS (\$/tCO <sub>2</sub> e/año) EMISIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	76.992	47.938	0	53.390	40.319	24.549	23.019	8.605	16.013	37.616	0	<b>27.338</b>
2020	0	0	0	0	17.872	15.270	0	12.475	9.547	6.402	6.112	2.421	4.334	6.377	0	<b>6.963</b>
2030	0	0	0	0	15.092	12.117	0	11.607	9.802	6.042	5.675	2.232	4.043	2.062	0	<b>6.128</b>
2050	0	0	0	0	15.418	12.522	0	11.788	9.911	6.113	5.743	2.253	4.252	573	0	<b>4.825</b>

Tabla 4.39. Potencial de mitigación de emisiones de GEI bajo el escenario esperado sustentable.

DIFERENCIA EN EMISIONES GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO SUSTENTABLE																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	-7.675	-2.234	0	-32.017	-116.772	-234.010	-236.493	-48.366	-35.033	-19.447	0	-732.046
2020	0	0	0	0	-33.066	-7.012	0	-137.029	-493.155	-897.361	-890.679	-171.875	-129.444	-114.715	0	-2.874.334
2030	0	0	0	0	-32.951	-7.239	0	-118.574	-389.125	-767.000	-773.266	-150.295	-111.935	-266.081	0	-2.616.466
2050	0	0	0	0	-14.872	-3.272	0	-55.625	-182.529	-360.395	-363.407	-70.774	-50.634	-478.581	0	-1.580.088

Tabla 4.40. Costo total por región al implementar el escenario esperado sustentable.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO SUSTENTABLE (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2020	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2030	0	0	0	0	443.201	80.309	0	1.282.039	3.531.093	4.308.589	4.082.847	312.137	420.731	548.647	0	15.009.592
2050	0	0	0	0	221.601	40.154	0	641.020	1.765.547	2.154.294	2.041.423	156.068	210.365	274.323	0	7.504.796

Tabla 4.41. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario esperado sustentable.

COSTOS (\$/tCO2e/año) EMISIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO ESPERADO SUSTENTABLE																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	76.992	47.938	0	53.390	40.319	24.549	23.019	8.605	16.013	37.616	0	27.338
2020	0	0	0	0	17.872	15.270	0	12.475	9.547	6.402	6.112	2.421	4.334	6.377	0	6.963
2030	0	0	0	0	13.450	11.094	0	10.812	9.074	5.617	5.280	2.077	3.759	2.062	0	5.737
2050	0	0	0	0	14.901	12.273	0	11.524	9.673	5.978	5.617	2.205	4.155	573	0	4.750

Tabla 4.42. Potencial de mitigación de emisiones de GEI bajo el escenario optimista.

DIFERENCIA EN EMISIONES GEI (tCO <sub>2</sub> e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	-7.675	-2.234	0	-32.017	-116.772	-234.010	-236.493	-48.366	-35.033	-19.447	0	-732.046
2020	0	0	0	0	-33.066	-7.012	0	-137.029	-493.155	-897.361	-890.679	-171.875	-129.444	-114.715	0	-2.874.334
2030	0	0	0	0	-37.652	-8.583	0	-146.030	-485.978	-943.574	-948.598	-183.763	-137.481	-282.398	0	-3.174.056
2050	0	0	0	0	-25.365	-5.703	0	-95.111	-322.207	-617.146	-618.745	-119.840	-87.902	-656.174	0	-2.548.194

Tabla 4.43. Costo total por región al implementar el escenario optimista.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2020	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2030	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2050	0	0	0	0	369.335	66.924	0	1.068.366	2.942.578	3.590.491	3.402.372	260.114	350.609	457.206	0	12.507.993

Tabla 4.44. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario optimista.

COSTOS (\$/tCO <sub>2</sub> e/año) EMISIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO OPTIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	76.992	47.938	0	53.390	40.319	24.549	23.019	8.605	16.013	37.616	0	27.338
2020	0	0	0	0	17.872	15.270	0	12.475	9.547	6.402	6.112	2.421	4.334	6.377	0	6.963
2030	0	0	0	0	15.695	12.476	0	11.706	9.688	6.088	5.739	2.265	4.080	2.590	0	6.305
2050	0	0	0	0	14.561	11.735	0	11.233	9.133	5.818	5.499	2.171	3.989	697	0	4.909

Tabla 4.45. Potencial de mitigación de emisiones de GEI bajo el escenario pesimista.

DIFERENCIA EN EMISIONES GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	-7.675	-2.234	0	-32.017	-116.772	-234.010	-236.493	-48.366	-35.033	-19.447	0	-732.046
2020	0	0	0	0	-16.493	-3.103	0	-65.883	-241.716	-436.399	-432.481	-84.017	-62.604	-82.082	0	-1.424.778
2030	0	0	0	0	-9.916	-2.116	0	-34.479	-91.735	-220.802	-230.158	-46.002	-32.679	-131.232	0	-799.118
2050	0	0	0	0	-4.295	-874	0	-15.381	-40.163	-98.650	-103.094	-20.745	-12.638	-171.763	0	-467.602

Tabla 4.46. Costo total por región al implementar el escenario pesimista.

COSTOS (\$/año) POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA (Miles de pesos)																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	590.935	107.078	0	1.709.386	4.708.124	5.744.785	5.443.795	416.182	560.974	731.529	0	20.012.789
2020	0	0	0	0	295.468	53.539	0	854.693	2.354.062	2.872.392	2.721.898	208.091	280.487	365.765	0	10.006.395
2030	0	0	0	0	295.468	26.770	0	427.346	1.177.031	1.436.196	1.360.949	104.046	140.244	182.882	0	5.150.931
2050	0	0	0	0	73.867	13.385	0	213.673	588.516	718.098	680.474	52.023	70.122	91.441	0	2.501.599

Tabla 4.47. Costo por tonelada de CO<sub>2</sub> mitigada al implementar el escenario pesimista.

COSTOS (\$/tCO2e/año) EMISIÓN POR REGIÓN BAJO ESCENARIO PESIMISTA																
AÑO	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2011	0	0	0	0	76.992	47.938	0	53.390	40.319	24.549	23.019	8.605	16.013	37.616	0	27.338
2020	0	0	0	0	17.914	17.256	0	12.973	9.739	6.582	6.294	2.477	4.480	4.456	0	7.023
2030	0	0	0	0	29.796	12.653	0	12.395	12.831	6.504	5.913	2.262	4.292	1.394	0	6.446
2050	0	0	0	0	17.199	15.316	0	13.892	14.653	7.279	6.601	2.508	5.549	532	0	5.350

### 3.5 Análisis global de mitigación del sector silvoagropecuario<sup>18</sup>

La tabla 4.48 resume la información de todos los subsectores analizados, para las medidas consideradas. Si bien esta tabla no puede ser sumada en forma simple, ya que muestra el potencial de mitigación de distintas medidas en distintos sectores, muestra claramente que en todos los sub-sectores hay potenciales para mitigar GEI.

El sub-sector que claramente tiene un mayor potencial de mitigación es el forestal, con promedios anuales que son entre 5-10 veces más altos que el resto. Este potencial involucra la forestación de 650.000 hectáreas al año 2050 por lo que el efecto se distribuye en una extensa área geográfica y por lo tanto tiene un efecto relativamente bajo por hectárea. Por otro lado, los sub-sectores de ganadería y cultivos poseen interesantes potenciales de mitigación, que están concentrados en segmentos productivos específicos, y en superficies comparativamente menores que los del sub-sector forestal. El sub-sector suelos tiene también potenciales de mitigación interesantes, que son mayores que los de las medidas de ganadería y que involucran una cifra cercana a las 103.000 hectáreas en todos los años reportados.

Un análisis global de los potenciales nacionales con los escenarios esperados y con la implementación de un programa de forestación, de un programa de recuperación de suelos degradados, de optimización de esquemas de fertilización (medida 1: cultivos), y del uso de ionóforos entrega un potencial de mitigación anual de 3,18 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 2,76 millones de tCO<sub>2</sub>e al año 2030 y 1,89 millones tCO<sub>2</sub>e al año 2050 lo que se traduce en cifras de mitigación total de 31,8 millones tCO<sub>2</sub>e al año 2020, 55,2 millones tCO<sub>2</sub>e al año 2030 y 75,4 millones tCO<sub>2</sub>e al año 2050 (promedio anual \* n° años).

---

<sup>18</sup> El Instituto Forestal (INFOR) hizo en el año 2009 una evaluación del potencial de mitigación de GEI asociado a la Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley N° 20.283). El estudio encargado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) tuvo por objetivo determinar el potencial de captura o desplazamiento de GEI asociado al incentivo al manejo de bosque nativos implementado a través de esta ley. Las cifras contenidas en el informe final de este proyecto (INFOR/ODEPA. 2010. *Potencial de Mitigación del Cambio Climático. Informe Final*) no se incluyen en este análisis global de potencial de mitigación y el estudio de INFOR complementa las cifras reportadas en este informe.

Tabla 4.48. Mitigación a nivel nacional de GEI para las medidas evaluadas en cada subsector (escenario esperado\*).

MITIGACIÓN GEI SECTOR SILVOAGROPECUARIO (tCO <sub>2</sub> e/año)				
SUBSECTOR		2020	2030	2050
FORESTAL	Esperado	2.874.334	2.449.278	1.555.266
	Esperado sustentable	2.874.334	2.616.466	1.580.088
SUELOS		0	33.092	32.627
CULTIVOS	Medida 1	267.382	278.564	297.805
	Medida 2	267.382	278.564	297.805
GANADERIA	Ionóforos	40.287	0	0
	Forrajes Mejorados	6.077	6.386	6.332

\*El subsector Ganadería considera sólo el supuesto 1, número de cabezas constante. Los resultados del supuesto 2, producción constante, se dan a conocer en el Anexo 6.

En la tabla 4.49 se pueden observar los costos anuales por tonelada de tCO<sub>2</sub>e mitigada y muestra que en el sub-sector suelos tiene el menor costo por tonelada y el sub-sector cultivos tiene el mayor costo por tonelada mitigada. Estas cifras deben contrastarse y analizarse en conjunto con los potenciales de mitigación de la Tabla 4.48. Así, si bien el sub-sector suelos tiene un bajo costo unitario (\$/tCO<sub>2</sub>e/año) de mitigación, tiene un potencial de mitigación relativamente bajo en comparación con cultivos o forestal. Por su parte, cultivos, que tiene potenciales de mitigación relativamente altos, presenta costos unitarios de mitigación muy altos al compararlos con los otros sub-sectores. Ganadería tiene costos unitarios intermedios, pero también con potenciales de mitigación comparativamente bajos al compararlo con cultivos o forestal.

Finalmente, el sub-sector forestal tiene costos unitarios bajos con un gran potencial de mitigación en el corto y largo plazo. La implementación conjunta de la medida de mitigación 1 en cultivos, del uso ionóforos junto con los programas de forestación y de recuperación de suelos degradados entrega un costo unitario de mitigación de 36.572 \$/ tCO<sub>2</sub>e para el año 2020, 41.145 \$/ tCO<sub>2</sub>e para el 2030 y 59.949 \$/ tCO<sub>2</sub>e para el 2050.

Tabla 4.49. Costos anuales de mitigación para las medidas evaluadas en cada subsector (escenario esperado\*).

COSTOS DE MITIGACIÓN (\$/tCO <sub>2</sub> e/año)				
SUBSECTOR		2020	2030	2050
FORESTAL	Esperado	6.963	6.128	4.825
	Esperado sustentable	6.963	5.737	4.750
SUELOS		-	1.447	1.482
CULTIVOS	Medida 1	354.989	353.751	354.236
	Medida 2	354.989	353.751	354.236
GANADERIA	Ionóforos	35.801	-	-
	Forrajes Mejorados	-	-	-

\*El subsector Ganadería considera sólo el supuesto 1, número de cabezas constante. Los resultados del supuesto 2, producción constante, se dan a conocer en el Anexo 6.

La tabla 4.50 entrega un resumen de las emisiones anuales para el escenario de línea base y que sirve de referencia para contextualizar los potenciales de mitigación de cada sub-sector analizado.

Tabla 4.50. Emisiones de las actividades consideradas en cada subsector y evaluadas para la línea base\*.

EMISIONES NACIONALES DE GEI DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO (tCO <sub>2</sub> e/año)				
SUBSECTOR		2020	2030	2050
FORESTAL		-150.027	-149.407	-96.122
SUELOS		-33.805	0	0
CULTIVOS		1.371.192	1.428.532	1.527.207
GANADERIA		5.534.483	5.800.288	6.266.629

\*El subsector Ganadería considera sólo el supuesto 1, número de cabezas constante. Los resultados del supuesto 2, producción constante, se dan a conocer en el Anexo 6.

# Anexos

## 1. Anexo 1. Matriz de Identificación-sub-sector ganadería

Nº	Subsector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente
1	Ganadería	Producción de Bovinos y Porcinos	Manejo predial	Cambio en Producto	Reducir o limitar el número de animales	CH4 + N2O	Reducción o limitación en un 5% menos la masa ganadera.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 17.
2	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Entrada	Uso de variedades de forrajes mejorados.	CH4 + N2O	Uso de semillas de variedades que mejoren la calidad nutricional de los pastos o tengan atributos específicos.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 37.
3	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Entrada	Forrajes con alto contenido de azúcares.	N2O		Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 19.
4	Ganadería	Producción de Bovinos y Porcinos	Manejo predial	Cambio en Proceso-Entrada	Mejoramiento genético animal	CH4 + N2O	Selección de un tipo de animal adecuado para el sistema de producción, para maximizar el potencial productivo.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 38.
5	Ganadería	Producción de praderas y cultivos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Entrada	Reemplazar praderas fertilizadas con N por maíz ensilado.	CH4 + N2O	Reducir la excreción de Nitrógeno	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 17.

Nº	Subsector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente
6	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Tecnología	Ionóforos	CH4 + N2O	Aditivos en la dieta de bovinos.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 35. Smith, P., et al., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B 2008 363, 798-813.
7	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Tecnología	Probióticos	CH4 + N2O		Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 37.
8	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Tecnología	Adición de aceites en la dieta	CH4 + N2O		Smith, P., et al., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B 2008 363, 798-813. Machmuller, A., Ossowski, D. A and Krauzer, M. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseed and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance un lams. Sciece Direct, Mayo 2000. Volúmen 85, Páginas 41-60. Jordan, E. et al.2006.The effect of varying levels of coconut oil on intake, digestibility and methane output from continental cross beef heifers. F.Animal Science Volúmen 84, 259-275.
9	Ganadería	Producción de Bovinos y Porcinos	Manejo predial	Cambio en Proceso-Tecnología	Implementación Biodigestor gran y pequeña escala	CH4 + N2O	Biodigestor para la obtención de biogás o energía eléctrica a partir de los purines.	APL II Cerdos.USA-EPA,2006. Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases, United States Environmental Protection Agency, EPA 4530-R-06-005, Junio 2006. Página V-25. IPCC

Nº	Subsector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente
10	Ganadería	Producción de praderas y cultivos	Manejo predial	Cambio en Proceso-Tecnología	Uso de Inhibidores de la nitrificación	N2O	Uso de fertilizantes con inhibidores de nitrificación en las praderas.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 21.
11	Ganadería	Producción de Bovinos lecheros	Manejo predial	Cambio en Proceso-Tecnología	Uso de Somatotrofina Bovina (bST)	CH4 + N2O	Hormona que se utiliza para aumentar la producción de leche en vacas lecheras de alta producción.	USA-EPA,2006. Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases, United States Environmental Protection Agency, EPA 4530-R-06-005, Junio 2006. Página V-23. Smith, P., et al., 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B 2008 363, 798-813.
12	Ganadería	Producción de Bovinos	Manejo predial	Cambio en Proceso-Tecnología	Vacuna anti-metanogénica	CH4	Vacuna con potencial para disminuir la metanogénesis producida en el rumen.	USA-EPA,2006. Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases, United States Environmental Protection Agency, EPA 4530-R-06-005, Junio 2006. Página V-23. Smith, P., et al., 2008.
13	Ganadería	Producción de praderas y cultivos	Manejo predial	Cambio en Proceso-Operaciones	Secuestro de carbono por el suelo.	CO2	Prácticas de aumentar la biomasa vegetal del suelo y la MO para la captura de CO2.	García A., et al, 2006. Contribución de la Agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional. Dialnet. Páginas: 75-87. Visitado el 23/06/2010 en <a href="http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2742882">http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2742882</a>
14	Ganadería	Producción de Bovinos	Manipulación de la dieta	Cambio en Proceso-Operaciones	Mayor cantidad de concentrado en la dieta	CH4 + N2O	Reemplazo de forrajes por concentrados de granos en las dietas. 50% de concentrado.	Clark, H., de Klein, C.A.M., Newton, P., 2001. Potential Management Practices and Technologies to Reduce Nitrous oxide, Methane and Carbon Dioxide Emissions from New Zealand Agriculture. Report prepared for MAF, September 2001. Página 38. USA-EPA,2006. Global Mitigation of Non-CO2 Greenhouse Gases, United States Environmental Protection Agency, EPA 4530-R-06-005, Junio 2006. Página V-23



4. Anexo 2. Matriz de Identificación-sub-sector cultivos

Nº	Subsector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente
1	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de fertilizantes de entrega controlada (FEC)	N <sub>2</sub> O	<p>Son abonos que no liberan el 100% de los nutrientes disponibles al momento de la aplicación. La entrega de los nutrientes es variable según el producto y depende de los niveles de humedad del suelo, la temperatura y/o la actividad microbiológica. Existen tres categorías básicas: orgánicos, nitrógeno de solubilidad lentas y los recubiertos. Existen tres tipos de FEC: orgánicos, productos con nitrógeno de lenta solubilidad y productos recubiertos.</p> <p>El objetivo final de los FEC es suministrar nutrientes a los cultivos en forma gradual y en periodos de tiempo más prolongados mediante una sola aplicación, de modo de reducir la probabilidad de causar toxicidad a las plantas, minimizar el potencial de pérdidas de nutrientes por lixiviación, además de aumentar su eficiencia. Los fertilizantes de entrega controlada (FEC) presentan un gran potencial para mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes.</p>	UNFCC (2008) Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector.
								IPCC (2007) Climate Change: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report.
								IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report
2	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de fertilizantes con nitrógeno estabilizado	N <sub>2</sub> O	<p>Son abonos en los que una parte del nitrógeno que contienen está en forma de una molécula orgánica, la cual inhibe las bacterias nitrosomas del suelo y por ende del proceso de nitrificación. Se consigue además una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno, lo que permite reducir la aplicación de nitrógeno a los cultivos por hectárea, se reducen las pérdidas por lixiviación y por tanto la contaminación de aguas por nitratos.</p>	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report.
3	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de inhibidores de nitrificación	N <sub>2</sub> O	<p>Son sustancias químicas que retrasan durante un cierto tiempo la nitrificación en el suelo, es decir, retardan la actividad de las bacterias nitrosomas para el proceso de transformación de nitrato a nitrito. Se incrementa la eficiencia en el uso de nitrógeno y se reducen las pérdidas por lixiviación.</p>	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report.
								UNFCC (2008) Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector.
								Quinta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de

Nº	Subsector	Proceso	Actividad	Tipo de Medida	Medida	GEI que mitiga	Descripción	Fuente
4	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de inhidores de ureasa	N <sub>2</sub> O	Son componentes que retardan la hidrólisis enzimática de la urea evitando así la volatilización por amoníaco, retardando el proceso de nitrificación. Se incrementa la eficiencia en el uso de nitrógeno y se reducen las pérdidas por lixiviación.	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report.
5	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de biofertilizantes	N <sub>2</sub> O	Son bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico y lo suministran a la planta o sintetizan diversas fitohormonas que mejoran el crecimiento vegetal, se reduce así el consumo de nitrógeno mineral de los cultivos y la lixiviación, son considerados también fertilizantes biológicos. Las más utilizadas son los géneros azotobacter, rhizobiun, azospirillum, azobacter y herbaspirillum.	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report. Cuarta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de México (2009).
6	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio en las operaciones de los procesos	Testeo del suelo/plantas	N <sub>2</sub> O	Se mejora la gestión de los procesos internos para optimizar los esquemas de aplicación de fertilizantes y reducir la sobre-fertilización de los cultivos	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical UNFCC (2008) Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Buenas Practicas Agricolas (BPA)
7	Cultivos	Fertilización	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	Cambio en las operaciones de los procesos	Optimización de esquemas de aplicación	N <sub>2</sub> O	Se incrementa la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos con una mínima emisión al medio ambiente.	IPCC (1996) Climate Change: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second UNFCC (2008) Challenges and opportunities for mitigation in the agricultural sector. Buenas Practicas Agricolas (BPA)

5. Anexo 3. Matriz de Evaluación-sub-sector ganadería

Nº	Subsector	Tipo de Medida	Medida	Aplica Instrumento Si: 3 No: 1	Potencial de Mitigación Alto: 5 Medio:3 Bajo: 1	Costo-Beneficio Positivo:5 Neutro:3 Negativo: 0	Desarrollo Sostenible			Dificultad Implementación Alta: 1 Media:3 Baja: 5	Grado Desarrollo Madurez (Comercial): 5 Exp. Previa (pre-	Viabilidad Política/Legal Viable: 3 No viable: 0	Escala de Aplicación: Todos: 5 Sólo pequeños o medianos o	SIG.
							Social	Económico	Ambiental					
							Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Positivo: 5 Neutro:3 Negativo: 0					
1	Ganadería	Cambio en el producto	Reducir o limitar el número de animales (-5%)	1	1,07	0	0	0	3	1	5	0	5	1,48
2	Ganadería	Cambio en la entrada de los procesos	Uso de variedades de forrajes mejorados.	1	3,42	3	3	3	3	3	5	3	5	2,95
3	Ganadería	Cambio en la entrada de los procesos	Forrajes con alto contenido de azúcares.	1	-0,19	3	3	3	3	3	5	3	5	2,23
4	Ganadería	Cambio en las entradas de los procesos	Mejoramiento genético animal	1	0,02	5	3	3	3	1	5	3	1	1,60
5	Ganadería	Cambio en las entradas de los procesos	Reducir la excreción N, reemplazando praderas fertilizadas por N por maíz ensilado.	1	0,04	3	3	3	0	3	5	3	1	1,67
6	Ganadería	Cambio en la tecnologías de los procesos	Ionóforos	1	2,48	5	3	3	3	5	5	3	5	3,16
7	Ganadería	Cambio en la tecnologías de los procesos	Probióticos	1	0,90	3	3	3	3	5	5	3	5	2,71
8	Ganadería	Cambio en la tecnologías de los procesos	Adición de aceites en la dieta	1	0,76	5	3	3	3	3	5	3	5	2,55
9	Ganadería	Cambio en la tecnologías de los procesos	Implementación Biodigestor gran y pequeña escala	3	5,00	3	5	3	5	1	5	3	1	2,69
10	Ganadería	Cambio en la tecnologías de los procesos	Uso de Inhibidores de la nitrificación	1	0,18	3	3	3	5	5	3	3	5	2,48

6. Anexo 4. Matriz de Evaluación-sub-sector cultivos

Nº	Subsector	Tipo de Medida	Medida	CRITERIOS DE EVALUACIÓN										SIG.
				Aplica Instrumento Si: 3 No: 1	Potencial de Mitigación Valor entre 0-5	Costo-Beneficio Positivo:5 Neutro:3 Negativo: 0	Desarrollo Sostenible			Dificultad Implementación Alta: 1 Media:3 Baja: 5	Grado Desarrollo Madurez (Comercial): 5 Exp. Previa (pre-comercial):3 Bajo (I&D): 1	Viabilidad Política/Legal Viable: 3 No viable: 0	Escala de Aplicación: Todos: 5 Sólo pequeños o medianos o grandes: 1	
							Social Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Económico Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Ambiental Positivo: 5 Neutro:3 Negativo: 0					
1	Cultivos	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de fertilizantes de entrega controlada (FEC)	1	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,70
2	Cultivos	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de fertilizantes con nitrógeno estabilizado	1	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,70
3	Cultivos	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de Inhibidores de nitrificación	1	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,70
4	Cultivos	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de Inhibidores de ureasa	1	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,70
5	Cultivos	Cambio a la entrada de los procesos	Uso de Biofertilizantes	1	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,70

CRITERIOS DE EVALUACIÓN														
Nº	Subsector	Tipo de Medida	Medida	Aplica Instrumento Si: 3 No: 1	Potencial de Mitigación Valor entre 0-5	Costo-Beneficio Positivo:5 Neutro:3 Negativo: 0	Desarrollo Sostenible			Dificultad Implementación Alta: 1 Media:3 Baja: 5	Grado Desarrollo Madurez (Comercial): 5 Exp. Previa (pre-comercial):3 Bajo (I&D): 1	Viabilidad Política/Legal Viable: 3 No viable: 0	Escala de Aplicación: Todos: 5 Sólo pequeños o medianos o grandes: 1	SIG.
							Social Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Económico Positivo: 5 Neutro: 3 Negativo: 0	Ambiental Positivo: 5 Neutro:3 Negativo: 0					
6	Cultivos	Cambio en las operaciones de los procesos	Testeo del suelo/plantas	3	1,77	5	3	3	5	5	5	3	5	3,20
7	Cultivos	Cambio en las operaciones de los procesos	Optimización de esquemas de aplicación	3	1,77	5	3	3	5	5	5	3	5	3,20
8	Cultivos	Cambio en las operaciones de los procesos	Mejora de las practicas de riego	3	1,05	5	3	3	5	5	5	3	5	3,05
9	Cultivos	Cambio en las tecnologías de los procesos	Uso de riego tecnificado	3	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,83
10	Cultivos	Cambio en las tecnologías de los procesos	Uso de tecnologías mas eficientes de fertilización	3	1,05	5	3	5	5	3	5	3	5	2,83

## 7. Anexo 5. Programas de fomento del sector silvoagropecuario

### INDAP

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Desarrollo de Recurso Productivos.
Nombre del instrumento	Desarrollo de inversiones
Objetivo del instrumento	El objetivo general del Programa de Desarrollo de Inversiones, PDI, es cofinanciar la ejecución de proyectos de inversión productiva, orientados a modernizar los procesos productivos de las empresas de pequeños(as) productores(as), para hacerlas más competitivas en el mercado y sustentables en el tiempo.
Descripción del instrumento	El programa consiste en otorgar recursos como incentivos o bonificaciones que se ponen a disposición de los(as) usuarios(as) de INDAP interesados(as) en poder concretar proyectos de inversión en sus explotaciones
Estrategia de implementación	Estos recursos se asignan por la vía de concursos, es decir hay una competencia para poder acceder a las bonificaciones
Beneficiarios	El PDI está dirigido a productores(as) que desarrollan negocios comerciales, es decir que están articulados a algún mercado y venden su producción. Pueden participar beneficiarios(as) actuales o potenciales de INDAP, constituidos en los siguientes tipos de usuarios(as): Empresas Individuales, Grupos informales de Empresas Individuales, Empresas Asociativas Campesinas formalmente constituidas, Grupos de Empresas Asociativas Campesinas.
Monto de Inversión	534.808 UF <sup>19</sup>

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Desarrollo de Recurso Productivos
Nombre del instrumento	Recuperación de suelos degradado
Objetivo del instrumento	Detener o remediar en los suelos cultivables del país, la fuerte baja de su fertilidad natural por la sostenida pérdida de fósforo disponible y la acidificación progresiva de los mismos, derivadas del intensivo uso agropecuario al cual están o han sido sometidos.  Aplicar manejos y prácticas conservacionistas en aquellos suelos afectados

<sup>19</sup> Uf=21.221 al 7 de julio del 2010

		por distintos grados de erosión o erosionables a causa del uso intensivo y de la aplicación de prácticas inapropiadas en su explotación.
Descripción del instrumento		<p>Consiste en la entrega de una ayuda económica, no reembolsable, que varía entre el 50% y el 80% de los costos netos asociados a los insumos, labores y asesorías técnicas requeridas para su implementación</p> <p>Los(as) pequeños(as) agricultores(as) interesados(as) pueden postular a uno o más programas, siempre y cuando el monto total bonificado no supere los \$ 283 UF anuales.</p>
Estrategia de implementación		Atendiendo que el SIRSD expira legalmente el 15 de noviembre de 2009, se podrá postular sólo hasta el 31 de octubre del presente año. Para hacerlo los(as) pequeños(as) productores(as) agrícolas interesados(as) deben presentar sus necesidades y requerimientos en la agencia de área de INDAP que le corresponda. En dicha agencia se verifica que el (la) postulante cumpla con los requisitos para participar en el SIRSD y que su demanda cumple con las exigencias administrativas correspondientes. Una vez declarada admisible la postulación del (la) productor(a), éste(a) deberá presentar un plan de manejo, documento técnico que señala y detalla las prácticas de manejo y recuperación de suelos que se ejecutarán; y un informe técnico que respalda y justifica las labores y manejos propuestos. Para la preparación de esta documentación los(as) usuarios(as) son asistidos(as) por consultores(as) calificados(as) en la materia correspondiente.
Beneficiarios		Los(as) pequeños(as) productores(as) agrícolas del país que cumplan con los requisitos como para ser usuario(a) actual o potencial de INDAP. Esto es: que exploten una superficie no superior a las 12 hectáreas de riego básico, que tengan activos que no superen las 3.500 unidades de fomento (aproximadamente \$ 65.000.000.-), que obtengan sus ingresos principalmente de la explotación agrícola y que trabajen directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia.
Monto de Inversión		824.749 UF

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Desarrollo de Recurso Productivos
Nombre del instrumento	Praderas Suplementarias y Recursos Forrajeros
Objetivo del instrumento	Incentivar el establecimiento de praderas suplementarias y/o recursos forrajeros como herramienta efectiva para disponer de forraje invernal y/o estival en los predios de la Agricultura Familiar Campesina donde el rubro ganadero es el negocio principal del sistema productivo predial.
Descripción del instrumento	Consiste en la entrega de una ayuda económica del 80% de los costos netos, asociados a los insumos y labores requeridas para el establecimiento de praderas suplementarias y/o recursos forrajeros, de acuerdo a Tabla de Costos

	definida previamente. Los(as) pequeños(as) agricultores(as) pueden postular hasta un monto máximo de 35 UF por beneficiario(a) al año. Para sectores especiales, este máximo puede ser de hasta 44 UF.-
Estrategia de implementación	La postulación al programa se hace a través de la presentación de un Plan de Establecimiento de Praderas Suplementarias y/o Recursos Forrajeros. Además, deberá presentar los antecedentes o actualizarlos según corresponda, mediante los cuales pueda acreditar el cumplimiento de los atributos que lo califican para ser usuario(a) de INDAP.
Beneficiarios	A todos(as) los(as) pequeños(as) agricultores(as) ubicados entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y del General Carlos Ibáñez del Campo, que cumplan los requisitos generales para ser usuarios(as) de INDAP y con explotaciones donde el rubro ganadero es el negocio principal del sistema productivo predial.
Monto de Inversión	70.684 UF

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Desarrollo del capital Humano
Nombre del instrumento	Mujeres Rurales
Objetivo del instrumento	El objetivo del programa es apoyar la formación y capacitación para la empresarización de las iniciativas productivas de las pequeñas productoras agrícolas y/o campesinas del segmento multiactividad, estimulando el desarrollo de competencias emprendedoras y de gestión, que les permita gestionar proyectos de negocios de manera competitiva y sustentable.
Descripción del instrumento	El programa considera una intervención de hasta tres años, durante los cuales los grupos de usuarias, se capacitarán en cuatro ámbitos temáticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento productivo de actividades silvoagropecuarias, agroindustriales, turismo rural o artesanías con enfoque de sustentabilidad ambiental.</li> <li>• Gestión de negocios silvoagropecuarios.</li> <li>• Desarrollo organizacional y fomento de la asociatividad.</li> <li>• Desarrollo personal.</li> </ul>
Estrategia de implementación	Las pequeñas agriculturas y/o campesinas deben registrar su demanda, cuando se abra un concurso de postulación a módulos, en las agencias de Área de INDAP o en las direcciones provinciales de PRODEMU, o de acuerdo a lo que establezca el concurso.
Beneficiarios	A pequeñas productoras o campesinas usuarias o potencial de INDAP.
Monto de Inversión	58.580 UF

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Desarrollo del capital Humano
Nombre del instrumento	Fondo de innovación
Objetivo del instrumento	Desarrollar una institucionalidad privada de productores(as), que les permita superar barreras de entrada a algunos mercados y trabajar en conjunto factores de competitividad comunes y transversales a todos los actores del rubro en el territorio.
Descripción del instrumento	<p>El programa consiste en desarrollar acciones de apoyos que permitan promover, apoyar y desarrollar Redes de Empresas Asociativas por Rubros. Es decir, implica desarrollar una estructura asociativa horizontal de segundo piso, entre Empresas Asociativas (EAC), que permita abordar de manera conjunta una serie de objetivos comunes de competitividad.</p> <p>Los ámbitos de apoyos contemplados, según el nivel de desarrollo de cada red son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ámbito comercial:</b> Planes de negocios en red, información técnica y comercial, análisis de mercados, mesas de negocios, etc.</li> <li>• <b>Ámbito productivo:</b> Giras tecnológicas en Chile y el extranjero.</li> <li>• <b>Formación y Capacitación:</b> Pasantías nacionales e internacionales, cursos de formación a directivos, congresos y seminarios, etc.</li> <li>• <b>Desarrollo Organizacional:</b> Planes estratégicos en red, normativa interna, estructura organizacional, etc.</li> </ul>
Estrategia de implementación	La demanda se presenta según formato disponible en cada agencia de Área o Dirección Regional de INDAP. Luego se pasa a un proceso de admisibilidad y posteriormente pasar a una etapa de evaluación en donde la selección dependerá de los siguientes parámetros: contribución al desarrollo de la competitividad del potencial cliente; focalización de los apoyos requeridos en la apuesta comercial; coherencia del número de empresas que integran la demanda, con la magnitud de los incentivos demandados; participación, en porcentaje, del potencial cliente en el mercado, respecto de la oferta campesina y tipo de mercado al que accede el potencial cliente.
Beneficiarios	<p>Los(as) beneficiarios(as) deberán participar en forma organizada y vinculados(as) a las siguientes categorías de clientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos de Empresas Campesinas.</li> <li>• Redes de Empresas con personalidad jurídica.</li> <li>• Redes de Empresas sin personalidad jurídica</li> </ul>

Institución	INDAP
Clasificación	Desarrollo del capital Humano
Nombre del instrumento	Fondo de proyecto de desarrollo Organizacional
Objetivo del instrumento	<p>El objetivo del Fondo de Proyectos de desarrollo Organizacional – PRODES es contribuir al desarrollo de capacidades permanentes de gestión en las organizaciones de pequeños(as) productores(as) agrícolas y/o campesinos(as), mediante la creación de una instancia de financiamiento de proyectos, que promuevan su desarrollo y fortalecimiento. Específicamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Este Instrumento permite el desarrollo de capacidades y Fortalecimiento de las Organizaciones a través proyectos sólidos, con objetivos claros de mediano plazo, consolidando su representatividad. Todo esto les permite el constante crecimiento, logrando tener organizaciones fuertes, participativas y cohesionadas.</li> <li>• Promueve el desarrollo económico, social y Organizacional de pequeños(as) productores(as) agrícolas y campesinos(as), con el fin de contribuir a elevar su capacidad Organizacional y dirigenal.</li> <li>• Promueve la relación entre el Estado y la ciudadanía.</li> <li>• Desarrolla la participación de las organizaciones campesinas, en virtud de toda la vida social nacional.</li> </ul>
Descripción del instrumento	<p>Es un Fondo de proyectos concursables que financia un porcentaje del costo total de la ejecución del proyecto (hasta un 85%), con un plan de trabajo de hasta tres años. El monto máximo a financiar dependerá del Presupuesto anual del Nivel Central y de las Regiones. El porcentaje restante de la ejecución del proyecto deberá ser aportado por la organización. También el fondo contempla un porcentaje del costo total de la contratación de los servicios de un especialista para la elaboración del proyecto. Este apoyo contribuye a las organizaciones, a presentar proyectos de gran calidad, conforme a los objetivos de cada una de ellas. Las líneas Financiables son las Siguietes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación</li> <li>• Difusión y Desarrollo Comunicacional</li> <li>• Provisión de capacidades Técnicas, Administrativas y de Gestión Organizacional</li> <li>• Visitas a Experiencias de Desarrollo Organizacional</li> <li>• Apoyo para la elaboración del proyecto de desarrollo organizacional</li> </ul>
Beneficiarios	<p>Este fondo concursable está dirigido específicamente a Organizaciones de pequeños(as) agricultores(as) campesinos(as) en dos niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel Nacional: Organizaciones (Confederaciones) de tercer nivel o superiores con presencia a lo menos en tres regiones.</li> <li>• Nivel Regional: Organizaciones Regionales, Federaciones u organizaciones de Base.</li> </ul> <p>*Todas las Organizaciones tendrán que acreditar personería jurídica y vigencia nacional y local, según corresponda.</p>

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Financiamiento Crediticio
Nombre del instrumento	Crédito de corto plazo individual
Objetivo del instrumento	Orientado fundamentalmente a financiar el capital de trabajo requerido para desarrollar actividades económicas, tales como comprar semillas, fertilizantes, contratar mano de obra, comprar forraje, pagar derechos de agua o arrendar maquinaria agrícola, entre otras.
Descripción del instrumento	Es un crédito orientado a financiar fundamentalmente el capital de trabajo requerido para desarrollar actividades económicas, permitiendo al (la) productor(a) financiar los insumos anuales de su explotación como semillas, fertilizantes, mano de obra, forraje, pago de derechos de agua, arriendo de maquinaria agrícola, etc.
Beneficiarios	Dirigido a pequeños(as) productores(as) agrícolas que exploten una superficie no superior a las 12 hectáreas de riego básico, cuyos activos no superen las 3.500 unidades de fomento, que su ingreso provenga principalmente de la explotación agrícola y que trabaje directamente la tierra sin importar el tipo de tenencia.
Monto de Inversión	Monto máximo hasta 200 UF por usuario

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Financiamiento Crediticio
Nombre del instrumento	Crédito de largo plazo empresa
Objetivo del instrumento	Créditos cuya capacidad de generación de recursos para pagar la deuda requiere de un plazo superior a los 359 días, con un máximo de 10 años. Estos créditos están destinados a financiar fundamentalmente inversiones en activos fijos.
Descripción del instrumento	Es un crédito orientado a financiar inversiones en bienes de capital destinados al establecimiento y desarrollo de rubros del largo período de maduración como frutales, hortalizas permanentes, crianzas de ganado, forestación, establecimiento de praderas.
Beneficiarios	Dirigido a organizaciones legalmente constituidas y conformadas mayoritariamente por pequeños(as) productores(as) agrícolas y campesinos(as).

Monto de Inversión	Monto máximo hasta 3000 UF por usuario

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Financiamiento Crediticio
Nombre del instrumento	Crédito de enlace forestal
Objetivo del instrumento	Créditos cuya capacidad de generación de recursos para pagar la deuda requiere de un plazo superior a los 359 días, con un máximo de 10 años. Estos créditos están destinados a financiar fundamentalmente inversiones en activos fijos.
Descripción del instrumento	<p>Los usuarios y usuarias del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), que deseen forestar sus predios o parte de ellos, pueden acceder a un crédito que les permite financiar parcialmente las plantaciones forestales mientras obtienen la bonificación correspondiente en el marco del D.L 701/74 sobre fomento forestal.</p> <p>INDAP otorga el crédito una vez que la Corporación Nacional Forestal (Conaf) emite el certificado de futura bonificación forestal, el cual debe ser endosado a favor de INDAP por el (la) usuario(a), quien además debe transferir al Instituto el total de la bonificación forestal, a través de un instrumento público o privado, firmado ante notario. La bonificación forestal, principal fuente de pago del crédito, se hace efectiva una vez realizada la plantación y comprobado el prendimiento por parte de Conaf</p>
Beneficiarios	Este crédito está dirigido a personas naturales y jurídicas, que califiquen como usuarios(as) de INDAP y que cumplan con los requisitos establecidos en el DL N° 701/74.

Institución	<b>INDAP</b>
Clasificación	Financiamiento Crediticio
Nombre del instrumento	Crédito de enlace riego
Objetivo del instrumento	Acceso a crédito de enlace del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), asociado a la Ley N° 18.450, para apoyar la incorporación de nueva superficie de riego a la producción agrícola, mediante la inversión en obras de riego y/o drenaje. Este crédito no devengará intereses de ningún tipo y tiene como plazo máximo 2 años para pagarlo, siendo su principal fuente de pago el certificado de bonificación al riego y drenaje que otorga la Ley N° 18.450, el cual debe ser endosado a favor de INDAP. El monto del crédito de enlace es de hasta el 100% del monto establecido en el certificado de bonificación al riego y

	drenaje.
Descripción del instrumento	Este crédito permite financiar parcialmente las obras de riego y/o drenaje que han obtenido el certificado de bonificación al riego y drenaje que otorga la Ley N° 18.450, extendido por la Comisión Nacional de Riego (CNR).
Beneficiarios	Este crédito está dirigido a las personas naturales o jurídicas que califiquen como usuarios(as) de INDAP y cumplan con los requisitos establecidos en la Ley 18.450, sobre fomento al riego. También el crédito está dirigido a comunidades de agua organizadas y comunidades de aguas no organizadas, siempre que cumplan lo que señalan los cuerpos legales que las rigen (Ley 20.017, para las primeras, y Ley N° 18.450, para las segundas).

**COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO (CNR)**

Institución	<b>CNR</b>
Clasificación	Desarrollo recurso productivo
Nombre del instrumento	Ley 18.450 fomento al riego
Objetivo del instrumento	Apoyar la incorporación de nueva superficie de riego a la producción agrícola, mediante la inversión en obras de riego y/o drenaje.
Beneficiarios	<p>Personas naturales o jurídicas, propietarias o usufructuarias y los poseedores materiales de un predio agrícola en proceso de regularización de títulos. Asimismo, las organizaciones de usuarios de obras de riego previstas en el Código de Aguas y las Comunidades no organizadas que hayan iniciado su constitución.</p> <p>También las organizaciones de regantes, tales como juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas, comunidades de aguas, comunidades de tierra, sociedades agrícolas y cooperativas.</p> <p>Deben demostrar ser dueñas de la tierra y poseer derechos de aguas. Los agricultores pequeños, medianos y grandes pueden postular en forma individual, debiendo acreditar el dominio o usufructo de la tierra a beneficiar y la tenencia de los derechos de aguas.</p> <p>Los arrendatarios, desde el 30 de septiembre de 2008, también pueden postular a los beneficios de la Ley 18.450. Arrendatarios de predios agrícolas cuyos contratos de arrendamiento consten por escritura pública inscrita en el Conservador de Bienes Raíces correspondiente</p>

Monto de Inversión	Variable según proyecto a bonificar
--------------------	-------------------------------------

**FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA)**

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Desarrollo recurso productivo
Nombre del instrumento	Programas de Innovación Territorial
Descripción del instrumento	Los Programas de Innovación Territorial por Cadena, Rubro o Sistema Productivo son iniciativas que articulan un conjunto de instrumentos de fomento para la innovación, detrás de un objetivo común, que responde a una problemática (u oportunidad) identificada dentro de límites territoriales definidos y son liderados por un grupo de actores relevantes y representativos de una cadena agroalimentaria en el territorio al cual pertenecen.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Consortios Tecnológicos
Descripción del instrumento	Los Consortios se definen como la asociación de entidades tecnológicas (incluidas las universitarias) y empresariales para el desarrollo conjunto de un programa en los ámbitos de investigación, desarrollo e innovación sobre la base de esfuerzos complementarios de las entidades que lo componen.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Programas de Desarrollo Tecnológico
Descripción del instrumento	El Apoyo a la Formación de Proyecto de Desarrollo Tecnológico es una iniciativa que articula un conjunto de instrumentos de fomento para la innovación, detrás de un objetivo común, que responde a una problemática (u oportunidad) identificada en un rubro o sector, relacionado principalmente con aspectos tecnológicos, y son liderados por una agrupación de actores relevantes y representativos de una cadena agroalimentaria.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Asesorías
Nombre del instrumento	Estudios
Descripción del instrumento	Los Estudios corresponden a iniciativas en las que se elabora y sistematiza información técnica, económica y/o comercial, que en su conjunto permita la toma de decisiones frente a futuras iniciativas de innovación.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Asesorías
Nombre del instrumento	Proyectos
Descripción del instrumento	Instrumento donde las iniciativas implementadas deben mejorar la competitividad de la empresa, y del sector al cual esta pertenece, a través del desarrollo, adaptación, validación y/o incorporación de innovación, cambios que deben ser valorados por el mercado durante la ejecución del proyecto.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Desarrollo Capital Humano
Nombre del instrumento	Giras Tecnológicas
Descripción del instrumento	Las Giras Técnicas son visitas de grupos de personas ligadas al sector silvoagropecuario a centros de excelencia en el país o el extranjero, donde existan tecnologías, experiencias, información y/o contactos que presenten interés desde la perspectiva de la innovación sectorial, así como ejemplos nacionales e internacionales de sistemas productivos que contengan elementos innovadores, tanto a nivel tecnológico como de organización y gestión.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Asesorías
Nombre del instrumento	Consultores Calificados

Objetivo del instrumento	Orientación empresas en la innovación
Descripción del instrumento	La Contratación de Consultores consiste en poner a disposición del sector silvoagropecuario competencias que contribuyan a la innovación en producto, proceso, organización o gestión en el sector de manera tal de entregar herramientas de uso público que mejore la competitividad sectorial.

Institución	<b>FIA</b>
Clasificación	Desarrollo Capital Humano
Nombre del instrumento	Participación en Eventos
Descripción del instrumento	La Participación en Eventos Técnicos consiste en la asistencia de personas o grupos de personas del sector silvoagropecuario a eventos técnicos nacionales e internacionales tales como seminarios, simposios, congresos, jornadas y ferias tecnológicas organizadas por instituciones chilenas o extranjeras de reconocido prestigio, contribuyendo a la innovación en producto, proceso, marketing, organización y gestión.

**SERVICIO AGRÍCOLA GANADERO (SAG)**

Institución	<b>SAG</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Sistema de incentivos para la recuperación de suelos degradados
Objetivo del instrumento	Recuperar el potencial productivo de los suelos degradados y mantener los niveles de mejoramiento alcanzado.
Descripción del instrumento	Instrumento de fomento para mejorar la productividad de suelos dañados, debido a su uso intensivo o a la aplicación de tecnologías inapropiadas de explotación.
Estrategia de implementación	Las actividades susceptibles de bonificación son: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Incorporación de fertilizantes de base fosforada</li> <li>b) Incorporación de elementos químicos esenciales</li> <li>c) Establecimiento de una cubierta vegetal en suelos descubiertos o con</li> </ul>

	<p>cobertura deteriorada</p> <p>d) Empleo de métodos de intervención del suelo, entre otros, la rotación de cultivos, orientados a evitar su pérdida y erosión y favorecer su conservación</p> <p>e) Eliminación, limpia o confinamiento de impedimentos físicos o químicos.</p>
Beneficiarios	A todos/as los/as productores y productoras agrícolas del país (personas naturales o jurídicas), que cumplan con los requisitos establecidos en la Ley N°20.412, su reglamento y las bases de sus respectivos concursos públicos.
Monto de Inversión	Variable, Los valores de las actividades a bonificar son fijados en una Tabla Costos (en elaboración) que se establece mediante decreto del Ministerio de Agricultura.

Institución	<b>SAG</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Fondo de mejoramiento del patrimonio, fondo SAG
Objetivo del instrumento	Busca co-financiar proyectos entre el sector público y privado, para mejorar la condición de los recursos productivos silvoagrícolas del país.
Descripción del instrumento	Este instrumento está orientado a financiar iniciativas de personas naturales o de derecho público o privado. Cubre hasta el 65% del costo total del proyecto seleccionado, debiendo aportar el agente postulante el 35% restante, con un máximo anual de 65 millones de pesos.
Estrategia de implementación	<p>Las áreas estratégicas establecidas por el SAG para estos fondos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control y erradicación de plagas cuarentenarias, vigilancia y defensa del patrimonio sanitario agrícola.</li> <li>• Defensa, vigilancia, control y erradicación de enfermedades que afecten el patrimonio sanitario pecuario.</li> <li>• Manejo sustentable de los recursos naturales y fomento de prácticas agropecuarias de producción limpia.</li> <li>• Reducción de los niveles de degradación de suelos y aguas relacionados con la producción silvoagropecuaria y la vida silvestre.</li> <li>• Desarrollo de denominaciones de origen e indicaciones geográficas.</li> <li>• Protección y mejoramiento del recurso genético, su adecuación ecosistémica y biodiversidad.</li> <li>• Inocuidad de alimentos.</li> <li>• Aquellas que determine el Director Nacional del SAG, con la opinión del Consejo Asesor.</li> </ul>

Monto de Inversión	Los montos involucrados dependerán de los recursos disponibles para ese año por el Servicio
--------------------	---

**CORFO**

Institución	CORFO
Clasificación	Asesorías
Nombre del instrumento	Consultorías Especializadas
Objetivo del instrumento	Es un subsidio que apoya la contratación de expertos de nivel internacional, sean éstos nacionales o extranjeros cuyos conocimientos y capacidades no se encuentren disponibles en el país, para resolver problemas específicos cuya solución es de aplicación inmediata, con el objetivo de incrementar la competitividad de las empresas postulantes.
Descripción del instrumento	El subsidio abarca: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Humanos</li> <li>• Gastos de Operación</li> <li>• Gastos de Administración</li> </ul>
Beneficiarios	Sector privado nacional, entendiendo por tales personas jurídicas con o sin fines de lucro y personas naturales que tributen en primera categoría del impuesto a la renta, de conformidad a lo establecido en el artículo 20 del D.L. 824/74.
Monto de Inversión	Hasta un 70% del costo total para entidades con ventas anuales inferiores a UF 100.000 (o sin ventas) y hasta 50% para entidades con ventas superiores a ese monto. Para ambos casos el tope máximo es de \$ 30 millones.

Institución	<b>CORFO</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Fomento a la Calidad (FOCAL)
Objetivo del instrumento	En el marco de su misión orientada a fortalecer la competitividad del sistema productivo a través del fomento al mejoramiento de la gestión, CORFO apoya la incorporación de Sistemas de Gestión Certificables en las pymes, de tal manera que éstas puedan demostrar a sus clientes, proveedores y al entorno en general, que cumplen con estándares de calidad reconocidos nacional e internacionalmente, mediante una certificación otorgada por organismos independientes.
Descripción del instrumento	Los sistemas de gestión certificables apoyados por CORFO a la fecha son los siguientes: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA),

instrumento	PABCO, HACCP, Sistema Escalonado de Mejora Continua SEMC), Acuerdo de Producción Limpia (APL), Pyme (NCh2909), Alojamiento Turístico, Agencias de Viaje y Tour Operadores:
Beneficiarios	Pueden postular empresas con ventas netas de hasta 100.000 UF.
Monto de Inversión	<p>Etapas de Implementación: Hasta el 70% con un tope máximo de \$7.000.000 por empresa.</p> <p>Etapas de Verificación: Hasta un 90% con un tope máximo de \$1.100.000 por empresa.</p> <p>Dentro de estos topes, cada sistema de gestión posee topes de subsidio específicos.</p>

Institución	<b>CORFO</b>
Clasificación	Desarrollo Recurso Productivo
Nombre del instrumento	Fondo de Asistencia Técnica (FAT)
Objetivo del instrumento	En su dedicación permanente por fomentar el mejoramiento de la gestión de las pymes, CORFO apoya la contratación de consultorías especializadas, de acuerdo a las tipologías disponibles.
Descripción del instrumento	<p>Proyectos en ámbitos de la gestión empresarial, que contribuyen a mejorar la calidad y la productividad de las empresas, como por ejemplo integrar a la operación de la empresa modernas técnicas de producción limpia e incorporar tecnologías de información a sus procesos productivos.</p> <p>Las tipologías vigentes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FAT Producción Limpia: Asistencia técnica que consiste en integrar e introducir prácticas de producción limpia de baja inversión (denominadas “tecnologías blandas”), optimizando la gestión de la empresa tanto en términos productivos como medioambientales.</li> <li>• FAT en Tecnologías de Información: Asistencia técnica cuyo principal componente es la incorporación de herramientas de tecnologías de Información, las cuales apuntan de manera eficaz y eficiente a una mejora en la gestión de la empresa.</li> </ul>
Beneficiarios	Empresas con ventas anuales netas de hasta 100.000 UF
Monto de Inversión	<p>FAT Producción Limpia:</p> <p>Individual: Hasta el 70% del costo total, con un máximo de \$2.500.000.</p> <p>Colectivo: Hasta el 70% del costo total, con un máximo de \$2.000.000, por cada empresa del grupo.</p>

	<p>FAT en Tecnologías de Información:</p> <p>Individual: Para la Asistencia Técnica, CORFO cubre hasta el 50% del costo total de dicha consultoría, con máximo de \$ 3.000.000.</p> <p>En casos de empresas con ventas menores a las UF 25.000, el cofinanciamiento puede alcanzar hasta el 60%.</p> <p>Colectivo:</p> <p>Para la Caracterización y Evaluación de Pertinencia del proyecto de consultoría, CORFO aporta \$100.000 por empresa, con un tope de \$600.000 por grupo, debiendo cada empresa participante contribuir con \$40.000.</p> <p>Para la Asistencia Técnica, CORFO aporta hasta 50% del costo total de dicha consultoría, con un máximo de \$2.000.000 por empresa.</p> <p>En casos de empresas con ventas menores a las 25.000 UF, el cofinanciamiento puede alcanzar hasta el 60%.</p>
--	---

Institución	<b>CORFO</b>
Clasificación	Financiamiento Crediticio
Nombre del instrumento	Crédito CORFO Medioambiental
Objetivo del instrumento	Es un crédito de largo plazo o leasing bancario que permite a las pequeñas y medianas empresas realizar inversiones destinadas a producir más limpio y a cumplir la normativa medioambiental. El financiamiento es otorgado por bancos comerciales con recursos de CORFO.
Descripción del instrumento	<p>Inversiones que realicen medianas y pequeñas empresas destinadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación o introducción de tecnologías ambientales preventivas, que eviten en su origen la generación de residuos asociados a los procesos, productos y servicios, a fin de aumentar la eficiencia y aminorar los riesgos tanto para la salud humana como para el ambiente.</li> <li>• La reducción de la contaminación ambiental mediante el tratamiento preventivo o correctivo de emisiones gaseosas, así como de residuos sólidos y líquidos originados por los procesos productivos o asociados a ellos.</li> <li>• La disminución de la contaminación acústica ocasionada por los procesos productivos.</li> <li>• La racionalización del consumo de energía o la sustitución por energías más limpias.</li> <li>• La adquisición de instrumental de medición, ensayo y análisis de las emisiones u otras fuentes de contaminación causadas en la empresa y su entorno.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La relocalización por razones ambientales o por requerimientos de los planos reguladores comunales o de ordenamiento urbano, con nuevos procesos productivos que incorporen tecnologías limpias, incluyendo los recursos requeridos para las obras de montaje y de infraestructura física de protección ambiental.</li> <li>• La adquisición de equipamiento para la protección laboral que reduzca la contaminación en los lugares de trabajo, acorde con la normativa sanitaria vigente.</li> <li>• El equipamiento para la producción de bienes ambientales chilenos con alto contenido tecnológico.</li> </ul>
Beneficiarios	<p>Empresas productoras de bienes y servicios con ventas anuales de hasta el equivalente a US\$ 30.000.000, excluido el IVA.</p> <p>El financiamiento no tiene restricciones por sectores productivos, por lo que puede aplicarse a inversiones de mejoramiento ambiental de la industria, agricultura, minería, pesca, turismo, salud, servicios y otros rubros.</p>
Monto de Inversión	<p>El monto máximo del crédito puede llegar a US\$ 5.000.000. Se otorga en dólares o en unidades de fomento, a tasa de interés fija, con plazos de pago de entre 3 a 12 años y períodos de gracia de hasta 30 meses. Si así lo requiriese, la empresa puede solicitar hasta un 40% del total del financiamiento para costear capital de trabajo.</p> <p>La empresa beneficiaria debe aportar con recursos propios al menos el 15% del monto total de la inversión requerida.</p>

**8. Anexo 6. Análisis de mitigación para el supuesto N°2 sub-sector ganadería**

Tabla 6.1. Reducción de emisiones de GEI para la medida Uso de Ionóforos en la Dieta de Bovinos, bajo los tres escenarios.

MITIGACIÓN GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS. SUPUESTO 2: PRODUCCIÓN CONSTANTE																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2020	E ESPERADO	38	0	3	164	728	1.649	1.993	1.065	3.829	8.540	10.930	11.636	19.378	3.614	2.421	65.987
	E OPTMISTA	38	0	3	164	728	1.649	1.993	1.065	3.829	8.540	10.930	11.636	19.378	3.614	2.421	65.987
	E PESIMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2030	E ESPERADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E OPTMISTA	31	0	3	173	732	1.467	1.217	777	3.371	9.147	10.589	12.524	20.809	3.957	2.466	67.263
	E PESIMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2050	E ESPERADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E OPTMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E PESIMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 6.2. Reducción de emisiones de GEI para la medida N°2 Uso de Variedades Mejoradas de Forrajes, bajo los tres escenarios.

MITIGACIÓN GEI (tCO2e/año) POR REGIÓN BAJO DIFERENTES ESCENARIOS. SUPUESTO 2: PRODUCCIÓN CONSTANTE																	
Año	Escenario	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
2020	E ESPERADO	2	0	0	0	1	17	2.479	39	18	169	567	1.864	3.163	1.110	65	9.496
	E OPTMISTA	1	0	0	4	1	32	63	108	213	1.950	3.316	2.674	3.592	335	5	12.294
	E PESIMISTA	0	0	0	1	0	9	17	29	58	528	898	724	973	91	1	3.329
2030	E ESPERADO	3	0	0	0	1	18	2.804	86	19	183	585	1.892	3.198	1.125	65	9.978
	E OPTMISTA	1	0	0	4	1	33	72	236	227	2.125	3.444	2.732	3.657	342	5	12.881
	E PESIMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2050	E ESPERADO	4	0	25	0	1	20	2.637	66	22	207	600	1.917	3.221	1.132	65	9.918
	E OPTMISTA	2	0	16	5	1	37	68	182	262	2.403	3.538	2.772	3.689	345	5	13.325
	E PESIMISTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0