



INFORME FINAL

**“Emisiones y Costos de Abatimiento para el
Sector de Quemas Agrícolas”**

**PREPARADO PARA:
SUBSECRETARÍA DEL MEDIOAMBIENTE**

Santiago, Marzo 2014

<ul style="list-style-type: none"> • Tipo Informe Informe Final 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo del Informe 139 Páginas (incluye portada)
<ul style="list-style-type: none"> • Título del Proyecto “Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas” 	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha Informe 12/03/2014
<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la Empresa Consultora SISTAM Ingeniería. Jefe de Proyecto: Lincoln Norambuena lnorambuena@sistam.cl Alejandra Norabuena alejandra.norambuena@inacapmail.cl Alejandro Araya aaraya@sistam.cl Cristian Villamán cvillaman@sistam.cl Yohana Gahona ygahona@sistam.cl 	<ul style="list-style-type: none"> • Período de Investigación 05/07/2013 al 11/03/2014
<ul style="list-style-type: none"> • Resumen El presente documento corresponde al Informe Final, del estudio: “Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas” 	

INDICE

1.	RESUMEN EJECUTIVO	4
2.	ANTECEDENTES GENERALES	5
3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
4.	DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	7
4.1	Determinación de los cultivos más importantes de la zona que generan residuos potenciales de ser sometidos a quemas. Generar una base de datos	8
4.2	Determinación del o los principales usos de las quemas	15
4.3	Realizar un chequeo de la calidad de los datos	18
4.4	Generación de Mapas	20
4.5	Determinación de factores de carga (t/ha), por tipos de cultivo	24
4.6	Determinación de los factores de emisión (t/t) de cada tipo de cultivo	28
4.7	Determinación de los nivel de actividad (ha/año) de cada cultivo	31
4.8	Inventario de emisiones (t/año)	36
4.9	Medidas de abatimiento para el sector de quemas agrícolas	51
4.9.1	Compostaje.....	54
4.9.2	Lombricultura y Vermicompostaje.....	57
4.9.3	Labranza Cero.....	58
4.9.4	Manejos de materiales leñosos en terrenos aptos para cultivos.....	60
4.9.5	Obtención de alimentos para rumiantes.....	62
4.9.6	Construcción de casas con fardos de paja una alternativa sustentable.....	63
4.9.7	Alternativa Roto cultivador.....	64
4.10	Factibilidad de implementación de medidas de abatimineto según tipo de cultivo	68
4.11	Determinar costos de inversión, operación y mantención de medidas para la reducción de emisiones asociados a quemas agrícolas	81
4.11.1	Pequeño Productor.....	82
4.11.2	Mediano Productor.....	83
4.11.3	Gran Productor.....	84
4.11.4	Comparación de las alternativas.....	85
4.12	Consolidar una ficha para cada medida y/o tecnología que resuma toda información revisada y validada	90
5.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	103
6.	REFERENCIAS	106

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Informe Final, del estudio: “Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemas Agrícolas”, de acuerdo a los términos de referencia definidos por la Subsecretaría del Medio Ambiente.

Objetivo General:

Recopilar, levantar y sistematizar información en las comunas de Chillán, Chillán Viejo Osorno, Coyhaique y Valdivia; en relación a las emisiones de contaminantes del sector de quemas agrícolas y de los costos de reducción de emisiones, que sirvan como insumo para la elaboración del Análisis General de Impacto Económico y Social de los Planes de Descontaminación de las comunas mencionadas.

Objetivos Específicos:

Recopilar, levantar y sistematizar información en relación a quemas agrícolas en las comunas de Chillán, Chillán Viejo ,Osorno ,Coyhaique y Valdivia.

Recopilar, levantar y sistematizar información en relación a medidas para la reducción de emisiones y costos de las quemas, en las comunas de Chillán, Chillán Viejo y Osorno, Coyhaique y Valdivia.

2. ANTECEDENTES GENERALES

La recuperación de la calidad del aire en los centros urbanos ha sido una de las prioridades gubernamentales de los últimos años. Se han realizado diagnósticos e inventarios de emisiones en las principales comunas del país, lo que ha permitido iniciar las gestiones de solución para aquellos problemas detectados, como por ejemplo la contaminación generada por la combustión de leña y por la intensa actividad industrial.

Según la Ley 19.300 en su artículo 43, el primer paso para el desarrollo de planes de descontaminación o de prevención es la declaración y delimitación de zonas saturadas y/o latentes. Una Zona Saturada es aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas y una Zona Latente es aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% de la respectiva norma de calidad ambiental.

Un Plan de Descontaminación Ambiental (PDA) es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental de una zona saturada y un Plan de Prevención Ambiental (PPA), es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad, evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente. El reglamento que fija el procedimiento y etapas para establecer Planes de Prevención o Descontaminación se encuentra señalado en el DS N°94/95 de MINSEGPRES.

Actualmente, ya han sido declaradas zonas saturadas por concentración de material particulado grueso (MP10); Rancagua, Talca-Maule, Concepción, Temuco, Padre Las casas y Coyhaique. Sumado a lo anterior, a partir del año 2012 entró en rigor la normativa para material particulado fino (MP2,5) y comenzará el proceso de declaración de zona saturada para este contaminante en Rancagua, Concepción, Talca-Maule, Chillán, Temuco y Padre las Casas y Osorno.

Luego de que las zonas sean declaradas saturadas o latentes, comenzará el proceso de elaboración de un anteproyecto de PDA o PPA, según corresponda, el que deberá contar con un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES), como lo requiere la ley.

Por ello, públicas para la correcta evaluación relacionadas a mejorar la calidad del aire; requieren un levantamiento de información acotado, que permita realizar evaluaciones acerca de la contribución en la calidad del aire, según los cultivos relevantes en cada zona. Además, información de medidas de abatimiento de emisiones, sus costos y su potencial de reducción.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente estudio y el logro de los objetivos planteados; fue diseñada una metodología que permitió estructurar en forma secuencial, las distintas actividades que fueron identificadas, las cuales se presentan a continuación:

Etapa de Investigación y Análisis

En esta etapa, el equipo de trabajo se abocó al diseño y revisión de información relevante a las quemas agrícolas, se analizaron y revisaron los registros de entidades como CONAF, INDAP, Ministerio del Medio Ambiente y Agricultura. Como también, los mecanismos de verificación de la integridad en la información y la incorporación de los requerimientos solicitados.

Etapa de Desarrollo y Validación de datos

En esta etapa, fueron desarrollados los nuevos requerimientos que fueron analizados en la etapa anterior y se mejoraron aquellos que necesitaron ser actualizados o implementados, para el desarrollo de estimación de emisiones, factores de carga e implementación de localización (mapas).

Además, se validaron y verificaron datos para la estimación de emisiones. Como también, la verificación de los procesos, programas, formularios y reportes; de acuerdo a las condiciones en las que fueron desarrollados y así, determinar niveles de actividad y superficies expuestas a quemas.

Finalmente, fueron propuestas medidas de abatimiento, la factibilidad de alternativas al uso de quemas, sus costos y la construcción final de una ficha individual por medida y/o tecnología. El equipo consultor, validó en terreno las medidas propuestas a través de reuniones y visitas sostenidas con agricultores y profesionales de CONAF e INDAP.

Mejoramiento continuo

El estudio puede ser escalable y de ese modo, seguir enfocado a la determinación de acciones que puedan dar continuidad, disminuyendo niveles de actividad en las quemas. Como también, dar iniciativas y alternativas que sean viables tanto en el aspecto económico, ambiental y a posibles decisiones, que puedan perdurar en el tiempo.

4. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El presente informe da cuenta de los siguientes avances, según lo comprometido en el cronograma del estudio:

- a) Determinación de los cultivos más importantes de la zona que generan residuos potenciales a ser sometidos a quema. Generación de una base de datos.
- b) Determinación de los principales usos por la aplicación de quemas.
- c) Revisión y chequeo de la calidad de los datos.
- d) Generación de mapas de los cultivos asociados a quemas.
- e) Determinación de valores nacionales e internacionales, correspondientes a factores de carga (t/ha) de cada cultivo en las zonas de estudio.
- f) Determinación de valores nacionales e internacionales, correspondientes los factores de emisión (t/t) de cada cultivo en las zonas de estudio.
- g) Determinación el nivel de actividad (ha/año) y estimación de emisiones de cada cultivo
- h) Fue realizado el inventario de emisiones del sector de quemas, bajo los parámetros analizados y proyectados hasta el 2025; a partir de datos recopilados acerca de la tendencia y desarrollo agrícola de la región.
- i) Medidas de abatimiento para el sector de quemas agrícolas.
- j) Determinación de costos de inversión, operación y/o mantención para cada una de las medidas; que permitan la reducción de emisiones, asociadas a quemas agrícolas.
- k) Consolidar una ficha para cada medida y/o tecnología.

4.1 Determinación de los cultivos más importantes de la zona que generan residuos potenciales de ser sometidos a quemas. Generar una base de datos.

Para la determinación de los tipos de cultivos agrícolas o vegetación más importantes, en las zonas de estudio que generan residuos y/o desechos potenciales a ser sometidos a quemas; se obtuvieron los datos de actividades agrícolas a nivel regional, a partir de la información proporcionada por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) ver en **Anexo 1** (ver página 108) y a nivel comunal, a partir de la información contenida en el Censo Agropecuario, año 2007 y registros de CONAF.

En las comunas en estudio, el uso del fuego se utiliza para la eliminación de material vegetal, proveniente de diferentes especies; tales como cereales, los que mediante sus rastrojos de la post cosecha, son sometidos a quemas con el objetivo de eliminar el material vegetal sobrante que está sobre el suelo; para su habilitación y preparación del mismo. Los árboles frutales en menor medida se someten a quemas, sólo en algunas podas o situaciones donde se arranca o cambia toda una superficie por cambio o rotación de cultivo, las quemas provenientes de frutales, son de carácter preventivo de plagas o enfermedades que pudieran infectar a cultivos y con esto, afectar la producción de sus frutos. Las especies forestales en las comunas en estudio, son principalmente plantaciones de pinos y eucaliptus, donde en algunas ocasiones, se someten a quemas los desechos resultantes de intervenciones silvícolas como las podas o raleos. Sin embargo, con el incremento de la demanda de madera, hoy en día prácticamente todo material leñoso tiene un propósito económico.

En la siguiente tabla, se presentan los principales cultivos que podrían estar sometidos a quemas, según datos entregados por el Censo Agropecuario 2007 a nivel predial.

Tabla 1: Superficies (ha) de los principales cultivos que podrían estar sometido a quemas

Superficies (ha) de cultivos				
Especie o Tipo	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
Trigo	2.897,3	2.545,6	203,3	14,8
Pino radiata	7.835,4	1.710,4	16.435,3	2.728,7
Avena	788,1	1.267,2	83,9	1.897,1
Maíz	1.111,8	87,0	-	-
Arándano	255,8	204,1	-	-
Huerto Casero	235,9	247,5	82,4	69,9
Cebada	120,5	414,6	-	90,0

Superficies (ha) de cultivos				
Especie o Tipo	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
Eucaliptus	6.071,2	2.320,4	11.340,5	-
Frambuesa	59,6	52,1	-	-

FUENTE: Censo agropecuario, 2007.

Huerto Casero*: Para efectos del censo, se consideró las superficies de cultivos y plantaciones en hectáreas (Huerta y Huerto), con un decimal. Para efectos de la superficie frutal, se consideró como huerto casero a todas aquellas plantaciones de frutales donde se encuentren árboles con más de una especie y cuya superficie es inferior a 0,1 ha y por ello, no son posibles de incluir en la especie correspondiente. Los huertos caseros menores a 0,1 hectáreas no fueron considerados en el censo como superficie frutal y de acuerdo a las definiciones del Manual del Encuestador, el tratamiento para la información de huertos caseros de frutales fue la siguiente: "Excepcionalmente, se considerarán los frutales en huertos caseros con superficies de 0,1 Ha o más. INE ,2013. Estadísticas, Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana.

La información sobre los tipos de especies y/o vegetación fue proporcionada por los registros de CONAF en base a una clasificación de 17 categorías, la cual se validó con visitas a terreno y reuniones sostenidas con agricultores, profesionales de INDAP y CONAF en las comunas de Chillán, Osorno y Valdivia.

En la siguiente tabla, se presenta la homologación realizada, para clasificación por tipo de cultivo o vegetación sometidos a quemas agrícolas, en base a registros proporcionados por CONAF.

Tabla 2 : Clasificación por tipo de cultivo o vegetación, sometidos a quemas agrícolas, según lo estipulado por CONAF.

Clasificación	Cultivo o Vegetación sujeto a quemas agrícolas
TRIGO	Corresponde a rastrojos de trigo.
MAÍZ	Corresponde a rastrojos de maíz.
OTROS	Corresponde a rastrojos de otras especies y podas de otras especies (No especificadas), se consideró principales cultivos de cada zona en estudio.
RAMAS	Corresponde a ramas y material leñosos en terrenos agrícolas y forestales.
VEGETACIÓN	Corresponde a vegetación viva en terrenos agrícolas y forestales. Vegetación muerta para recuperar suelos degradados (INDAP-Región de Aisén).
DESECHOS DE PINO	Corresponde a desechos de explotación, poda o raleo de Pino radiata.

Clasificación	Cultivo o Vegetación sujeto a quemas agrícolas
DESECHOS DE EUCALIPTUS	Corresponde a desechos de explotación, poda o raleo de Eucaliptus
DESECHOS DE OTRAS PLANTACIONES	Corresponde a desechos de explotación, poda o raleo de otras especies forestales.

Fuente: Elaboración propia, a partir de registros de CONAF, 2013.

En base a los Registros de CONAF, las superficies totales, corresponden a la superficie total del predio (mediante el Rol) donde pueden existir uno o más cultivos y la superficie sometidas a Quemadas por tipo de cultivo y vegetación. Son las que el propietario declara en la solicitud (no necesariamente el total del cultivo o superficie del predio), para la autorización y realización de la quema controlada.

En la siguiente tabla, se muestran las superficies totales y superficie sometidas a quemadas, por tipo de cultivo y vegetación registradas por CONAF, para el periodo 2010-2012 en las comunas de Chillán y Chillán viejo.

Tabla 3 : Superficie totales (predial) y superficies sometidas a quemadas agrícolas, por tipo de cultivo para las comunas de Chillan y Chillán viejo para el periodo 2010-2012.

Cultivo	Superficie (ha) para las comunas de Chillán y Chillán viejo					
	Superficie de cultivo totales			Superficie sometidas a quemadas		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Trigo	7790,3	8173,2	6626,2	1399,1	2297,8	1268,5
Maíz	37,5	417	1.180,3	18	64	229,5
Otros	1763,5	441,7	809	145	42,5	130,5
Ramas	180,3	400,5	400,3	49,5	11,1	35,5
Vegetación	1023,2	207,1	415,6	220,7	25,9	90,25
Desechos de Pino	1478,4	15,23	0,0	211	15,2	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En la siguiente tabla, se muestran las superficies totales y superficie sometidas a quemas, por tipo de cultivo y vegetación, registradas por CONAF para el periodo 2010-2012 en la comuna de Osorno.

Tabla 4 : Superficie totales (predial) y superficies sometidas a quemas agrícolas, para la comuna de Osorno en el periodo 2010-2012.

Cultivo	Superficie (ha) comuna de Osorno					
	Superficie por cultivos (totales)			Superficie sometidas a quemas		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Cebada	0	214	0	0	50	0
Desechos Pino	354	15,7	20,3	2,5	0,2	0,7
Des. Eucaliptus	346	946	985	13,5	34,5	101
Desechos Otros	141	0	0	0,3	0	0
Trigo	9026,1	9918,1	6986	3791	3977	2673,5
Otros	961,3	1115,8	843	329,2	274	400
Ramas	5144,4	4282,2	5067,4	149,5	105,5	62,9
Vegetación	624	120	14,6	14	1	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En la siguiente tabla, se muestran las superficies totales y superficie sometidas a quemas por tipo de cultivo y vegetación, registradas por CONAF para el periodo 2010-2012, en la comuna de Valdivia.

Tabla 5: Superficie totales (predial) y superficies sometidas a quemas agrícolas, por tipo de cultivo para la comuna de Valdivia en el periodo 2010-2012.

Cultivo	Superficie (ha) para la comuna de Valdivia					
	Superficie por cultivos (total)			Superficie sometidas a quemas		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Des. de Eucaliptus	153	822	553	0,3	12,35	15,4
Des. Otra Plantación	0	105	0	0	1,5	0
Trigo	44	205	257	30	40	34
Otros	175	853,92	13,4	7,6	14,52	2
Ramas	1542,99	1213,87	3654,465	72,15	69,07	182,01
Vegetación	251,5	11	250	2,1	0,5	0,5

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En la siguiente tabla, se muestran las superficies totales y superficie sometidas a quemas, por tipo de cultivo y vegetación registradas por CONAF para el periodo 2010-2012 en la comuna de Coyhaique.

Tabla 6: Superficie totales (predial) y superficies sometidas a quemas agrícolas, por tipo de cultivo en la comuna de Coyhaique para el periodo 2010-2012.

Cultivo	Superficie (ha) para la comuna de Coyhaique					
	Superficie por cultivos (total)			Superficie sometidas a quemas		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Cebada	35,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0
D. de Eucaliptus	0,0	0,2	32,5	0,0	0,1	3
D. de Pino	0,0	989,4	1,5	0,0	3,5	0,1
D. Otra plantación	85,5	376,9	588,0	1,5	22,4	4,8
Otros	2.068,6	74,6	479	18,3	12,2	12,0
Ramas	7.503,7	7.284,7	18.019,7	140,4	214,8	329,4
Vegetación	3.895,5	7.073,2	5.316,7	130,2	251,5	203,2

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Relación de datos, superficies con cultivos Censo Agropecuario 2007 y CONAF.

Cereales:

- El cultivo de trigo presenta gran actividad de quemas, en especial en las comunas de Chillán y Chillán Viejo alcanza un 79,4% y Osorno 87,1 % del total de las superficies sometidas en esas comunas; donde el incremento de las superficies (ha) seguirá en los próximos años, según datos del INE, si se incrementan las superficies podrían aumentar las quemas y emisiones contaminantes.
- Algunos cultivos han incrementado; como por ejemplo, el raps y cebada en las zonas de Osorno y Valdivia; especies que después de cosechar, se aplica fuego de manera casi inmediata, con el propósito de eliminar el material vegetal. En visitas a terreno en las zonas de estudio, se corroboró esta información con CONAF.
- En cuanto al incremento de las superficies con cultivo de Avena y a pesar de que son sometidas a quemas de forma parcial, CONAF no cuenta con su clasificación.

Forestal:

- Las especies sometidas a quemas son provenientes de las plantaciones de pinos y eucaliptus, presentes en todas las comunas.
- La disminución del uso de quemas de los desechos forestales se debe al valor económico que ha tenido la madera en los últimos años, a pesar que el incremento de plantaciones se ha mantenido en los últimos años;
- Considerando los diferentes mercados (obtención de subproductos en especial para la industria de la celulosa); podría existir una disminución casi total de las

superficies sometidas a quemas, debido a que los desechos de intervenciones silvícolas (poda, raleo, limpia) se utiliza hoy en día como materia prima. Cuya repercusión sería, la baja de contaminantes a la atmósfera, debido al gran porcentaje de material orgánico que poseen los árboles.

Frutales:

- Los desechos de frutales no siempre son sometidos a quemas, pero si algunas actividades como podas o raleo; quemar material vegetal, representa una actividad preventiva, cuando podrían ser afectados por plagas o enfermedades propias de cada especie ya que sería perjudicial para su objetivo final (buena producción de frutos). O en casos muy aislados, es producto de la sustitución por otro tipo de cultivo.
- En especies como el cerezo o arándano, las podas son quemadas por prevención a enfermedades, ya que podrían afectar la producción de sus frutos.
- Los Huertos caseros, al ser cultivos residenciales de varias especies (según la definición del INE en Censo Agropecuario); podrían tener niveles de actividad (superficie en hectáreas quemadas, registradas por CONAF) en las comunas de Valdivia y Osorno; pudiendo generar emisiones contaminantes a la atmósfera, que no estén contempladas.

Número de quemas

El número de quemas realizadas por comunas; de acuerdo a los datos entregados por CONAF, nos permite inferir que al venir por predio, podrían existir algunos casos repetidos ya que CONAF para autorizar una quema; obliga llenar un formulario por cada solicitud, en el cual se registra el predio y en un mismo predio, puede haber más de una quema, incluso de uno o más cultivos. Además, en el señalado formulario se debe indicar el motivo de la quema, su fecha y la especie que será quemada.

En la siguiente tabla, se aprecia la cantidad de avisos de quemas legales, por tipo de cultivo o vegetación registradas por CONAF, para las comunas de Chillán y Chillán Viejo.

Tabla 7 : Número de quemas registradas por CONAF, para el periodo 2010-2012, en las comunas de estudio

Número de Quemas Agrícolas			
Comuna	2010	2011	2012
Chillán	172	158	146
Osorno	115	122	102
Valdivia	60	82	108
Coyhaique	100	169	178

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Base de Datos

En la siguiente tabla, se aprecian los campos o clasificación de la información entregada en la base de datos, a partir de los registros de CONAF. Se adjunta documento en Anexo Digital.

Tabla 8 : Clasificación usada en la Base de Datos

Columna	Clasificación
Región	Región donde se realizó la quema
Provincia	Provincia donde se realizó la quema
Comuna	Comuna donde se realizó la quema
Número de Aviso	Número de aviso de quema
Predio	Nombre del predio donde se realizó la quema
Rol Predio	Número rol del predio
Superficie Total	Superficie (ha) total de cultivo
Ubicación	Dirección referencial del predio
Coordenada (X)	Coordenada este (UTM)
Coordenada (y)	Coordenada norte (UTM)
Superficie de Quema	Superficie (ha) quemadas
Tipo Quema	Tipo de quema que se realizó (Agrícola o Forestal)
Clase Quema	Clasificación del tipo de quema
Mes	Mes en que se realizó la quema
Año	Año de la quema

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En relación a la asociación de los propietarios, para ver la relación con empresas o instituciones, se hizo la solicitud a CONAF para la obtención de los RUT a los predios. Sin embargo, se nos comunicó que no se permite enviar este tipo de información que involucra la identidad de terceros, por tal motivo se elevó solicitud a gerencia de CONAF, información que aún está en proceso de recepción en dicha entidad. Por este motivo no se pudo hacer el análisis de impactos a empresas, ya que la obtención de los RUT, permite hacer la clasificación y asociación de los propietarios que se someten a quemas. Lo anterior fue comunicado por CONAF, a través de Rossana Tamarin Abarca, Jefe de la Sección de Administración del Uso del Fuego.

4.2 Determinación del o los principales usos de las quemas.

Se debe considerar que una Quema Agrícola (quema controlada), según el Decreto Supremo 276/1980 del Ministerio de Agricultura, es la acción de usar el fuego para eliminar desechos agrícolas y forestales en forma dirigida, circunscrita o limitada a un área previamente determinada, conforme a normas técnicas preestablecidas, con el fin de mantener el fuego bajo control.

En relación a las actividades agrícolas, se producen diferentes tipos de residuos, tanto inorgánicos u orgánicos, siendo los orgánicos los que se producen en mayor cantidad; principalmente rastrojos de cereales, como el trigo, maíz, cebada, vegetación en cultivos (ramas, hoja, hojarasca, frutos etc.) y desechos provenientes de actividades silvícolas (explotación, podas y raleos de plantaciones de pinos y eucaliptus presentes en las comunas de estudio).

Se establece que una quema agrícola, es una acción controlada del uso del fuego, donde el objetivo principal es la eliminación de cualquier tipo de material vegetal (rastrojos, residuos, desechos, arbustos, ramas, hojas etc.), mediante el uso del fuego de forma controlada, ocupado en actividades agrícolas o faenas forestales, con previa autorización y registro de CONAF.

En primera instancia, se realizó un análisis de las bases de datos con estadísticas de quemas, obtenidas por CONAF. Fueron revisadas cada una de las categorías y campos establecidos por CONAF (17 clasificaciones que comprenden; tipos de cultivo y vegetación, tanto agrícola como forestal), superficies (en hectáreas) totales y sometidas a quemas en las comunas de estudio y objetivo de quemas; por tipo de cultivo o vegetación y por objetivo de quema (7 especificaciones de realización de quemas).

Según la clasificación de CONAF; el propósito de realizar una quema puede ser:

Eliminación de vegetación antes de sembrar o plantar.

Habilitación y preparación de suelos

Control de enfermedades o plagas (prevención de que se propague hacia otros cultivos)

Eliminación de especies consideradas perjudiciales (malezas, hierbas, arbustos etc.).

Limpiar vegetación en áreas determinadas; para la construcción y mantención de caminos, canales y cercos.

Reducción en el peligro de incendios forestales (dependiendo de la calendarización de uso del fuego, por zona o región).

En la visita a terreno y reuniones con personal de CONAF e INDAP, se detectó que uno de los principales propósitos por los que un propietario usa el fuego; es la eliminación de rastrojos o desechos a ras de suelo (después de la cosechas), para la habilitación del suelo. De esta forma, era más fácil para los propietarios hacer nuevas siembras (especialmente provenientes del Trigo); también, es necesario considerar que los pequeños propietarios (entrevistados en terreno), entienden que el uso del fuego es un foco de contaminación,

pero no pueden cambiar esta acción, debido a los costos y tiempos involucrados en la actividad agrícola.

En la tabla siguiente tabla, se muestra la clasificación de los principales objetivos en las quemas agrícolas, a partir de los registros proporcionados por CONAF.

Tabla 9 : Clasificación (Homologación) de los objetivos de quemas agrícolas, según registros por CONAF.

Clasificación	Objetivo de Quema Agrícola
Control	Control de enfermedades o plagas, Control de especies consideradas perjudiciales
Eliminación	Eliminación de vegetación antes de sembrar o plantar
Limpia	Limpia o construcción de caminos, canales y cercos
Reducción	Reducción de peligro de incendios forestales
Otras	Manejo de plantaciones forestales, Otras, Mejoramiento de forraje para ganado

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En la siguiente tabla, se aprecian las superficies (ha) por objetivo de quemas, según la clasificación de CONAF (razón por la que una superficie con rastrojos y/o desechos son sometidos a quema), para el periodo 2010-2012 en las comunas analizadas.

Tabla 10: Superficie (en hectáreas) sometidas a quemas; según el objetivo de la Quema.

Superficie (ha), sometidas a quemas para el periodo 2010-2012				
Objetivo Quema	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
Control	6,0	43,8	12,1	37,1
Eliminación	6216,3	11839,2	113,8	446,7
Limpia	7,0	43,4	212,0	460,4
Otras	10,2	12,7	85,2	289,3
Reducción	10,6	42,7	62,8	120,6

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En la siguiente tabla, se muestran los porcentajes de las superficies (ha) sometidas a quemas por el objetivo de las quemas; según la clasificación de CONAF, en el periodo 2010-2012 para las comunas en estudio.

Tabla 11: Porcentajes de Superficie (ha), sometidas a quemas en el periodo 2010-2012, según el objetivo de la Quema.

Porcentajes de las superficies (ha) sometidas a quemas para el periodo 2010-2012				
Objetivo Quema	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
Control	0,1%	0,4%	2,5%	2,7%
Eliminación	99,5%	98,8%	23,4%	33,0%
Limpia	0,1%	0,4%	43,6%	34,0%
Otras	0,2%	0,1%	17,5%	21,4%
Reducción	0,2%	0,4%	12,9%	8,9%

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Para las comunas de Chillán y Chillán Viejo, el objetivo principal es la eliminación de vegetación a ras de suelo, posterior a la cosecha (rastros y/o residuos) y antes de sembrar o plantar el próximo cultivo; representando en promedio, el 99,5 % de la superficie total sometida a quemas, para el periodo 2010-2012.

Para la comuna de Osorno, el objetivo principal de uso de quemas es la eliminación de vegetación antes de sembrar o plantar (teniendo en cuenta la rotación de cultivos), alcanzando un 98,8%. Es importante señalar, que la mayor parte proviene de la quema de rastros del cultivo de Trigo.

Para la comuna de Valdivia, la “Limpia” de terrenos o habilitación de los mismos, como también la liberación y mantención de caminos (a causa de la alta pluviometría de la zona y como consecuencia, se genera un importante aumento de vegetación no sembrada o natural que ocupa sectores de accesibilidad y caminos); la “Limpia” es el objetivo más recurrente para el uso de quemas agrícolas; representando el 43,6 % en esta comuna.

Para la comuna de Coyhaique, el objetivo principal de uso es la “Limpia” de terrenos o la habilitación, liberación y mantención de caminos; representando el 34%. Seguido por las actividades de eliminación, con un 33%. En esta comuna, gran parte de las quemas agrícolas proviene de la categoría “Vegetación”, la cual representa vegetación muerta y por lo tanto, el propósito es recuperar suelos degradados (INDAP-Región de Aysén); clasificación específica para la región de Aysén, registrada por CONAF.

Para la implementación de algún sistema de gestión y/o tratamiento de rastros y/o residuos; se requiere de un análisis detallado, que integre todos los condicionantes existentes.

4.3 Realizar un chequeo de la calidad de los datos.

Para la verificación de datos, se hizo una revisión y un posterior análisis de los mismos, obtenidos de los registros de CONAF. Con ellos, se realizó un levantamiento y la construcción de una base de datos.

El siguiente diagrama de flujo, muestra cómo se realizó la base de datos informáticamente:

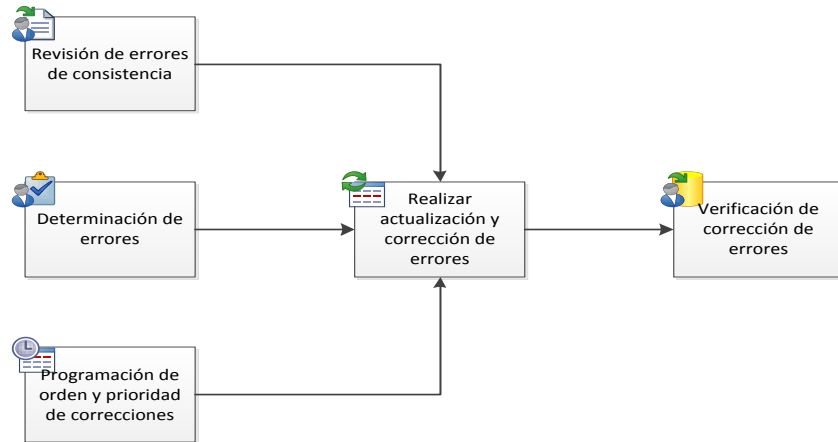


Figura 1: Diagrama de flujo para chequeo de calidad de datos.

Revisión de errores de consistencia; tales como:

- Consistencia de la información en la base de datos, basándose en los registros proporcionados por CONAF.
- Asignación correcta de las comunas (Chillán, Chillán Viejo, Osorno, Valdivia y Coyhaique) con su respectiva región, verificando las coordenadas UTM de los predios.
- Superficies Totales de cada predio y los Niveles de actividad (de las superficies sometidas a Quemadas) para cada comuna en estudio.
- Clasificación propuesta por CONAF, por tipos de cultivo y/o vegetación.

Determinación de errores:

- La revisión de datos, determinó un listado por tabla y trazabilidad entre ellas (en caso de existir errores de consistencia) superficies, objetivos de quemadas, cultivos.
- Los errores fueron validados como la duplicidad de predios, en el caso de las coordenadas UTM, asociadas a los predios con CONAF que correspondan a la

comuna de Coyhaique; donde existen las mismas coordenadas UTM (x,y), en la mayoría de los predios registrados y otras coordenadas, en las demás comunas.

- Se presentaron errores en algunas superficies totales con las superficies sometidas a quemas. Por parte de CONAF, se indicó que en los casos donde la superficie mayor correspondía a quemas, se intercambia con la superficie total del predio.
- Se realizó un cruzamiento de datos; considerando las coordenadas UTM entregadas por predios y comuna en estudio, con la base de datos de las coordenadas de las comunas de Chile (Arc View), para ver la ubicación de los predios registrados por CONAF y ver si correspondían a cada comuna.
- Se consideraron todos los predios y superficies (ha) registradas por CONAF y para la realización del inventario de emisiones, sólo se eliminaron algunos predios para la generación de los mapas.

- **Programación de orden y prioridad de correcciones:**

- Se programó en conjunto con CONAF, el orden de resolución o corrección de errores. En especial, los niveles de actividad (las superficies totales y las sometidas a quemas); siendo el error más recurrente, el intercambio de las superficies siendo en algunos casos, mayor la superficie registrada por quema que la superficie total del predio, se informó por parte de CONAF que había un error en la digitalización en algunos predios, se intercambió las superficies para no subestimar las emisiones finales para las comunas.
- Las coordenadas UTM de los predios de las comunas. Se hizo una corrección del huso, transformación del HUSO 19 para sistema informático, para la visualización de shape en el sistema informático geográfico (Arc View).

- **Corrección de errores:**

- Se realizaron las correcciones necesarias, especificadas según prioridad (definidas en el punto anterior). Las coordenadas que no estaban dentro de cada comuna en estudio, se procedió a eliminar los predios y así, realizar la creación de mapas por comuna y la determinación de las superficies totales y las sometidas a quemas.

- **Verificación de las correcciones realizadas:**

- Una vez corregidos los errores, se revisó el buen funcionamiento del sistema y la trazabilidad de los datos, utilizando el Sheap de comunas de Chile
- Superficies Totales y Superficies sometidas a quemas, las coordenadas UTM de cada predio (x, y) entregadas en la base de datos de CONAF y los tipos de cultivos y/o vegetación según la clasificación de CONAF.

4.4 Generación de Mapas

Recolección de datos: La información de los predios que realizan quemas agrícolas se obtuvieron a partir de los registros de CONAF, donde se ingresaron a un sistema informático ArcView 3.2 las coordenadas UTM (x, y) para cada predio, con el objetivo de lograr la ubicación y distribución de los tipos de cultivos en cada una de las comunas en estudio (Chillán, Chillán viejo, Osorno, Coyhaique y Valdivia).

Para la generación de mapas (zonas de mayor actividad), se hizo la georreferenciación de los predios y así, determinar las zonas afectadas por quemas agrícolas para cada comuna.

Procesamiento de la información: La definición de los campos de información relevantes para la construcción de los shapefile realizados, fue la siguiente:

- Coordenadas Norte (metro) DATUM GWGS84 HUSO 19 Sur
- Coordenadas Este (metro) DATUM GWGS84 HUSO 19 Sur
- Comuna (código INE)
- Ubicación: Calle y número, carretera o camino
- Otros

Generación de Mapas en formato ShapeFile:

La generación de mapas, fueron realizados partir de la georeferenciaron (coordenadas UTM), en los predios que registraron quemas; información proporcionada por CONAF a nivel comunal.

Para esta actividad, se utilizaron las herramientas geoespaciales ArcView 3.2 y Argis Map, y se construyeron archivos shapefile, para cada año de información. Además, se incluyó una lista de atributos, asociadas a cada predio georeferenciado. Se puede ver el detalle de la información que contiene cada shapefile, en las tablas de atributos; las cuales contienen los siguientes campos:

Tabla 12: Información de atributos que contiene los mapas (Shapefile)

Columna	Glosa
N°	Identificador de quema
Región	Región donde se realizó la quema
Provincia	Provincia donde se realizó la quema
Comuna	Comuna donde se realizó la quema
Numero de Aviso	Número de aviso de quema
Predio	Predio donde se realizó la quema

Rol Predio	Número rol del predio
Superficie Total	Superficie (ha) total de cultivo
Ubicación	Dirección referencial del predio
Coordenada (X)	Coordenada este
Coordenada (y)	Coordenada sur
Superficie de Quema	Superficie (ha) total quemadas
Tipo Quema	Tipo de quema que se realizó (Agrícola o Forestal)
Clase Quema	Clasificación del tipo de quema
Hora inicio	Hora de inicio de la quema
Hora termino	Hora de termina de la quema
Mes	Mes en que se realizó la quema
Año	Año de realización de la quema
Nom_com	Comuna Asignada mediante georeferenciación

Fuente: Elaboración Propia, 2013.

Nom_com: Asignación de la comuna mediante un shape general, el cual abarca todas las comunas de Chile en sistema espacial (se usó el ArcView 3.2).

En las siguientes figuras, se muestra la georeferenciación de los predios registrados por CONAF; asociados a quemas agrícolas, para las comunas en estudio:

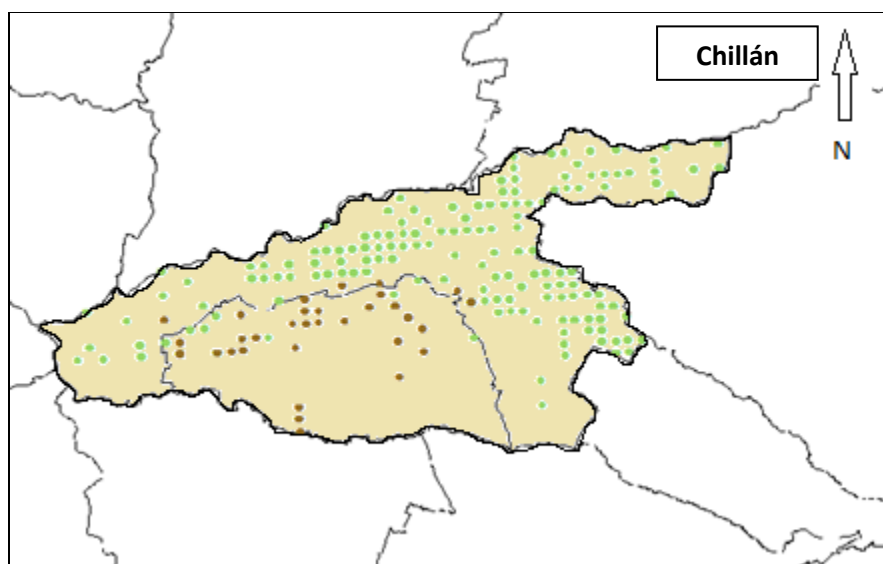


Figura 2: Imagen de Shapefile para las comunas de Chillán y Chillán viejo.

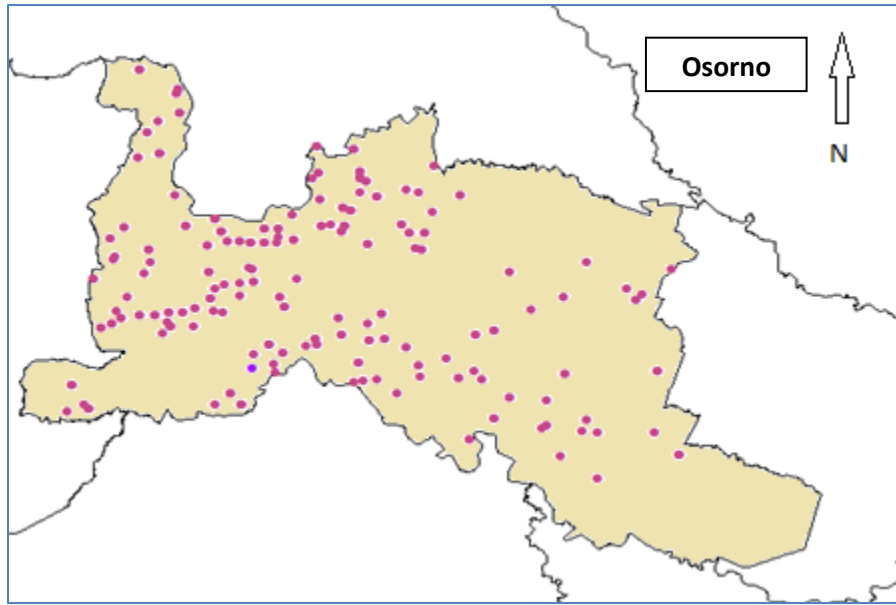


Figura 3: Imagen de Shapefile para la comuna de Osorno.

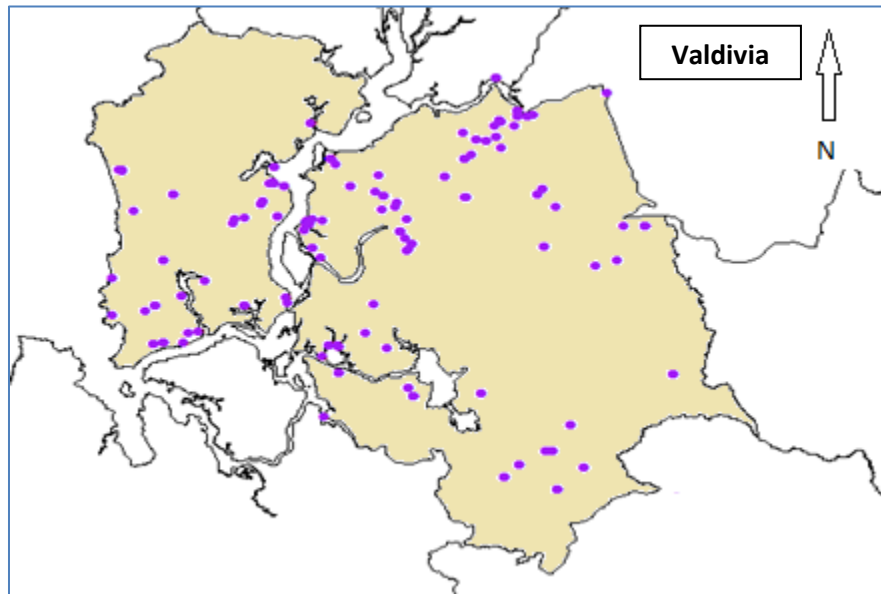


Figura 4: Imagen de Shapefile para la comuna de Valdivia.

En el Anexo digital, se encuentran los archivos Shapfiles para los años 2010 al 2012 de y los predios que estaban mal georeferenciados, de las comunas de Chillán, Chillán viejo, Osorno, Coyhaique y Valdivia.

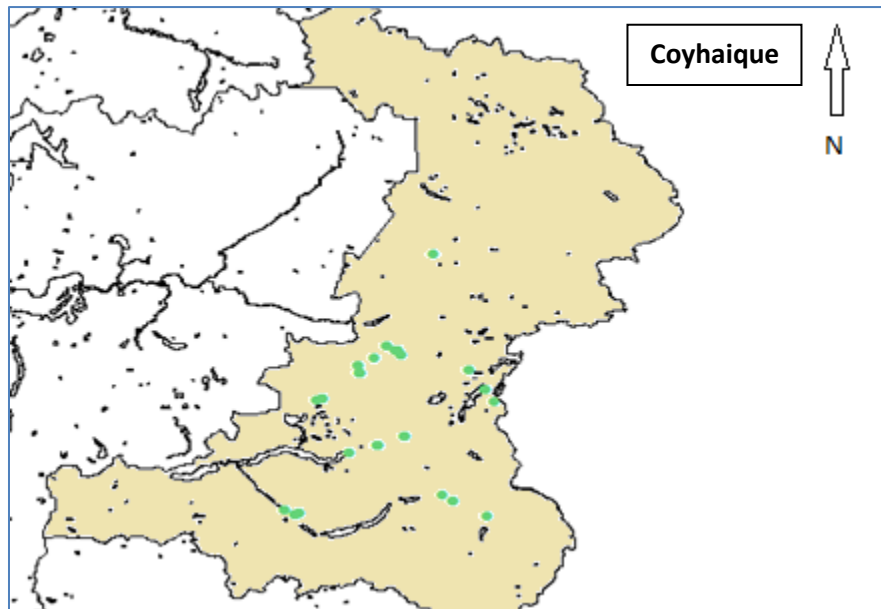


Figura 5: Imagen de Shapefile para la comuna de Coyhaique.

Cabe destacar, que existen predios mal georreferenciados, los cuales están fuera de los límites comunales (se ratificó esta información con CONAF). No obstante, se incorporó una columna (Nom_com) en la tabla de atributos de los archivos shapefiles en donde se indican, las comunas a las cuales están georreferenciados los predios dentro de cada comuna y los que fueron eliminados para los mapas al referenciarse en otras comunas. Con el fin de entregar una mayor facilidad al manejo espacial de los datos, se exportaron los shapefiles a archivos con formato KMZ de Google Earth. A modo de ejemplo, se muestra la imagen de los predios georreferenciados en formato KMZ.

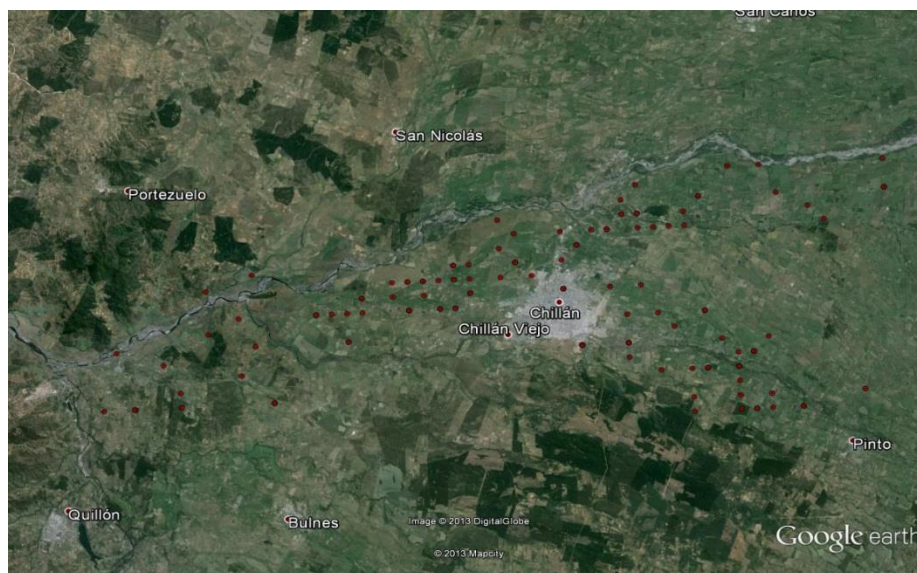


Figura 6: Imagen de Google Earth para la comuna de Chillán

4.5 Determinación de factores de carga (t/ha), por tipos de cultivo.

Para la determinación de los factores de carga, se usaron los valores propuestos en la metodología de la CARB (Agencia Ambiental de California, US), se utilizaron los factores de carga de acuerdo a cada tipo de cultivo por superficie, expresado en (t/ha). Los cultivos agrícolas sometidos a las quemas, se componen de diversas actividades agrícolas, tales como: roce, limpiezas, podas o cosechas. También, se encuentran incorporadas algunas actividades silvícolas, tales como: podas, raleos o explotaciones.

Para establecer los valores de factores de carga, correspondiente a cultivos agrícolas, se usaron los valores propuestos en la metodología de la CARB (Agencia Ambiental de California); a partir de la clasificación de residuos y/o rastrojos provenientes de post cosechas, valores obtenidos de Waste Burn Emission Factors CARB 2005, datos asociados principalmente a cereales como el trigo, maíz, cebada, avena y otras especies.

Para el factor de carga en las plantaciones forestales, se usó el criterio de la edad de los individuos (árboles), de acuerdo a su biomasa acumulada en el tiempo, utilizándose los propuestos en el estudio Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas, SINCA, 2011, el cual se basó en el Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono” Universidad Austral de Chile, 2002; para las obtención de los valores de factor de carga.

Se consideró para cada componente, la biomasa aérea de los árboles, presentes en plantaciones de pino, eucaliptus u otra plantación existente; de acuerdo a la actividad silvícola que eran sometidos los desechos a quemas (poda–raleo-explotación). Además, se usó el criterio de la edad de los árboles para este estudio, considerando la categoría entre los 11 a 17 años (por la actividad silvícola) y la clasificación de Biomasa aérea arbórea. Junto con ello, se consideró el 10% del factor de carga (correspondiente a incendios forestales, ya que no se tiene un valor de factor de carga específico para actividades silvícolas intermedias), debido a que corresponde a sólo una proporción derivada a quema (INFOR, 2002, Manejo y Mantenimiento de plantaciones Forestales) y según la clasificación de CONAF, provienen de desechos de podas y raleos.

Anexo 2 (ver página 110), Se presentan valores de Factor de Carga (t/año) utilizados para cultivos agrícolas y plantaciones forestales.

Con el propósito de incluir todas las clasificaciones propuestas por CONAF, se agregó la categoría “Otros”, la que corresponde a especies no identificadas o clasificadas por CONAF. Por esta razón, se utilizó un valor a partir de un promedio ponderado de los cultivos agrícolas más representativos de cada comuna en estudio, que estuvieran sometidos a quemas. Se consideró en las comunas de estudio, las superficies de cultivos agrícolas que pudieran estar sometidas a quemas (total o parcial), no incorporando a las especies ya identificadas (agrícolas y forestales), para así obtener a partir de un promedio ponderado un factor de carga para cada zona.

A modo de ejemplo, para las comunas de Chillán y Chillán Viejo se consideró, cultivo de avena (sus rastrojos después de la cosecha son quemados) y arándanos (después de las podas son eliminados sus desechos especialmente ramas por prevención a enfermedades o plagas).

En la siguiente tabla, se aprecian los factores de emisión por contaminante para la categoría “Otros”, considerando como base el cultivo de avena, presentes en todas las comunas en estudio.

Tabla 13: Factores de Carga (t/ha), para la categoría propuesta “Otros”.

Factor de Carga para categoría “Otros” por zona		
Comuna	Factor de Carga (t/año)	Especies consideradas
Chillán	4,8	Avena y Arándanos
Osorno	4,6	Avena y (Frambuesa-Arándano)
Valdivia	4,5	Avena y Otros Cereales
Coyhaique	4,6	Avena y Praderas

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, CARB, 2005

En **Anexo 3** (ver página 112) se presentan los valores utilizados y como se obtuvieron del factor de carga para cada una de las comunas de estudio y con ello, llegar a un valor más representativo de cada zona.

En la siguiente tabla, se presentan los factores de carga (t/ha), para cultivos agrícolas y/o forestales utilizados en este estudio

Tabla 14: Factores de Carga (t/ha), propuestos por la CARB y Universidad Austral de Chile, usados para estimación de emisiones.

Factor de carga	
Cultivo/Plantación	(t/ha)
Trigo	4,7
Cebada	4,2
Maíz	10,4
Ramas	1,2
Vegetación	4
Desecho de pino	6,5
Desecho de eucaliptus	5,4
Desecho de otras plantaciones	3,9

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, CARB, 2005 y estudio Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas, SINCA ,2011 quien se basó en el Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono” Universidad Austral de Chile, 2002.

DEFINICIÓN POR CATEGORÍA:

TRIGO: Factor de carga (t/ha), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Trigo, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

CEBADA: Factor de carga (t/ha), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Cebada, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

MAÍZ: Factor de carga (t/ha), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Maíz, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

OTROS: Factor de carga (t/ha), se obtuvo mediante un promedio ponderado, de los principales cultivos presentes en las zona de estudio no contemplados por CONAF, pero que son sometidas a quemas agrícolas. Debido a que no se especifica a qué especie pertenece, para la estimación se usó un valor promedio de los propuestos por la CARB en “Waste Burn Emission Factors” ,2005.

RAMAS: Factor de carga (t/ha), fue obtenido a partir de la clasificación de material semi-leñoso y leñoso, (hojarasca, hojas y ramillas, frutos, ramas). Se consideró al material vegetativo en el suelo en estado de descomposición, valor obtenido de la CARB, “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology, October 2004.

VEGETACIÓN: Factor de carga (t/ha), el cual considera el siguiente material vegetal: pastizales, herbáceos, plantas, presentes en terrenos agrícolas y forestales; valor obtenido de la CARB (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

PINO: Factor de carga (t/ha),, se consideró la edad de las plantaciones de pino entre los 11 a 17 años, debido a las actividades silvícolas (poda –raleo –explotación), valor obtenido de la CARB, “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.

EUCALIPTUS: Factor de carga (t/ha), se consideró la edad de las plantaciones de eucaliptus entre los 11 a 17 años, debido a las actividades silvícolas (poda –raleo –explotación), valor obtenido de la CARB “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.

OTRA PLANTACIÓN: Factor de carga (t/ha), se consideró la edad de las plantaciones (11 a 17 años) debido a las actividades silvícolas (poda –raleo –explotación), valor obtenido de la CARB “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004. Se hizo un promedio ponderado con las plantaciones de pino y eucaliptus señaladas anteriormente, al no especificar otra especie en un cultivo forestal.

Los Factores de emisión para especies forestales (básicamente para plantaciones) presentados por la CARB en Wildfires, Revised Methodology October 2004, considera la clasificación por edad de la plantación y la condición climática, indicados dentro del tipo de humedad “moderado”. Fueron utilizados los señalados valores debido a la semejanza

en las zonas de estudio; considerando que existen “seco” y “muy húmedo”, según lo dispuesto por la metodología de la CARB.

Se adjunta en documento en el Anexo Digital, **“Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.”**

4.6 Determinación de los factores de emisión (t/t) de cada tipo de cultivo

Existen varios factores de emisiones, para distintos tipos de cultivos o vegetación a causa de quemas o incendios (acción del fuego), al carbonizarse el material vegetal emite emisiones contaminantes a la atmósfera, las que son influenciadas por condiciones externas tales como; temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

Para la determinación de los factores de emisiones, fueron utilizados los valores propuestos por la CARB (Agencia Ambiental de California US), quien presentó en junio de 2005 una actualización metodológica respecto al cálculo de emisiones asociado a quemas de residuos y/o desechos agrícolas, “Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology”, esta metodología se usó como guía para la estimación de emisiones de quemas agrícolas para las comunas en estudio. No obstante, fueron realizadas las transformaciones de unidades correspondientes, para traspasar de (lbs/t) a (t/t) se consideró que 1 t = 0,00045359237 lbs.

La CARB (Agencia Ambiental de California, US), presentan factores de emisiones detallados por tipos de cultivos agrícolas y especies forestales, en distintas actividades asociadas a quemas de residuos y/o rastrojos agrícolas o desechos forestales; principalmente generados en la etapa de cosecha, podas y otras actividades, como la disminución de pastizales, hierbas, arbustos (en el sector agrícola se utiliza para la habilitación o liberación de suelo para próximos cultivos o rotaciones de especies). También se pueden incluir algunas actividades silvícolas como la poda, raleo y desechos de las explotaciones forestales (plantaciones de pinos, eucaliptus principales cultivos forestales en las zonas de estudio).

Tabla 15: Factores de Emisión (t/t) para cultivos agrícolas propuestos por la CARB.

Factores de Emisión (t/t)						
Cultivo	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COV	CO
TRIGO	0,0048081	0,0048018	0,0019504	0,0004082	0,0034473	0,0560640
CEBADA	0,0064864	0,0062596	0,0023133	0,0000454	0,0068039	0,0833249
MAÍZ	0,0051710	0,0049442	0,0014969	0,0001814	0,0029937	0,0321597
RAMAS	0,0372000	0,0316000	0,0328000	0,0111000	0,0011000	0,2096000
VEGETACIÓN	0,0072121	0,0068855	0,0020366	0,0002767	0,0211200	0,0516869
PINO	0,0560000	0,0476000	0,0304000	0,0320000	0,2104000	0,4456000
EUCALIPTUS	0,0560000	0,0476000	0,0304000	0,0320000	0,2104000	0,4456000
OTRA PLANTACIÓN	0,0280000	0,0238000	0,0152000	0,0161000	0,1101000	0,2134000

Fuente: “Waste Burn Emission Factors” ,2005 y “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004 ambos obtenidos de la CARB.

DEFINICIÓN POR CATEGORÍA:

TRIGO: Factor emisión (t/t), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Trigo, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

CEBADA Factor emisión (t/t), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Cebada, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

MAÍZ: Factor emisión (t/t), obtenido a partir de residuos y/o rastrojos de Maíz, valor propuesto por la CARB en (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

OTROS: Para el valor de Factor emisión (t/t), fue obtenido un promedio ponderado de principales cultivos presentes en las zona de estudio. Debido a que no se especifica a qué especie pertenece, para su estimación fue utilizado un valor promedio de los propuestos por la CARB, en Waste Burn Emission Factors ,2005. Estos valores fueron considerados para todas las comunas en estudio.

En la siguiente tabla, se aprecian los factores de emisión por contaminante para la categoría “Otros”; considerando como base el cultivo de avena, presentes en todas las comunas en estudio.

Tabla 16: Factores de Emisión (t/t) para categoría Otros.

Factores de Emisión (t/t)						
Cultivo	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COV	CO
OTROS	0,0258570	0,0249400	0,0078010	0,0009071	0,0179200	0,0583090

Fuente: Elaboración propia a partir de valores propuestos de la CARB en “Waste Burn Emission Factors” ,2005

RAMAS: Factor emisión (t/t), a partir de la clasificación de material semi-leñoso y leñoso, (hojarasca, hojas y ramillas, frutos, ramas). Fue considerado el material vegetativo en el suelo en estado de descomposición, valor obtenido de la CARB, “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.

VEGETACIÓN: Factor emisión (t/t), el cual considera material vegetal; tales como, pastizales, herbáceos y plantas, presentes en terrenos agrícolas y forestales, valor obtenido de la CARB (Waste Burn Emission Factors) ,2005.

PINO: Factor de emisión (t/t), fue considerada la edad de las plantaciones de pino (entre los 11 a 17 años); producto de actividades silvícolas; como poda –raleo –explotación, valor obtenido de la CARB, “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.

EUCALIPTUS: Factor de emisión (t/t), fue considerada la edad de las plantaciones de eucaliptus (entre los 11 a 17 años); producto de actividades silvícolas (poda –raleo – explotación), valor obtenido de la CARB “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.

OTRA PLANTACIÓN: Factores de emisión (t/t), fue considerada la edad de las plantaciones (11 a 17 años); producto de actividades silvícolas (poda –raleo – explotación), valor obtenido de la CARB “Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004. Se hizo un promedio ponderado con las plantaciones de pino y eucaliptus señaladas anteriormente, al no especificar otra especie en un cultivo forestal.

Los Factores de emisión para especies forestales (básicamente para plantaciones) presentados por la CARB en Wildfires, Revised Methodology October 2004, considera la clasificación por edad de la plantación y las condiciones climáticas, indicados dentro del tipo de humedad “moderado”. Fueron utilizados estos valores debido a la semejanza con las zonas de estudio; considerando que existen “seco” y “muy húmedo” (según lo dispuesto por la metodología de la CARB).

Se adjunta en documento en el Anexo Digital, **“Section 9.3, Wildfires, Revised Methodology October 2004.**

4.7 Determinación de los nivel de actividad (ha/año) de cada cultivo.

Para la determinación de los niveles de actividad (superficies con residuos y/o desechos de algún tipo de cultivo o vegetación que sometidas a quemas), fue obtenida la información a partir de los registros de CONAF, los cuales se presentan del tipo bottom up; de acuerdo al nivel de segregación y detalle de la información (Región, Comuna, Rol del predio, Tipo de vegetación y/o cultivo, Superficies (ha) totales sometidas a quemas y fecha de realización de la quema); correspondiente al periodo (2010-2012), para las comunas en estudio. De esta forma, se consiguió el número de quemas agrícolas legales.

Los datos proporcionados por CONAF vienen con la siguiente extensión de cada quema en hectáreas consumidas; correspondientes a cada predio, separadas por comunas y clasificadas de la siguiente manera:

- Superficies totales de cada predio, con su respectivo tipo de cultivo o vegetación, para las comunas en estudio.
- Nivel de actividad son las superficies sometidas a quemas, por cultivo o vegetación que presenta cada predio, donde se generan los residuos vegetales que son eliminados en las quemas agrícolas.
- Clasificación e identificación de cultivos o tipo de vegetación (en base a la clasificación de CONAF) donde se han realizado quemas agrícolas en el período seleccionado (2010-2012), para las comunas de Chillán, Chillán Viejo, Osorno, Coyhaique y Valdivia.
- Períodos (calendario) de realización de quemas agrícolas, debido a rotaciones de cultivos agrícolas y faenas de cosechas.
- Objetivo por el cual se someten superficies (ha) a quemas, por tipo de cultivo o vegetación existente en cada comuna.

Quemas ilegales: En relación a las quemas ilegales, la información se registra a través de Carabineros de Chile; Departamento Prevención de Riesgos (O.S.5), entidad que registra las quemas ilegales, las cuales se establecen por comunicación e información de CONAF. No obstante, la calidad de la información no detalla las superficies o cultivos afectados por el uso del fuego. Por ello, se requiere de una mejor fiscalización a las quemas ilegales ya que CONAF, quien sólo da aviso a Carabineros de Chile para que curse la infracción correspondiente al o los responsables de quemar una superficie con material vegetal de forma ilegal; la información sólo contempla el número de quemas no autorizadas y no identifica a qué especie o cultivos corresponde; como tampoco identifica el total de la superficie quemada. De este modo, no se puede considerar la superficie afectada por la quema ilegal, como tampoco se puede cuantificar las emisiones con los registros

proporcionados por Carabineros, ya que no se puede contar con los niveles de actividad usados en este estudio.

En la siguiente tabla, se muestran la cantidad de quemas ilegales registradas por Carabineros de Chile. En Anexo digital, se adjunta Oficio enviado por Carabineros de Chile.

Tabla 17: Número de quemas ilegales registradas por Carabineros de Chile para el periodo 2010-2012.

Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	1	1	2	0
2011	1	1	1	0
2012	5	1	4	0

Fuente: Registros de Carabineros de Chile ,2013.

Niveles de Actividad: Se considera a las superficies (ha) con algún tipo de material vegetal proveniente de algún cultivo o de forma natural que son sometidas a Quemias, registradas y autorizadas por CONAF, para cada comuna en estudio.

En la siguiente tabla, se muestran el total de superficies (ha) sometidas a quemias (Quemias Legales) por cultivo y tipo de vegetación, según los registros de CONAF, para las comunas Chillán, Chillán Viejo, Osorno, Coyhaique y Valdivia, en el periodo 2010-2012.

Tabla 18: Superficies (ha) sometidas a quemias agrícolas por tipo de cultivo y vegetación.

Superficies (ha) sometidas a quemias para el periodo 2010-2012				
Cultivo	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
Cebada	0,0	50,0	0,0	10,0
Desechos Pino	226,2	3,4	0,0	3,5
Desechos de Eucaliptus	0,0	149,0	28,1	3,1
Desechos Otros	0,0	0,3	1,5	31,2
Maíz	311,8	0,0	0,0	0,0
Trigo	4965,4	10326,5	104,0	0,0
Otros	318,0	1003,2	24,1	36,9
Ramas	96,1	317,9	323,2	684,6
Vegetación	336,8	16,5	3,1	585,9

Elaboración propia a partir de los registros de CONAF, 2013.

Criterios para las restricciones temporales para el uso del fuego.

Existen algunas restricciones para el uso del fuego, el cual se encuentra sectorizado; medidas que considera CONAF, para la autorización y realización de una quema controlada.

Restricción por quemas de tipo forestal: Según disposición de la autoridad y requisitos para autorización de CONAF (quemas controladas), esta restricción es sectorial y por temporada. En las zonas de actividad forestal, se prohíbe el uso de quemas por prevención de incendios forestales:

Restricción por instrumento legal, por región: Indica las restricciones a nivel regional, para el uso de fuego, según disposición de la autoridad y requisitos de autorización de CONAF, según fecha calendario (específico para cada comuna especialmente en los meses de Enero y Febrero); período que está prohibido el uso de quemas de cualquier tipo, debido a las condiciones climáticas, periodos de cosechas y prevención de incendios forestales.

Restricción por iniciativa propia por región: Indica la restricción a nivel regional, para el uso de fuego, según disposición de la autoridad y requisitos para autorización de CONAF, en relación a iniciativas propias de cada zona de estudio, en esta clasificación entra la utilizada por INDAP-Región de Aisén, vegetación muerta para recuperar suelos degradados.

En **Anexo N° 4** (ver página 114) se muestra en detalle cada medida de restricción aplicadas a las comunas en estudio

Nivel de actividad por propietario.

Se define el nivel de actividad, como la superficie (en hectáreas) con algún tipo de material vegetal (desechos, rastrojos y/o residuos), sometida a quema en un predio, previa autorización de CONAF. Para ello, fue realizada la siguiente clasificación por tipo de propietario.

Pequeños propietarios: Considerando que el nivel de actividad son las superficies registradas sometidas a quemas, se hizo la clasificación de pequeños propietarios, según lo establecido por INDAP. De este modo, se puede ver la influencia de pequeños propietarios que usan quemas, considerando los siguientes puntos:

De acuerdo a la Ley Orgánica de INDAP, los requisitos para ser usuario de INDAP (se atribuye la denominación de pequeño propietario Agrícola):

- Explotar una superficie no mayor a las 12 hectáreas de riego básico, cualquiera sea su régimen de tenencia.
- Tener activos que no superen las 3.500 Unidades de Fomento.
- Obtener sus ingresos principalmente de la explotación agrícola.
- Trabajar directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia.

En anexo digital, se adjunta documento de INDAP para la clasificación de pequeños propietarios.

Clasificación de mediano y gran propietario :Al no contar con la evaluación económica (servicio impuesto interno) para la clasificación de mediano y gran propietario agrícola, el equipo consultor determino los siguientes rangos de separación de propietario de acuerdo a las superficie:

- Se puso el límite de acuerdo a la clasificación que hace INDAP de pequeño propietario.
- Se consideró datos de COTRISA (Comercializadora de Trigo a nivel Nacional) valor por quintal de trigo, debido a que el 77,3% de las superficies sometidas a quemas en las comunas de estudio corresponde a rastrojos Trigo.
- Se consideró los rendimientos de quintal de trigo según los datos entregados por ODEPA.
- Se obtuvo los rangos de clasificación de créditos a propietarios agrícolas de acuerdo a la tabla presentada de BancoEstado, de acuerdo a los niveles de venta anuales.

Tamaño de Empresa	Mínimo UF	Máximo UF
Micro Empresa	0	2400
Pequeña Empresa	2400	25000
Empresa Mediana	25000	100000
Empresa Grande	100000	500000

Fuente: BancoEstado, 2013

- En reuniones con personal técnico de INDAP Chillán y Osorno, que de acuerdo a los propietarios, tendrían una gran extensión de superficie; podrían quizás tener praderas o sitios sin ningún cultivo, que se encontrarían en esta categoría.
- La forma correcta de hacer la clasificación de mediano y gran propietario se determina por la evaluación económica que hace Servicio Impuestos Internos.

Medianos propietarios: Fueron considerados los predios registrados por CONAF (mediante el rol del predio se contempla toda la superficie) a las 13 ha a 150 ha.

Grandes propietarios: Fueron considerados los predios registrados por CONAF (mediante el rol del predio se contempla toda la superficie), a las superficies mayores de 150 ha.

En la siguiente tabla, se aprecia la relación de superficies (ha) sometidas a quemas por tipos de propietarios (Grande, Mediano y Pequeño), para el periodo 2010-2012. Según los registros proporcionados por CONAF (se consideró de forma arbitraria las superficies para la clasificación de los propietarios ya que la definición para toda índole es la económica, que reporta o genera cada predio independiente de las superficies que posea).

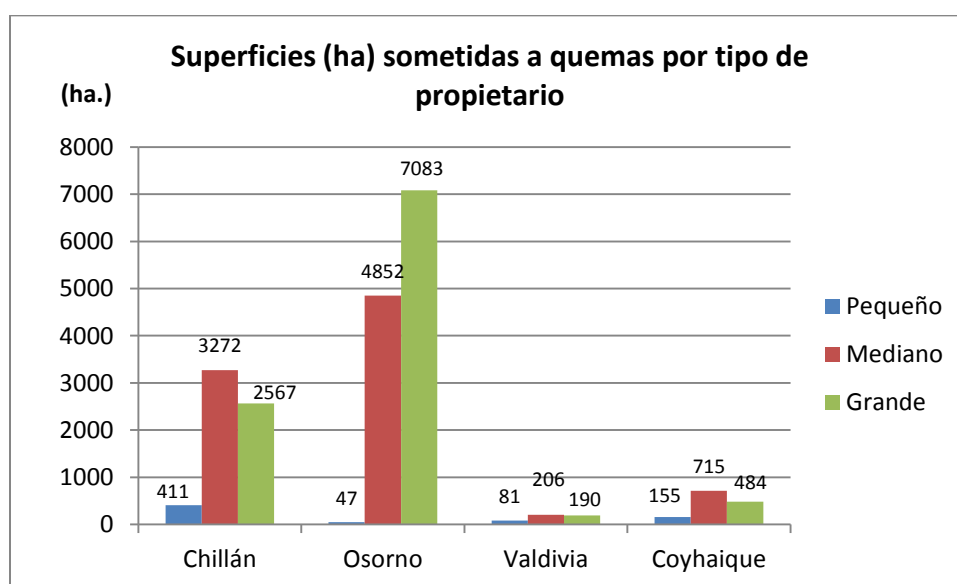


Figura 7: Elaboración propia a partir de los registros de CONAF, 2013.

4.8 Inventario de emisiones (t/año)

Para la realización del inventario de emisiones, se utilizó la base de datos, registrada por CONAF.

Mediante la utilización de la metodología propuesta por la CARB, fueron realizadas las estimaciones de emisiones para los diferentes tipos de cultivos o vegetación, sometidos a quemas en las comunas de Chillán, Chillán viejo, Osorno, Coyhaique y Valdivia.

Cálculo Estimación de Emisiones

La metodología propuesta por la CARB ha sido utilizada en diferentes estudios, tales como:

- Plan de preparación para el inventario Nacional de emisiones de México (Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y RETC Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2008.
- Manual de Inventario de Fuentes Naturales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia, 2010.
- Análisis de la incidencia de la supresión de la quema de residuos agrícolas sobre la reducción de emisiones de gases contaminantes en Andalucía, España, 2011.
- Metodologías para la Evaluación de Áreas Afectadas por Incendios Forestales. Proyecto FAO/TCP/GUA/2903.(Uso y manejo del fuego en áreas agrícolas y forestales), 2010.
- Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas Chile ,2011.

Para el cálculo de emisiones se utilizó la siguiente ecuación, de acuerdo a la metodología propuesta por la CARB (Agencia Ambiental de California US).

$$E = S * FE * FC$$

Ecuación N°1

E = Emisiones anuales [t/año] por cada tipo de contaminante que va de forma directa a la atmosfera.

S = Superficie en hectáreas (ha), consumidas por quemas agrícola (información proveniente de los registros de CONAF).

FE = Factor de emisión del contaminante considerado (MP10, MP2.5, NOx, SO2, COV, CO) [t/t] por cada material particulado que va al ambiente.

FC= Factor de carga, cuya unidad es el peso (t) por superficie (ha), determinada para cada tipo de vegetación o cultivo.

En las siguientes tablas, se aprecian las emisiones totales (t/año) por tipo de contaminante y comuna en estudio.

Tabla 19 : Emisiones Totales de Material Particulado MP10.

Emisiones Totales (t/año) de MP 10				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	135,96	136,93	4,93	12,63
2011	67,43	139,07	9,59	22,02
2012	61,20	141,64	13,80	23,05

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla 20 : Emisiones Totales de Material Particulado MP2,5.

Emisiones Totales (t/año) de MP 2,5				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	123,10	133,65	4,40	11,41
2011	66,08	135,46	8,48	19,64
2012	60,69	134,83	11,87	20,29

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla 21 : Emisiones Totales de Monóxido de Carbono (CO).

Emisiones Totales (t/año) de CO				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	1084,46	1167,70	29,20	71,87
2011	691,03	1249,27	62,79	138,13
2012	476,03	1072,95	92,42	139,97

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla 22 : Emisiones Totales de Componentes Orgánicos Volátiles (COV).

Emisiones Totales (t/año) de COV				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	342,97	108,83	1,71	13,62
2011	65,91	128,15	16,63	36,97
2012	47,18	192,21	18,49	24,72

Fuente: Elaboración propia, 2013

Tabla 23 : Emisiones Totales de Óxido de Nitrógeno (NOx)

Emisiones Totales (t/año) de NOx				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	63,97	55,29	3,45	7,43
2011	27,31	56,64	5,72	12,96
2012	22,36	58,07	10,08	15,78

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla 24 : Emisiones Totales de Dióxido de Azufre (SO₂)

Emisiones Totales (t/año) de SO ₂				
Año	Chillán	Osorno	Valdivia	Coyhaique
2010	48,14	13,53	2,27	2,19
2011	8,06	16,19	3,74	5,33
2012	4,08	25,24	4,54	5,62

Fuente: Elaboración propia, 2013.

A modo de ejemplo, en la siguiente tabla se muestra las emisiones (t/año) por tipo de cultivo o vegetación.

Tabla 25. Emisiones de Material Particulado MP10, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación, en las comunas de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de MP10			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	0,968	3,442	12,358
Otros	22,651	5,833	16,135
Desechos de Pino	76,804	9,085	0,000
Ramas	2,386	0,786	1,562
Trigo	36,826	76,297	36,689
Vegetación	6,481	0,747	2,589

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En **Anexo 5** (ver página 124) se muestran las tablas desagregadas por tipo de contaminante, cultivo y vegetación; asociado a cada comuna en estudio, para cada año.

A continuación, se aprecian las emisiones totales por comuna, en Anexo se presentan las emisiones por tipo de cultivo o vegetación para todas las comunas en estudio, para el periodo 2010-2012.

En las siguientes figuras, se aprecian las emisiones totales (t/año) por tipo de contaminante y comuna en estudio, para el periodo 2010-2012.

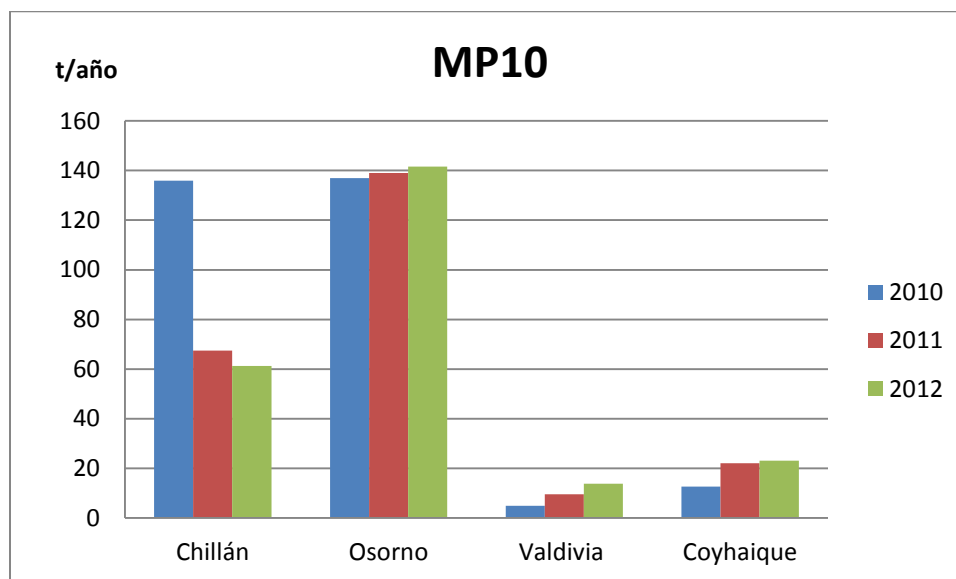


Figura 8: Emisiones Totales de Material Particulado MP2,5.

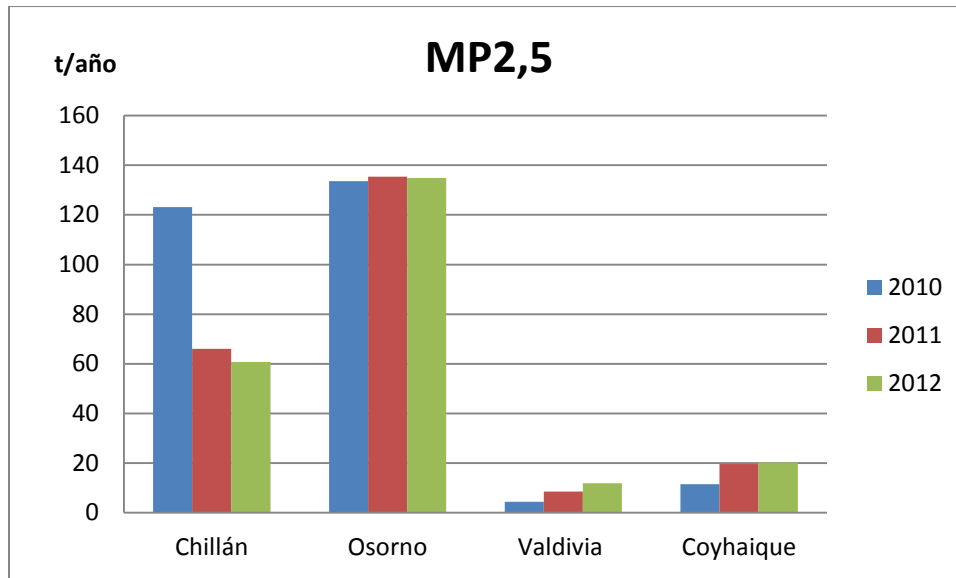


Figura 9: Emisiones Totales de Material Particulado MP2,5.

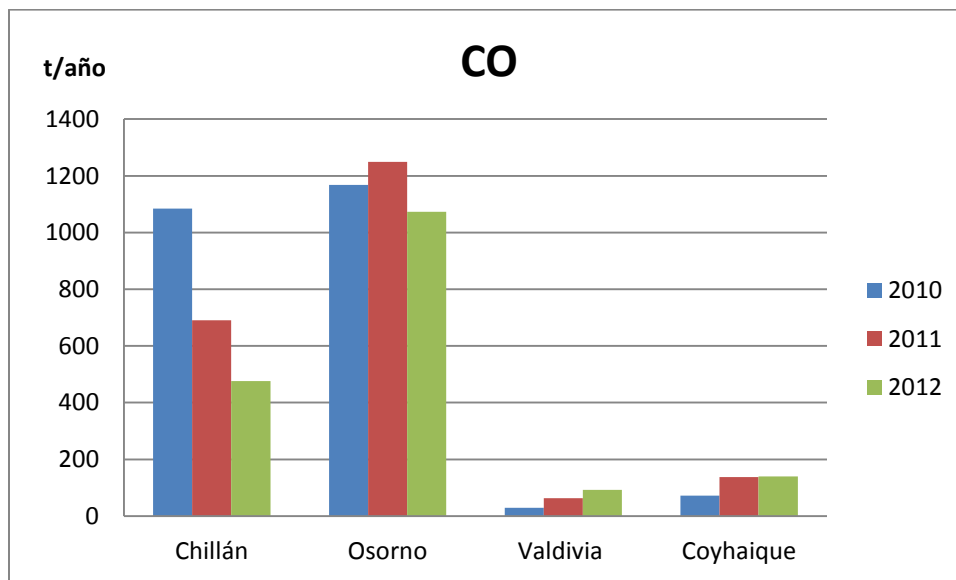


Figura 10: Emisiones Totales de Monóxido de Carbono (CO).

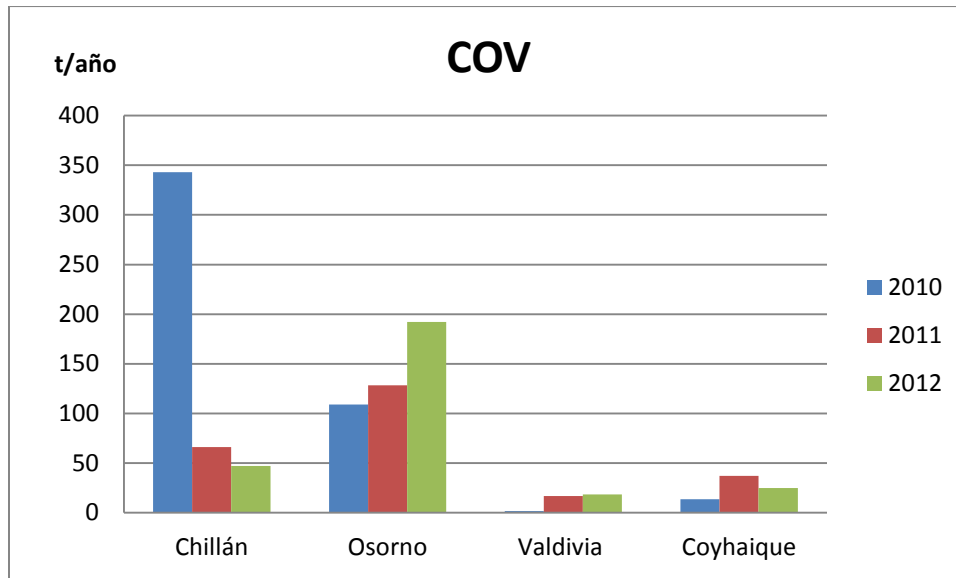


Figura 11: Emisiones Totales de Componentes Orgánicos Volátiles (COV).

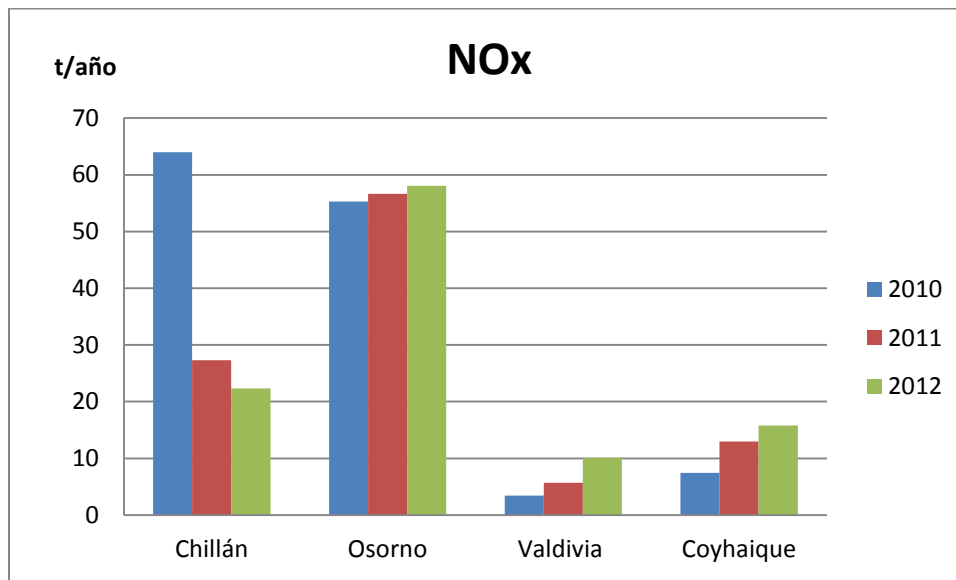


Figura 12: Emisiones Totales de Óxido de Nitrógeno (NOx)

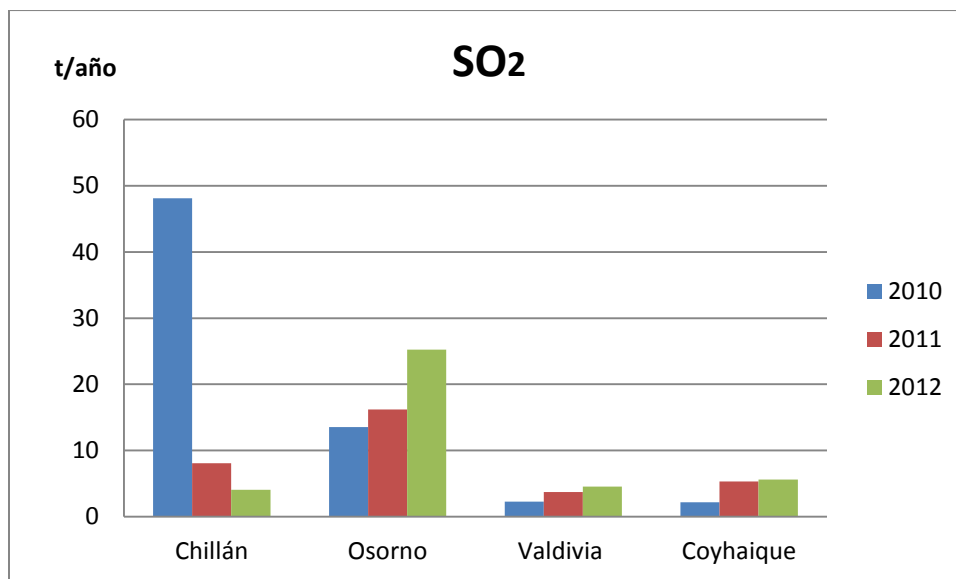


Figura 13: Emisiones Totales de Dióxido de Azufre (SO₂)

Las emisiones en la comuna de Chillán y Chillán viejo, han disminuido durante el último periodo, esto debido a que sus niveles de actividad han bajado y con ello, el uso de quemas para eliminar material vegetal, lo cual podría ser efecto de que especies provenientes del sector forestal son prácticamente, las superficies sometidas a quemas

Las emisiones en la comuna de Osorno, se ve un aumento durante el último periodo esto debido a que sus niveles de actividad han crecido y con ello, el uso de quemas para eliminar material vegetal, especialmente las provenientes de cultivos de Trigo y por ello, de las comunas en estudio, es la que presenta los mayores niveles de emisiones.

Las emisiones en la comuna de Valdivia, han aumentado durante el último periodo. El aumento en sus niveles de actividad, comparado con las otras comunas, no es relativamente muy significativo. Sin embargo, ha crecido el uso de quemas para eliminar material vegetal, también denominado "Limpia" para accesibilidad de caminos, canales, cercos etc., debido a que grandes superficies con cultivos establecidos, no son afectados por quemas.

Las emisiones en la comuna de Coyhaique han aumentado durante el último periodo, debido a que sus niveles de actividad y gran parte de las emisiones, provienen de la categoría "Vegetación", la que corresponde a vegetación muerta para recuperar suelos degradados (INDAP-Región de Aysén); clasificación específica para la región de Aysén, considerando que en la zona, cultivos propiamente tal no se ven afectados.

Proyección del Inventario de Emisiones para el periodo 2013 – 2025.

Fue realizada una proyección, considerando el nivel de actividad (superficies sometidas a quemas) por tipo de cultivo y/o vegetación existente en las comunas de Chillán, Chillán viejo, Osorno, Valdivia y Coyhaique; a partir de la información contenida en el censo agropecuario 2007 y CONAF.

Las proyecciones (incremento en superficies) en la actividad agrícola, fueron obtenidas a partir de los reportes del INE Agropecuarias, Informe Anual (2010-2012).

En la tabla siguiente, se aprecian los incrementos porcentuales promedio de los últimos 3 años (se hizo un promedio para llegar a un valor estándar), este valor fue obtenido a partir de estadísticas del INE, Agropecuarias, Informe Anual (2012-2010), valores usados para cada región y tipo de cultivo. No se consideró al sector forestal, debido a que las superficies con plantaciones prácticamente ya no son sometidas a quemas, debido al valor económico de los desechos provenientes de intervenciones silvícolas. Se adjunta en Anexo digital documentos del INE, Agropecuarias (2012-2010).

Tabla 26 : Incremento Superficies (ha) Totales, por cultivo y/o vegetación.

Incremento porcentual superficies (ha)					
Comuna	Trigo	Maíz	Otros	Cebada	Vegetación
Chillán	8,0	2,8	3,0	-	-
Osorno	2,3	-	3,0	5,0	-
Valdivia	6,0	-	2,4	3,0	-
Coyhaique	-	-	5,2	-	5,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Datos del INE ,2013.

Metodología para proyección de emisiones:

Nivel de actividad CENSO: Se obtuvo a partir de las superficies totales reportadas por el Censo Agropecuario 2007 (a nivel predial). Las superficies (ha) se llevaron a valor presente al año 2013, aplicando una tasa de crecimiento anual, valor obtenido a partir de estadísticas del INE, Agropecuarias, Informe Anual (2012-2010)

Para la Categoría “Otros”, se consideró los cultivos que son sometidos a quemas que no estuvieran clasificados por CONAF: A modo de ejemplo para las comunas de Chillán y Chillán Viejo, fueron consideradas las superficies (ha) con cultivos de avena y arándanos; estas especies no están clasificadas según CONAF, pero en visitas a terreno con personal de CONAF e INDAP, se indicó que en menor medida son sometidas a quemas.

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de actividad por tipo de cultivo sometidos a quema; a partir de las superficies totales, considerando como base el 2007 (a nivel predial) y llevado a valor actual (2013), aplicando tasa de incremento anual de superficie.

Tabla 27 : Nivel de actividad (Superficies (ha) sometidas a quema) datos obtenidos a partir de las superficies totales, aplicando tasa de quema (%) para la comunas de Chillán y Chillán viejo.

Cultivo	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Trigo	2298,8	2482,7	2681,4	2895,9	3127,5	3377,7
Maíz	313,0	319,3	325,7	332,2	338,8	345,6
Otros	162,7	167,6	172,6	177,8	183,2	188,7
2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
3647,9	3939,8	4255,0	4595,4	4963,0	5360,0	5788,8
352,5	359,6	366,7	374,1	381,6	389,2	397,0
194,3	200,1	206,2	212,3	218,7	225,3	232,0

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Nivel de actividad CONAF: corresponde a las superficies sometidas a quemas (ha) provenientes de los registros de CONAF, a partir de un promedio ponderado de los últimos 3 años (2010-2012). Aplicando, una tasa de crecimiento anual, las que fueron tomadas por cultivo, de acuerdo a proyecciones INE, Agropecuarias, Informe Anual (2010-2012).

En la siguiente tabla, se muestran los niveles de actividad, por cultivo proyectado (2013-2025), según datos del CONAF.

Tabla 28 : Nivel de actividad (Superficies (ha) sometidas a quema) datos obtenidos a partir de las superficies totales, aplicando tasa de quemado (%) propuesto por el equipo consultor, para la comunas de Chillán y Chillán viejo, según datos de CONAF.

Cultivo	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Trigo	1789,1	1932,2	2086,8	2253,8	2434,1	2628,8
Maíz	106,2	108,3	110,5	112,7	114,9	117,2
Otros	109,7	113,0	116,4	119,9	123,5	127,2
2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
2839,1	3066,2	3311,5	3576,4	3862,5	4171,5	4505,3
119,6	121,9	124,4	126,9	129,4	132,0	149,0
131,0	134,9	139,0	143,1	147,4	151,8	159,0

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tasa de quemado: Es la relación que hay de la superficie sometida a quema con la superficie total de un predio.

Tasa de Quemado CONAF: La tasa de quemado, es el porcentaje de superficie quemada a partir de la superficie total del predio. Se obtuvo a partir de un promedio ponderado de los 3 últimos años, registrados por CONAF (Superficies Totales y Quemadas), en la que se obtuvo la relación porcentual de ambas superficies.

Tasa de Quemado CENSO: Este indicador fue utilizado para la proyección de emisiones de los datos del Censo, propuesto por el equipo consultor. De acuerdo a los siguientes parámetros se determinó la tasa de quema:

Tabla 29 : Tasa de Quemado propuesto por el equipo consultor

CHILLÁN	
Trigo	%
Debido a que presenta los mayores niveles de actividad 79,4% (superficies quemadas) y subestimación de superficies declaradas por los propietarios.	4
Entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL, considerando que es la mayor actividad de quemas los rastrojos post cosecha de trigo.	10
En visita a terreno con los propietarios indicaban que si existen varios focos de eliminación de rastrojos por ser a corto plazo (tiempo) y económico.	10
El incremento de las superficies plantadas de Trigo.	4
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	28
Maíz	%
En entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL, las cañas y chacras que quedan después de las cosechas	3
La subestimación de superficies quemadas debido a quemas ilegales y las declaradas por los propietarios ante CONAF.	3
En visita a terreno con los propietarios indicaban que si existen varios focos de eliminación de tallos de maíz, para habilitación del suelo, usar otro método tiene un costo elevado.	3
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	9
Otros	%
En entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL se nos indicó que hay quemas de otras especies no clasificadas por CONAF como la Avena, Arándanos y quemas ilegales.	4

En visita a terreno con los propietarios nos indicaron con los métodos usados de quema podría existir una subestimación de superficies quemadas de acuerdo a lo que el propietario declara y quemas.	4
Eliminación de rastrojos avena, especie no clasificada según registros de CONAF.	2
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	10
OSORNO	
Trigo	%
Debido a que presenta los mayores niveles de actividad 87,1% (superficies quemadas la más alta de todas las comunas y tipo de cultivo) y la subestimación de superficies quemadas debido a quemas ilegales propietario indica.	5
Entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL, considerando que es la mayor actividad de quemas los rastrojos post cosecha de trigo.	10
En visita a terreno con los propietarios indicaban que si existen varios focos de eliminación de rastrojos por ser a corto plazo (tiempo) y económico.	10
El incremento de las superficies plantadas.	5
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	30
Cebada	%
Prácticamente no hay una variación, la subestimación de las superficies declaradas por los propietarios considerando que los rastrojos son utilizados como alimento de ganado.	1
Otros	%
En entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL se nos indicó que hay quemas de otras especies no clasificadas por CONAF como la Avena, Arándanos y otros frutales (se utiliza las quemas a modo de prevención de enfermedades o plagas).	2
Existe una subestimación de superficies quemadas, (quemas ilegales y no clasificación de especies), considerando las pocas especies.	1
En visita a terreno con los propietarios nos indicaron que los frutales debido al material leñoso podas ,limpieza	1
Eliminación de rastrojos avena (no clasificada por CONAF.	1
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	5
VALDIVIA	
Trigo	%
Entrevistas con personal técnico de CONAF, INDAP y PRODESAL, considerando que es la mayor actividad de quemas los rastrojos post cosecha de trigo.	10
En visita a terreno con los propietarios indicaban que si existen varios focos de eliminación de rastrojos por ser a corto plazo (tiempo) y económico.	5

La concentración de quemas en un tiempo muy breve de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona, podría existir.	5
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	20
Otros	%
En entrevistas con personal técnico de CONAF e INDAP se nos indicó que hay quemas de otras especies no clasificadas por CONAF como la Avena, Arándanos.	3
Existe una subestimación de superficies quemadas, (quemas ilegales y no clasificación de especies como otros frutales o cereales).	2
En visita a terreno con los propietarios nos indicaron que los frutales debido al material leñoso proveniente de podas o limpieza.	2
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	7
COYHAIQUE	
Otros	%
Debido a que las quemas son asociadas prácticamente a vegetación natural, existen terrenos muy extensos, por ejemplo 150 o más ha que declaran 3 ha sometidas a quemas	2
La subestimación de superficies quemadas debido al material leñoso en frutales (proveniente de podas o limpiezas) y otros cereales (rastros post cosecha)	2
Considera que las superficies sometidas a quemas vienen de vegetación natural, por recuperación de suelos degradados no contempla el método de quemas.	2
El Total es lo establecido por la sumatoria de cada punto y considerado por el equipo consultor.	6

Fuente: Elaboración propia

Se consideró como base la tasa de quemado, según el promedio ponderado de las superficies totales y quemadas, reportadas por CONAF.

En la siguiente tabla, se muestran las tasas de quemado (superficie sometidas a quemas) por tipo de cultivo sometidos a quema; a partir de los datos reportados por CONAF y

Tabla 30 : Tasa de quemado por comuna y tipo de cultivo

Tasa de Quemado (porcentaje superficie quemada en relación a total del predio)								
Cultivo o Vegetación	Chillán		Osorno		Valdivia		Coyhaique	
	CONAF	CENSO	CONAF	CENSO	CONAF	CENSO	CONAF	CENSO
Trigo	22	50	40	70	21	40	-	-
Cebada	-	-	24	25	-	-	-	-
Maíz	19	25	-	-	-	-	-	-
Otros	11	20	35	40	3	10	4	10

Fuente: Elaboración a partir de Datos de CONAF y Propuesta equipo consultor.

Calculo para la proyección de Emisiones

Para el cálculo de proyección de las emisiones para el periodo 2013-2025 para los Datos provenientes de los registros de CONAF y del Censo Agropecuario 2007, se utilizó la siguiente ecuación, basada en la metodología propuesta por la CARB (Agencia Ambiental de California US). Se utilizó la Ecuación N° 1 (ver página 36).

Factor de Carga (t/año): Se utilizaron los valores de la Tabla N° 14 (ver página 25), indicados para cada tipo de cultivo o vegetación.

Factor de Emisión (t/t): Se utilizaron los valores de la Tabla N° 16 (ver página 28), indicados para cada tipo de cultivo o vegetación.

En las siguiente tabla, se aprecian las emisiones (t/año) por tipo de contaminante para los principales cultivos de las comunas de Chillán y Chillán viejo, según datos reportados del Censo Agropecuario 2007

Tabla 31 : Proyección de Emisiones (t/año) por tipo de contaminante, para las comunas de Chillán y Chillán viejo en el periodo 2013-2025, según datos del Censo Agropecuario 2007.

Comuna	Año	Proyección Censo Agropecuario 2007					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Chillán	2013	121,62	114,28	1003,77	173,07	48,86	21,92
	2014	126,69	119,32	1055,63	176,64	50,82	22,30
	2015	132,12	124,70	1111,45	180,48	52,92	22,72
	2016	137,94	130,47	1171,54	184,58	55,17	23,16
	2017	144,16	136,66	1236,24	188,98	57,59	23,64
	2018	150,84	143,28	1305,91	193,70	60,19	24,16
	2019	157,99	150,39	1380,94	198,76	62,98	24,71
	2020	165,65	158,00	1461,76	204,19	65,97	25,31
	2021	173,88	166,17	1548,83	210,01	69,19	25,95
	2022	182,70	174,94	1642,63	216,27	72,64	26,64
	2023	192,17	184,36	1743,71	222,98	76,36	27,39
	2024	202,33	194,46	1852,65	230,19	80,35	28,19
2025	213,24	205,31	1970,05	237,94	84,65	29,06	

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 32 : Proyección de Emisiones (t/año) por tipo de contaminante, para las comunas de Chillán y Chillán viejo en el periodo 2013-2025, según datos de CONAF.

Ciudad	Año	Proyección CONAF					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Chillán	2013	92,67	86,06	786,04	154,00	39,07	20,33
	2014	96,41	89,78	825,35	156,65	40,53	20,62
	2015	100,42	93,76	867,72	159,50	42,10	20,93
	2016	104,73	98,05	913,38	162,56	43,79	21,27
	2017	109,35	102,64	962,61	165,85	45,61	21,64
	2018	114,31	107,58	1.015,68	169,38	47,56	22,03
	2019	119,65	112,89	1.072,90	173,18	49,66	22,45
	2020	125,38	118,59	1.134,60	177,26	51,92	22,91
	2021	131,53	124,71	1.201,14	181,64	54,35	23,40
	2022	138,15	131,30	1.272,90	186,35	56,97	23,93
	2023	145,26	138,38	1.350,29	191,42	59,79	24,51
	2024	152,91	145,99	1.433,77	196,88	62,82	25,12
	2025	162,22	155,22	1.529,31	203,40	66,40	25,82

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En **Anexo 6** (ver página 126) se muestran las emisiones (t/año) por tipo de contaminante, proyectado 2013-2025, asociado a cada comuna en estudio, según datos de CONAF y Censo Agropecuario 2007.

Se adjunta en el Anexo Digital (proyección de emisiones 2013-2025), se presentan todos los cálculos y tablas de la estimación de emisiones por comuna.

A modo de ejemplo, en la siguiente figura, se comparan la proyección de emisiones (t/año) de material particulado (MP10), según datos registrados por CONAF y Censo Agropecuario 2007

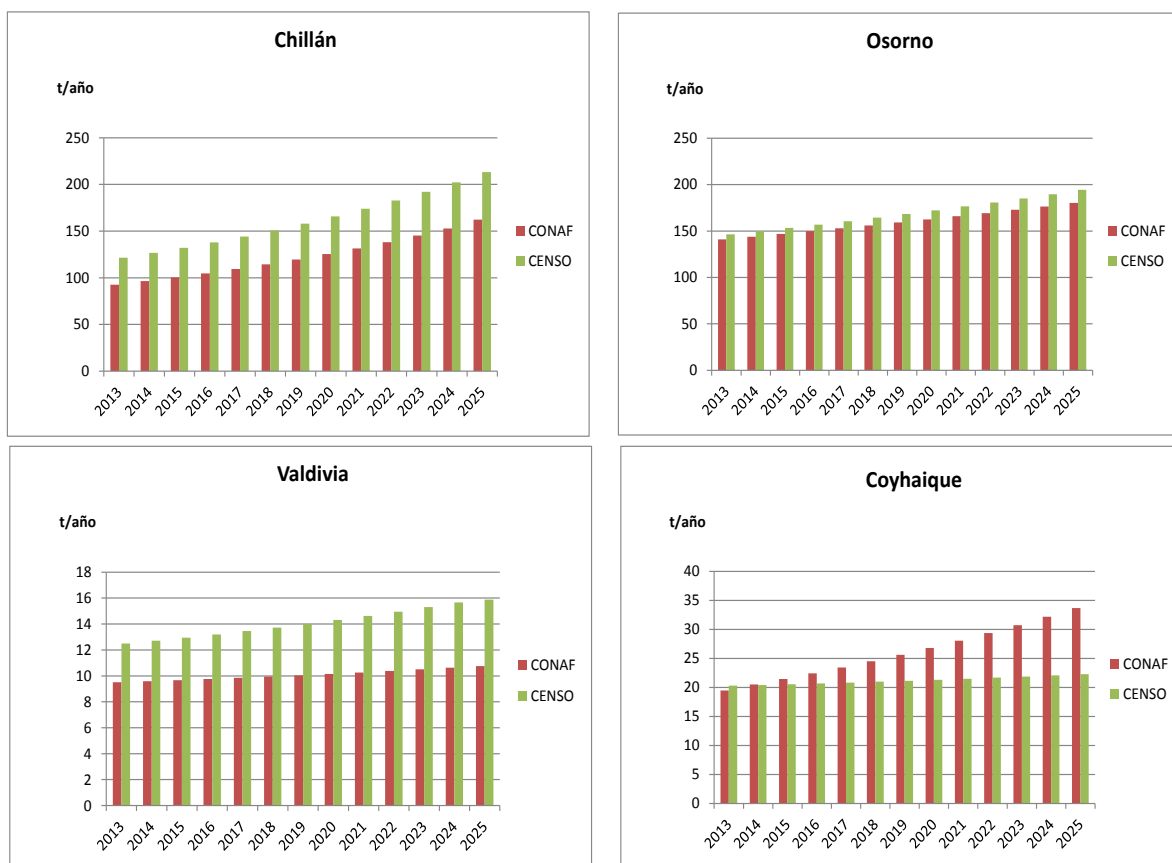


Figura 14: Comparación emisiones de material particulado MP10, según datos de CONAF y Censo Agropecuario 2007 para las comuna en estudio.

La variación de las emisiones en la comuna de Coyhaique se debe a que las superficies sometidas a quemas no son cultivos, si no que vegetación natural, por tal motivo no se puede hacer una proyección de las superficies que podrían estar sometidas a quemas en los próximos años.

En **Anexo 6** (ver página 126) se muestran las emisiones (t/año) por tipo de contaminante, proyectado 2013-2025, asociado a cada comuna en estudio, según datos de CONAF y Censo Agropecuario 2007.

Se adjunta en el Anexo Digital (proyección de emisiones 2013-2025), todos los cálculos y tablas de la estimación de emisiones por comuna.

4.9 Medidas de abatimiento para el sector de quemas agrícolas.

Para la obtención de medidas de abatimiento para el sector de quemas agrícolas en las comunas de Osorno, Chillan, Valdivia y Coyhaique, fue realizada una revisión en base a fuentes de literatura a nivel nacional e internacional y se realizaron visitas a terreno y entrevistas con personal de CONAF e INDAP a las comunas de Chillán, Valdivia y Osorno.

A nivel internacional, fueron identificados diversos estudios relacionados con las actividades agrícolas. Sin embargo, sólo se encontró un estudio relevante de ser analizado respecto de medidas de abatimiento, denominado “Transición de la quema a la práctica de no quema, un primer paso para la agricultura sostenible en el corredor seco de Baja Verapaz en Guatemala”, desarrollado por la FAO, Año 2012.

A nivel nacional fueron identificadas diversas literaturas con respecto a la alternativa de quema de residuos agrícolas, siendo la literatura más completa: Proyecto de la CONAF – Ethos, desarrollado por CONAF, 2009. En este proyecto, se encuentra una serie de alternativas para eliminar residuos agrícolas y forestales excluyendo el uso del fuego debido a que esta práctica destruye la materia orgánica, el nitrógeno (N) orgánico y el azufre (S) que se pierde por volatilización.

Los demás estudio analizados fueron:

“Estudio de medidas para el control de la contaminación por quemas agrícolas”, desarrollado por Asagrin Ltda., 2009

“Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos”, memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Cordova, C., 2006.

“Estudio de las rastrojeras: su reinserción en el ecosistema suelo y su uso en la alimentación del ganado”, memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Aránguiz, F., 2006.

“Estudio Construcción con Fardos, Una Alternativa para la Región de la Araucanía”, memoria para optar al título profesional de Ingeniero Constructor. Rodriguez C., 2007.

En relación a las alternativas revisadas por los diferentes estudios analizados, se proponen alternativas de gestión de residuos agrícolas, con el objetivo de disminuir la emisión de contaminantes; siempre teniendo en conocimiento las condiciones específicas de cada ciudad en estudio, dependiendo de ciertas variables climatología (Temperaturas, índices pluviométricos, humedad relativa, exposición al sol), edafológicas (composición química, mecánica del suelo, escorrentía), tipo de cultivos y superficies abarcadas. A continuación, se presentan alternativas a ser evaluadas en Osorno, Chillan, Valdivia y Coyhaique:

- Compostaje en pilas estáticas
- Compostaje en pilas aireadas pasivamente
- Compostaje en pilas aireadas forzadamente
- Compostaje en pilas de volteo
- Biodigestores
- Vermicompostaje
- Cero labranza
- Manejo de materiales leñosos
- Obtención de alimentos para rumiantes
- Construcción de casa con fardos de paja
- Roto cultivador

La elección de cualquiera de ellas, va a depender de los objetivos planteados por el productor, capacidad de inversión, funcionamiento, disponibilidad de terreno, complejidad operacional y el potencial para generar problemas ambientales del producto que se desea elaborar, posibilidad de mantener sistemas mixtos agro ganaderos, situación socioeconómica del agricultor. Es por ello que se subdividió por tipo de agricultor., según sus necesidades y nivel socio económico, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tabla 33: Clasificación Tipo de Agricultor

TIPO DE PRODUCTOR	DESCRIPCIÓN
Pequeño agricultor	El tamaño máximo, fue establecido cualitativamente de acuerdo al límite que los especialistas regionales de INDAP. Para la determinación del techo, se utilizó como referencia el tamaño máximo predial definido por INDAP para sus beneficiarios, es decir, 12 hectáreas básicas de riego.
Mediano agricultor	Corresponde a aquellos agricultores cuya superficie agrícola es mayor que el límite superior determinado para las unidades denominadas como pequeñas y menor que las explotaciones grandes.
Grande agricultor	Corresponde a aquellas en que la superficie agrícola de la explotación permite suponer retornos comerciales y beneficios de escala significativos. Se utilizó un criterio, definido por los informantes calificados en función de cada realidad local. De este modo, el tamaño de la superficie efectivamente explotada les permitiría, entre otras características, prescindir de ayuda financiera del Estado.

Fuente: Estudio "Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI censo nacional agropecuario según tipo de productor y localización geográfica" desarrollado por ODEPA, Año 2000.

En las siguientes figuras, se muestran los niveles de actividad por tipo de productores según datos registrados por CONAF, en el periodo 2010-2012.

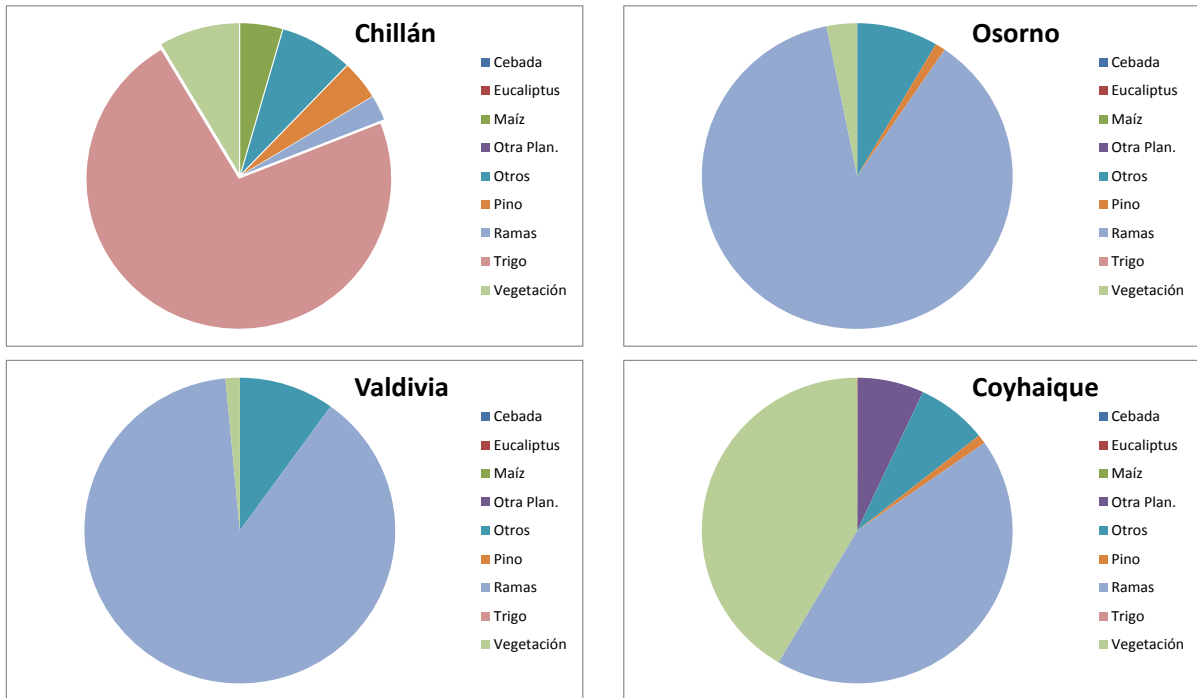


Figura 15: Niveles de actividad según los tipos de cultivos y vegetación para pequeños propietarios

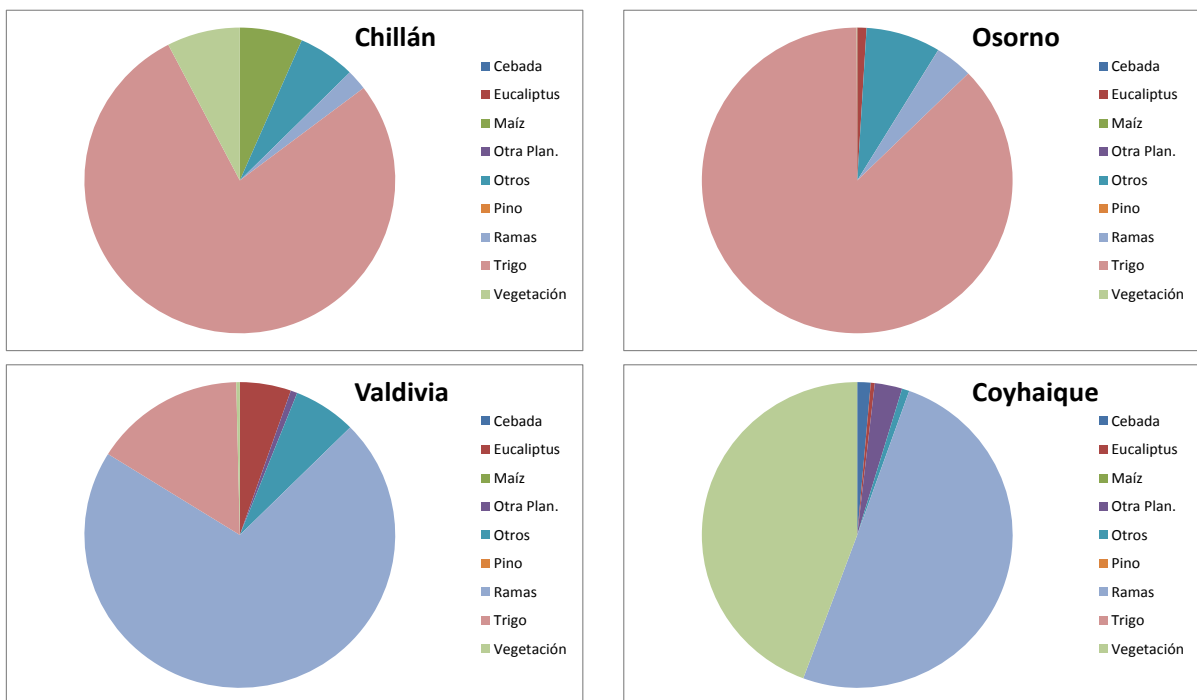


Figura 16: Niveles de actividad según los tipos de cultivos y vegetación para medianos propietarios

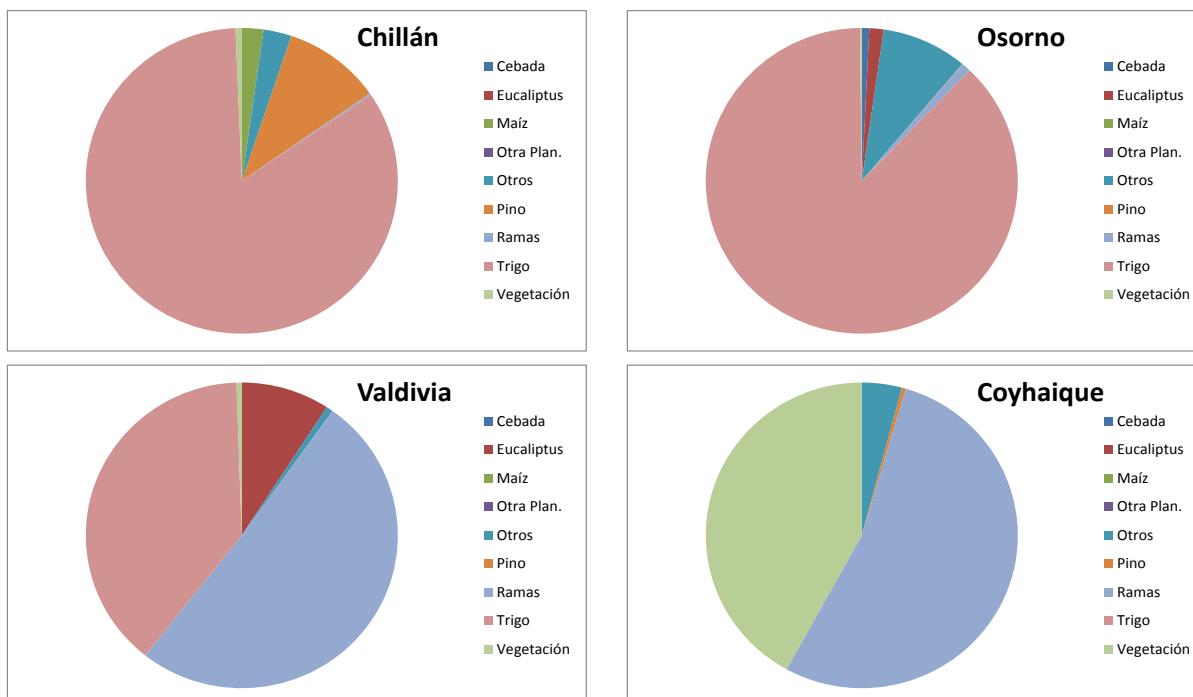


Figura 17: Niveles de actividad según los tipos de cultivos y vegetación para Grandes propietarios

Mediadas de Abatimiento

4.9.1 Compostaje

El compost es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas de humedad, pH, temperatura y aireación. El compost mejora el suelo, es de color café oscuro y tiene tanto el olor como la apariencia de la tierra que se encuentra en los suelos de los bosques.

La incorporación de materia orgánica al suelo es un proceso natural que ocurre normalmente en el suelo de los bosques; en el compostaje se reproduce este proceso, pero en forma acelerada, intensificada y dirigida.

Para realizar compostaje se pueden utilizar residuos; tales como, restos de frutas y verduras, residuos de infusiones y café, restos de comida (sin grasas), frutos secos, papel, restos de plantas y podas, cortes de césped, residuos de floristería, cenizas de madera y aserrín, restos de cosechas de huertos, estiércol de animales de granja y paja. Además, se requiere como mínimo, un metro por 1 m³ de espacio libre de vegetación. Los principales beneficios de la utilización de compost se listan a continuación:

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- Ahorro económico en abonos químicos.

- Los principales beneficios ambientales son: eliminar el problema de los residuos generados al transformarlos en materia prima para la generación de abonos, disminuye las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero.
- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación, mejorando la estructura, porosidad y densidad del suelo, proporcionando un mejor entorno a las raíces de las plantas.
- Mejora la capacidad de retención de agua de los suelos arenosos; mejora y estabiliza el pH del suelo, se reducen las pérdidas de nutrientes por lavado y erosión.
- Provee microorganismos benéficos al suelo, lo que aumenta sustancialmente las defensas de los cultivos.
- Bajo costo, sólo requiere mano de obra para su confección.
- Producto comercializable.

- **Técnicas de compostaje**

Las técnicas de compostaje, corresponden a procesos de producción de humus de gran envergadura y tratamientos sofisticados, dado que el volumen de materias primas y producto resultante involucrado son mayores; también lo son, las condiciones de aireación, período de volteo y calidad requerida en el producto final.

Para compostar residuos agrícolas y forestales se usan 5 técnicas:

- Pilas estáticas o compostaje pasivo
- Pilas estáticas aireadas pasivamente
- Pilas aireadas forzadamente
- Pilas de volteos o en hileras.
- Biodigestores

- **Requerimientos técnicos de compostaje**

- Volumen mínimo de residuos
- Materias primas
- Método de aireación
- Maquinaria y herramientas
- Tiempo de tratamiento

- **Actividades de tratamiento.**

Volteo de las pilas: Esta actividad consiste en mezclar todo el material de la pila, de modo que las capas externas de ella, se ubiquen al centro y viceversa. La frecuencia de los volteos dependerá del tipo de material, del contenido de humedad y temperatura que alcance la pila. El volteo debe realizarse cuando la pila ha alcanzado una temperatura entre 45 a 65°C. A modo orientativo, se recomienda realizarlo dos veces a la semana el

primer mes, una vez por semana al siguiente mes, cada 15 días al tercer mes y los meses restantes una vez al mes.

Control de humedad: El contenido de humedad óptima para que se desarrolle adecuadamente el proceso de compostaje, se sitúa entre 45 – 50%. Con valores superiores se produce una mala aireación y con una humedad inferior la actividad de los microorganismos desciende y el proceso es más lento.

Control de temperatura: La temperatura interna de la pila debe medirse diariamente para evaluar y monitorear el proceso, pues esta actividad permite decidir cuándo se realizan los volteos (al disminuir la temperatura). Esta actividad se debe realizar con un termómetro digital que entregue la temperatura interna de la pila.

Control de olores: Este control está estrechamente relacionado con el control de la aireación (volteos de la pila) y el control de la humedad. Además está estrechamente relacionado con la porosidad del material a compostar. Es por ello, que se sugiere utilizar materiales café chispados (diámetro 3 a 6 cm), como podas de viñas, restos de maíz, etc., que se utilizan como agentes estructurantes dentro de la pila de compostaje, otorgando mayor aireación a la pila.

- **Actividades post – tratamiento.**

Maduración. Los residuos una vez expuestos a las etapas de altas temperaturas, donde los volteos fueron frecuentes y se produjo la mayor degradación, se trasladan a una zona de maduración. En esta zona es recomendable extender el material en capas, para favorecer la pérdida de humedad. Para determinar la calidad del compost, se debe realizar análisis de índice de madurez y calidad. Sin embargo, en forma empírica también es posible determinar la madurez.

Tamizado. Este procedimiento se realiza para controlar la presencia de materiales inertes o de materiales que no han terminado el proceso de compostaje, como por ejemplo los chips de poda y controlar la granulometría del material compostado. Para ello, se emplea generalmente la separación granulométrica por cribado (utilizando tamiz).

Almacenamiento. Finalmente, el producto madurado y tamizado llamado composta, se debe almacenar quedando protegido de la lluvia y exposición de rayos solares para poder utilizarlo como abono orgánico. En general, el almacenamiento del producto final se puede realizar formando pilas o montones.

Forma de aplicación: El compost se puede aplicar sobre la superficie del terreno, o incorporarlo al suelo a través de mezcla, con el objetivo de realizar una dilución. La aplicación dependerá de la cantidad de superficie a tratar y de la dosis de compost a aplicar.

4.9.2 Lombricultura y Vermicompostaje

La lombricultura utiliza como herramienta una especie domesticada de lombriz, la cual recicla todo tipo de materia orgánica. Con esta lombriz, existen las siguientes dos líneas de producción:

1. La lombricultura; que reproduce y cría las lombrices, con el objeto de producir carne de lombriz.
2. El vermicompostaje; que maneja las lombrices para producir principalmente humus, el cual es un fertilizante orgánico de mejor calidad y mayor valor agregado que el compost. Para reciclar residuos agrícolas y forestales, se recomienda el vermicompostaje.

- **Beneficios**

- Con la ayuda de las lombrices, los residuos orgánicos se transforman en fertilizante.
- La carne de lombriz es un recurso económico importante. Al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción, también puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa; o en la elaboración de harina para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.
- La lombriz contribuye a la fertilización, aireación, mejora la estructura y formación del suelo.
- El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización, siendo su calidad un factor importante en la obtención de mejores precios. Puede ser vendido a quienes se dedican a las actividades agrícolas intensivas y por tanto, necesitan añadir de forma continua nutrientes al suelo, al consumidor final para su jardín o a los comercios dedicados a su reventa.
- Corrige y mejora las condiciones físicas (estructuras y porosidad), mejoras las condiciones químicas y biológicas del suelo, aumenta la infiltración, permeabilidad y la capacidad de retención de agua, reduce la compactación y erosión, incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre e inactiva los residuos de plaguicidas y estabiliza el pH del suelo.

- **Requerimientos técnicos**

Materias primas: Los residuos orgánicos que se pueden utilizar son los agrícolas (restos de cosechas, restos de poda), vegetales, estiércol, domésticos y agroindustriales.

Espacio requerido: El proceso de vermicompostaje se lleva a cabo en unidades de producción denominadas lechos, pueden realizarse en zanjas o cajones de aproximadamente 0,5m profundidad; el ancho de éstas generalmente es de 1m y el largo de 2m, para concentrar la reproducción de las lombrices.

Sistema de riego: Puede ser manual o por aspersión.

Tiempo de tratamiento: Mínimo seis meses, dependiendo de condiciones de maduración de la materia orgánica (Humus)

Herramientas y/o maquinaria: Para reducir el tamaño de las materias primas se deben chipear con una chipeadora.

- **Actividades de pre – tratamiento.**

Chipear rastrojos: Los vegetales duros y leñosos (como malezas, pajas, maderas, ramas y hojas, entre otros) primero deben ser triturados o chipeados para reducir su tamaño.

Descomposición de los materiales: Los residuos a utilizar deben descomponerse antes de incorporar las lombrices. Se deposita en la zanja 20 cm de residuos vegetales y unos 15 a 20 cm de guano, previamente descompuestos.

Mezcla de materias primas: Para agregar las lombrices a los lechos, se coloca a distancias regulares una caja perforada, conteniendo la cantidad de lombrices adecuada (600 – 700 unidades de lombrices jóvenes, huevos y adultas por cada lecho, aprox. 1 Kg).

- **Actividades de tratamiento.**

Control de humedad y riego: Se debe regar constantemente, según necesidad, para mantener la humedad cercana al 75%.

Alimentación de lombrices: Se deben incorporar constantemente nuevos residuos orgánicos frescos, con el objetivo de alimentar a las lombrices. La frecuencia de alimentación es de una vez a la semana.

4.9.3 Labranza Cero

La degradación de suelos debido a los procesos de erosión y compactación, es posiblemente el principal problema ambiental causado por la agricultura convencional, debido a que la quema de rastrojos y el laboreo intensivo del suelo producen emisiones contaminantes a la atmósfera y reducen la capacidad de almacenamiento de nutrientes en el suelo. La labranza cero o siembra directa en el rastrojo, es un sistema de conservación que deja sobre la superficie del suelo el rastrojo del cultivo anterior. Esta alternativa surge como respuesta a la alarmante pérdidas del suelo por erosión hídrica y eólica producida por la labranza tradicional la que se ha convertido en una práctica extractiva poco racional del medio edáfico. En ella, el arado corta e invierte los primeros centímetros del suelo con el fin de remover el medio edáfico e incorporar los rastrojos del cultivo anterior. Esta labranza tradicional disminuye la productividad de los suelos de los cultivos.

La cero labranza evita la erosión y ayuda a almacenar carbono en el suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas; aumenta su productividad y hace que éste cumpla un rol de almacenamiento de carbono desde el punto de vista ambiental.

Al cambiar desde un sistema convencional de labranza del suelo al sistema de labranza cero, se debe cambiar todo el sistema de una vez, por lo que se requiere conocimiento sobre todos los componentes del sistema para tener éxito. Previo al uso de cero labranza en un campo, se debe considerar el uso de un arado cincel que rompa los endurecimientos del suelo y corrija el micro-relieve.

El manejo del suelo comienza con los cuidados que se deben tener en la cosecha del cultivo anterior. El picado de rastrojos y su distribución uniforme en el campo es esencial, por lo que se requiere de picador de paja y esparcidores en las cosechadoras, mejorando así la descomposición del rastrojo y disminuyendo las dificultades de siembra del siguiente cultivo.

El rastrojo tiene un efecto físico que impide que las máquinas sembradoras tradicionales funcionen bien, por lo que se requiere de una sembradora especial equipada con instrumentos que corten el rastrojo y que permitan poner la semilla en el suelo para su adecuada germinación. Para disminuir los problemas de germinación y establecimiento, se puede aumentar la dosis de semilla en un 10% y usar semillas grandes que son más vigorosas.

Como requiere control químico intensivo de malezas, los sistemas de cero labranza son más eficientes en términos energéticos, por lo que consiguen aproximadamente los mismos rendimientos que los sistemas tradicionales, incluso, a largo plazo aumentan.

Este sistema de cultivo provoca una menor disponibilidad de nitrógeno. Como los rastrojos de cereales tienen una alta relación carbono/nitrógeno (C/N), lo que implica una lenta descomposición, se debe considerar la aplicación de al menos un 30% de nitrógeno durante el período que tarda el suelo en alcanzar un nuevo equilibrio. Los fertilizantes deben aplicarse principalmente en cobertura.

En Chile se ha aplicado y obtenido buenos resultados con especies como trigo, maíz, lupino y algunos frutales como guindo y castaño.

Este sistema de cultivo se recomienda en zonas que reciben una precipitación anual mayor a 250 mm. En relación a la labranza tradicional, permite mayor rendimiento y mejor eficiencia en el uso del agua, pero esta ventaja se hace menor cuando disminuyen las precipitaciones.

En Chile, la superficie sembrada con cero labranza se concentra en las regiones del Bío Bío y de la Araucanía. Sin embargo, dadas las condiciones climáticas mediterráneas, que dificultan la descomposición del rastrojo anterior producto de la baja precipitación en los

meses cálidos, se debe realizar un manejo de éste. La cero labranza se desarrolla en zonas con riesgo de pérdida de suelo por erosión. Por ello, se aplica generalmente en terrenos de lomaje, que tienen una pendiente de hasta 11%, aunque en terrenos planos también se puede aplicar y con los mismos beneficios. Este sistema no debe practicarse en monocultivos, debido a que pueden aparecer enfermedades o plagas. Generalmente, una rotación de cultivos equilibrada con uso de abonos verdes sobre el suelo, es suficiente para neutralizar este aspecto negativo.

- **Beneficios**

- Mejora la oportunidad de siembra. Por lo tanto, aumenta la superficie cultivada (corto plazo).
- Aumenta la productividad del suelo (largo plazo).
- Aumenta la fertilidad natural del suelo y con ello, la producción con menos uso de fertilizantes.
- Aumenta o mantiene la cantidad de materia orgánica, mejora la calidad del suelo.
- Disminuye la compactación del suelo.
- Mayor infiltración y retención de humedad ya que disminuye la evaporación.
- Disminución de la erosión provocada por el agua y el viento.
- Hace un mejor uso de los nutrientes y el agua.
- Reducción en la emisión de carbono a la atmósfera y de la contaminación ambiental.
- Disminuyen los costos de combustible y de operación.
- Requiere de menos HP/ha y los tractores tienen más años de vida útil.

En relación a los requerimientos técnicos; se requiere una cantidad mínima de rastrojos para que cumplan las funciones de evitar erosión y pérdida de carbono orgánico del suelo. Esto corresponde aproximadamente a 4 t/ha de rastrojos como requerimiento para evitar la pérdida de carbono orgánico.

4.9.4 Manejos de materiales leñosos en terrenos aptos para cultivos

Para la realización de cualquier tipo de cultivo agrícola o forestal, se debe tener en cuenta como primera medida, la limpia del terreno a ser sembrado o plantado, en el cual, generalmente, se encuentran ramas y otros materiales leñosos que obstaculizan los cultivos. A pesar de que en Chile se ha utilizado el fuego para quemar ramas y materiales leñosos con los fines de limpiar el terreno, existen otros métodos de limpia más amigables con el ambiente.

Las ramas de poda y sarmientos, constituyen los principales residuos del sector frutícola y su utilización es muy reducida, quedando un gran volumen de remanente que no es usado de manera ventajosa. En cuanto a su aprovechamiento, en general, una pequeña cantidad

es utilizada como leña por los propios inquilinos, o vendida por su alto poder calorífico, como los residuos del manzano, ciruelo y cerezo.

La preparación del sitio, es un factor de gran importancia, ya que de ello depende en gran medida, la supervivencia de la siembra o plantación, su crecimiento inicial y el futuro de la misma. Esta actividad, está condicionada al uso previo que ha tenido el suelo y a las condiciones naturales propias del sitio. Dependiendo de estos antecedentes y del costo, se definirá el sistema de preparación a utilizar.

La limpia del terreno varía según el suelo, la época en que se realiza, el objetivo de producción y principalmente, del tipo de vegetación presente en el terreno lo cual representa, restos de cultivos, ramas, troncos y paja. Estos residuos pueden ser manejados para su reincorporación al suelo, tarea que puede ser realizada por maquinaria especializada, que los reduce de tamaño. La reducción de tamaño de los residuos acelera la reincorporación de la materia orgánica al sitio y aumenta la materia orgánica en el suelo mejorando su fertilidad y por ende, su productividad.

Para el proceso de conversión de residuos se utilizan principalmente, máquinas trituradoras o chipeadoras, las que permiten acelerar la desintegración e incorporación de los residuos al suelo, disminuyendo el tamaño del material. En otras ocasiones, los residuos triturados son transportados a centros de acopio y son utilizados para la obtención de otros productos y combustibles (compost, pellets y briquetas, entre otros) o para combustión directa y generación de energía.

Para la remoción de residuos, también pueden usarse segadoras que cortan los vegetales. También se pueden usar las compactadoras de residuos las que al avanzar en el terreno van compactando y reduciendo el material. De esta manera, se manejan los residuos orgánicos en forma efectiva evitando las quemas y permitiendo un mejor rendimiento, por medio de la generación de abonos orgánicos en el sector agrícola y de faenas de reforestación (en el caso del sector forestal).

Se establecen las siguientes actividades:

- Roce
- Tratamiento de Desechos
- Producción de astillas a partir de residuos forestales
- Control de Malezas

Beneficios

Al controlar y tratar las malezas arbustivas, se obtiene los siguientes beneficios:

- Se elimina la totalidad de ramas y otros materiales leñosos que obstaculizan el cultivo, por lo que mejora la oportunidad de siembra y plantación.

- Al evitar la quema, se reduce la contaminación ambiental (humos y emisión de dióxido de carbono).
- Se minimizan las pérdidas de cultivos, debido a las quemas sin control ni cuidados, ya que al eliminar las malezas hay menor probabilidad de propagación del fuego.
- Menor riesgo de dañar plantaciones o cultivos propios o de vecinos, al disminuir el riesgo de ocurrencia de incendios.
- El ordenamiento de los materiales rozados permite que se incorporen al suelo, aumentando la cantidad de materia orgánica en él.
- Genera fuente de empleos ya que por ejemplo, el control manual es un trabajo lento, que requiere de un alto número de obreros.

4.9.5 Obtención de alimentos para rumiantes

En la actividad agrícola, especialmente la de cultivos, se genera un gran número de diversos subproductos y residuos que, en general, no son utilizados o lo son en pequeña proporción para la alimentación de animales. El alimento adecuado para rumiantes es aquel que posee un elevado porcentaje de digestibilidad, palatabilidad y un alto valor nutritivo el cual puede venir de rastrojos especialmente de cereales.

El uso de los rastrojos, puede ser utilizado de manera directa por parte del ganado presente dentro del potrero. O bien, se pueden recoger y alimentar con ellos a los animales en otro sector del predio o de la zona. El primer caso, tiene como ventaja el ser de bajo costo, pero por la misma presencia del ganado existen grandes pérdidas y la suplementación en este sistema se hace más difícil; aun cuando es posible suplementar en el potrero. En el segundo caso, a pesar de ser de mayor costo, permite un uso más eficiente del rastrojo ya que éste puede ser picado y mezclado con otros nutrientes para poder proporcionar a los animales una ración más balanceada, además, este sistema permite dejar limpio el campo para trabajarlo inmediatamente.

El ensilado o ensilaje es la hierba que se corta y almacena en verde, en ausencia de aire. Se necesita un contenedor o una zanja para almacenar la hierba. Se cava un hoyo de dos metros de profundidad por 1,5 a 2 m de ancho y se cubre el fondo con piedras. Se corta la hierba y se llena con ella el hoyo (silo), apisonándola con los pies. El silo debe llenarse lo más rápido posible (en 1 o 2 días) para evitar su desecación excesiva y aireación. Posteriormente, se debe tapar con una lámina de plástico o con piedras y una cubierta de tierra para evitar la entrada de agua y aire. Se deja así varios meses, hasta el periodo otoñal o invernal, antes de utilizarlo.

Residuos de la cosecha de los cultivos.

La composición de los residuos de los cultivos de cereales, legumbres, chacarería e industriales, está básicamente conformada por tallos, pajas o cañas, hojas, envolturas de grano, tubérculos y raíces.

Beneficios

- Tiene un efecto positivo sobre la conservación de los recursos naturales, puesto que reduce la necesidad de emplear la quema como herramienta de manejo y así evitar los daños provocados al suelo por el calor intenso del fuego.
- Permite al agricultor utilizar el rastrojo como subproducto para la alimentación del ganado.
- Contribuye como fuente alimenticia en períodos de sequía.
- El uso de pajas constituye un forraje que permite cubrir parte de los requerimientos de mantención a un costo más bajo que hacerlo exclusivamente con pellets.
- El pastoreo directo aporta materia orgánica al suelo a través de las fecas y orina.
- Abaratar los costos de producción del sistema alimenticio.
- Disminuir la interdependencia con los insumos tradicionales utilizados.

4.9.6 Construcción de casas con fardos de paja una alternativa sustentable

En la actualidad, existen numerosos y diversos tipos de materiales, creados para satisfacer las necesidades de la industria de la construcción. Sin embargo, existe una cantidad importante de estos materiales proporcionados por la tierra, de los cuales algunos forman parte en la creación de un nuevo material y otros son utilizados directamente en la construcción. Las viviendas construidas con fardos de paja son durables, cómodas, calientes en invierno y frescas durante el verano, resistentes al fuego y construidas con materiales favorables al medio ambiente.

En las diversas actividades derivadas de la agricultura, especialmente en la del cultivo del cereal, se genera un gran número de subproductos y residuos que no son cosechados para uso en la alimentación humana. Estos residuos corresponden a aquellas porciones de la biomasa aérea que, en general, no son utilizados o lo son en pequeña proporción para la alimentación de animales, especialmente rumiantes. Es precisamente en estos residuos donde se encuentra la materia prima utilizada en la construcción con fardos, la paja, el principal desecho que dejan los cultivos de cereales.

Las cantidades de pajas que se generan en los distintos cultivos varían según la especie, variedad, tipo de cultivo (riego o seco), nivel de fertilización y otros factores, pero existe cierta relación entre la cantidad de grano cosechado y paja producida, lo que permite estimar fácilmente la cantidad total de paja en una superficie determinada. Cada cultivo tiene definida la época, el momento y las condiciones en que debe ser sembrado.

Los cereales, al momento de la cosecha, deben poseer un bajo contenido de humedad, menos de un 15%. El grado adecuado de humedad se tiene cuando los tallos se muestran ligeramente quebradizos o suenan al pisarlo, con el característico ruido de planta seca, lo que le permite ser almacenado por tiempo indefinido sin sufrir alteraciones.

Un factor negativo es la humedad, principal "enemigo" de la construcción con fardos de paja, por lo cual es muy importante conocerlo y prevenirlo. Se pueden distinguir cuatro tipos de humedades: por capilaridad, condensación, salpicadura y accidental. Para evitar que el muro de fardos se humedezca, la única solución es materializar el muro con elementos o materiales que actúen como barrera al paso de la humedad, tales como poliestirenos, membranas asfálticas y morteros o bien, pinturas impermeabilizantes.

Beneficios

- Utilidad y belleza. Las sutiles y anchas curvas de los muros de pacas de paja, recubiertos de barro poseen un carácter y belleza especiales.
- Eficiencia energética. La construcción con fardos de paja puede alivianar la carga energética al planeta y al mismo tiempo, aligerar el impacto económico que implica construir y habitar una casa.
- Gran capacidad de aislamiento térmico, en zonas donde el clima es extremo reduce el gasto energético y económico que requiere enfriar y calentar una construcción. A diferencia de otros materiales orgánicos utilizados para la construcción, la paja puede ser cultivada anualmente.
- Beneficio ambiental. En el mundo se queman anualmente millones de toneladas de paja, causando efectos adversos al medio ambiente y a la salud de los habitantes. La transformación de un desecho agrícola en un recurso renovable, puede ser benéfico y digno de experimentación en busca de un sistema sustentable.

4.9.7 Alternativa Roto cultivador

Después de limpiar el terreno de arbustos, hierbas o restos de cosechas anteriores, se procede a la preparación del terreno; labor que se realiza con tractor y arado. Posteriormente, se dan uno o dos pasos de rastra. Cuando las condiciones del terreno no permiten el uso de maquinaria o no se dispone de ella, la preparación se hace con implemento de tiro animal. En terrenos muy quebrados, la preparación incluye el paso de un roto cultivador que deja el suelo mullido. En todos los casos, la preparación del suelo tiene como objetivo dejar el suelo "suelto" de manera que permita el buen desarrollo radicular en las primeras etapas del cultivo

La utilización de maquinaria en la agricultura debe ser entendida como un proceso que busca aumentar la producción mediante el uso adecuado y eficiente de distintas máquinas y métodos de trabajo. Es además, parte importante en el desarrollo rural y un componente de relevancia dentro del concepto de administración agrícola, cuyas fases mecanizadas han aumentado con el correr del tiempo. Durante las últimas décadas, parte importante de la agricultura nacional ha experimentado diversos cambios en lo referente al tipo de tecnología productiva empleada (uso de riego, mecanización, etc.), debido fundamentalmente al proceso económico y social al que el país se ha visto enfrentado

Tabla 34: Maquinaria utilizada en labores agrícolas

Maquinaria Agrícola	
Elementos de tracción y transportes	Motores Estacionarios, Camión, Furgoneta, Vehículo agrícola (tipo Land Rover), Remolques agrícolas, Tractor.
Laboreo	Acaballonadora, Subsolador, Arado, Chisel (Cinzel), Cultivador, labor superficial, labor profunda, Rotocultivador, Cultivador rotativo accionado, Cavadora, Rastra, Binadora, Cilindro o rulos
Siembra	Sembradoras al voleo, Sembradoras a chorro continuo, Sembradora de precisión resto, Plantadora de papas
Abonado y tratamiento	Distribuidor de estiércol, Distribuidor de abono sólido, Distribuidor de abono líquido, Pulverizaciones
Recolección	Barra de corte, Segadora rotativa, Segadora, Acondicionadora, Rastrillos, Hileradores, Enfardadoras, Empastilladoras, Picadora cargadora, Cosechadora, Descoronadora de remolacha, Arrancadora deshojadora de maíz, Arrancadora –hileradora.
Otros	Picadora, Sopladoras de heno, Triturador, Chipeadora

Fuente: Elaboración Propia.

En las zonas de estudio visitadas (Chillan, Osorno y Valdivia), una de las maquinaria más utilizada en la labranza del suelo es el rotocultivador, esta maquinaria tiene como función principal, preparar el terreno para plantar, romper terrones, labrar y mezclar terrenos, abonos y otros materiales, con el fin de dar un grado de mulimiento adecuado a la cama de siembra (zona de semillas), así como el de eliminar las malezas y mejorar la nivelación del suelo, dejando de esta forma el suelo en condiciones adecuadas para el paso de la máquina sembradora.

La velocidad del rotor puede modificarse por un sistema de ruedas dentadas que le permiten trabajar entre 50 y 300 rev/min. Normalmente, el sentido de giro es directo, “mordiéndolo” el suelo al avanzar y dando un empuje positivo del tractor. Permite un buen aprovechamiento de la potencia del motor por su accionamiento por la toma de fuerza. Para el control de la profundidad de trabajo, se utilizan patines laterales o ruedas de apoyo. Otra variante es la motorizada, en la que se combina el trabajo del suelo (rotor) con el avance de la máquina.

Existen diferentes modelos y tamaños, sus principales variantes son la anchura de trabajo: 0.80 a 3.10 m; diámetro del rotor: 40 a 65 cm; número de azadas por metro: 15 a 35; accionamiento: toma de fuerza 540 y/o 1000 rev/min; enganche: tripuntal. Masa: 200 a

300 kg/m de anchura, poseen elementos auxiliares: cambio de velocidades, tablero nivelador; posibilidad de desplazamiento lateral; control de profundidad (ruedas o patines).

Beneficios

- Soltar y remover el suelo, logrando con ello eliminar problemas de compactación y mejorando la relación aire/agua. Mejorar la penetración de las raíces en el perfil del suelo.
- Control y Eliminación de malezas (este es uno de los objetivos más importantes de la preparación de suelo).
- Incorporación de rastrojos.
- Dejar el terreno con un grado adecuado de mullimiento.

En la siguiente tabla, se muestran las medidas de abatimiento clasificadas por tipos de cultivo o vegetación que son aplicables por comuna en estudio.

Tabla 35: Medidas de Abatimiento por tipo cultivo y/o vegetación y comuna.

Medida de Abatimiento	Cereales				Residuos forestales				Residuos agrícolas y Frutales , Vegetación			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Compostaje	x	x	x	-	x	x	-	-	x	x	x	-
Biodigestores	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	x	-
Vermicompostaje	x	x	x	x	x	x	o	-	x	o	x	-
Labranza cero	x	x	x	x	/	/	/	/	o	o	/	/
Manejo de materiales leñosos	x	x	x	x	o	o	o	o	x	x	x	x
Alimentos para rumiantes	x	x	x	x	/	/	/	/	x	x	x	x
Construcción (fardos de paja)	x	x	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/
Uso Roto cultivador	x	x	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/

Simbología:

X: Alternativa recomendable

O: Alternativa recomendable bajo ciertas condiciones

-: Alternativa no recomendable

/: No aplica

Términos:

A: Chillán

B: Osorno

C: Valdivia

D: Coyhaique

Alternativa recomendable: Utilización de la medida dependiendo del cultivo o tipo de vegetación en relación Costo-Beneficio, las medidas para rastrojos o desechos de cereales son aplicables, dependerá solo del cultivo, ejemplo para fardos de construcción debe ser rastrojos de trigo, alimento de rumiantes los desechos de avena sería más recomendable, para vermicompostaje sería el cultivo de maíz por el alto contenido de materia orgánica.

Alternativa recomendable bajo ciertas condiciones: Utilización de la medida dependiendo del cultivo o tipo de vegetación, ejemplo el material Leñoso para todas las comunas está sujeto al tipo de desecho forestal (proveniente de alguna poda o raleo) en cuanto a la utilización de maquinaria (Trituradora) para realizar compostaje, en fardos de construcción y alimento para rumiantes se debería utilizar una enfardadora bajo ciertas condiciones de terreno, rastrojos provenientes de cereales (Trigo-Avena-Maiz)

Alternativa no recomendable: No se implementa la medida de abatimiento, debido a la composición de rastrojos o desechos agrícolas y tiempo para aplicación de la medida.

No aplica: No es realizable de ningún tipo, cuya alternativa no es viable técnica y económicamente.

4.10 Factibilidad de implementación de medidas de abatimiento según tipo de cultivo.

La aplicabilidad de cada alternativa se analizará de acuerdo a los tipos de cultivos y a la escala productiva de los agricultores de Osorno, Chillan, Valdivia y Coyhaique.

A continuación, se presentan los tipos de desechos de cultivos para las ciudades de Osorno y Chillan.

- **Chillán:** Rastrojos de Maíz y Trigo, Ramas , Vegetación y Otros.
- **Osorno:** Desechos de Eucaliptus, Desechos de Pino, Ramas, Trigo, Vegetación y Otros.
- **Valdivia:** Rastrojos de Trigo, rastrojos de hortalizas, ramas, vegetación, desechos de eucalipto, otros.
- **Coyhaique:** Desechos de podas, rastrojos de cereales, ramas y material leñosos, desechos de eucalipto, desechos de pino y otras especies.

Las alternativas de implementación evaluadas, son válidas de ser aplicadas a los cultivos de las zonas de estudio, principalmente a los cultivos de maíz, trigo, frutas, hortalizas, viñas, rastrojos, ramas, residuos forestales y vegetación. No obstante, para el resto de los cultivos (Otros) también pueden ser aplicados en menor escala, según las necesidades y el objetivo del agricultor.

- **Implementación del Compostaje en pilas estáticas o compostaje pasivo**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor. Para el proceso de compostaje a pequeña escala, no se presentan limitaciones referentes a las condiciones agroclimáticas ni a las de características del suelo, debido a la pequeña cantidad de residuos a tratar. Un requisito fundamental para que un pequeño agricultor pueda aplicar esta alternativa es que disponga de una variedad de materiales orgánicos, compuestos por residuos café (podas, rastrojos de cereales, vegetaciones, ramas) y residuos verdes (guano de diferentes animales, restos de hortalizas, etc.). Si esta condición no se cumple, esta alternativa no es aplicable. Si un agricultor se dedica exclusivamente a un rubro, como por ejemplo, al maicero, el proceso de compostaje en pilas estáticas se puede ver afectado, debido a que la relación C/N no será la adecuada por falta de residuos verdes (aporte de nitrógeno). De esta manera, las condiciones para los microorganismos no serán las óptimas y por ende el proceso no comenzará adecuadamente. Los pequeños agricultores, deberán adicionar materias primas con aporte de nitrógeno para obtener una relación C/N de 30:1.

Si no se dispone de la cantidad de residuos indicada, los agricultores deberán asociarse con productores que posean residuos verdes para el proceso. Otra opción, es comprar los residuos necesarios, o utilizar mezcla de residuos verdes con algún fertilizante nitrogenado como la Urea. Sin embargo, en este caso el pequeño agricultor deberá

costear esta falta de residuos, por lo que se sugiere la implementación de programas de apoyo a los agricultores pequeños y de subsistencia para la adopción de esta alternativa.

La limitación del uso de esta técnica de compostaje en pilas estática viene dada por el volumen de residuos a comportar. De acuerdo a esta observación, sólo algunos pequeños productores podrán adoptar esta alternativa.

Resulta esencial también, disponer de una fuente de agua durante el proceso. Para aquellos pequeños agricultores que no dispongan de esta fuente se recomienda aplicar esta alternativa sólo durante el período otoño-invierno, debido a la disponibilidad de agua de lluvia. Para los pequeños agricultores que dispongan de una fuente de agua, se recomienda aplicar esta alternativa durante todo el año, teniendo en presente una fuente de agua continua.

En cuanto a los costos de implementación y operación, el compostaje en pilas estáticas puede realizarse a diferentes escalas, ya que no se requiere de una gran mecanización puesto que sólo se debe disponer de una manguera, eventualmente de pala y horqueta para el manejo de las pilas y finalizar el proceso con un harnero para separar el material compostado de las fracciones sin compostar. Si el agricultor llegase a disponer de residuo café (restos de podas), se requiere de una chipeadora doméstica de al menos 4 HP, cuyo valor en el mercado alcanza los \$500.000 aproximadamente, valor que sin duda representa un desembolso importante para un pequeño agricultor, motivo por el cual se sugiere al Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, una contribución como Institución al servicio de la Agricultura Familiar.

b. Agricultor Grande – Mediano. Debido a que la cantidad de residuos es mayor en la medida que aumenta el tamaño de los productores agrícolas, es difícil que el proceso de compostaje se realice bajo las condiciones de pilas estáticas, siendo necesario efectuar volteos a las pilas. Por esta razón, no se recomienda la implementación de esta alternativa para este tipo de agricultores.

- **Implementación de Compostaje en pilas de volteo o en hileras**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor. El análisis respecto a la aplicación de esta alternativa es muy similar a lo descrito anteriormente en la ficha de pilas de compostaje con aireación pasiva. Respecto al proceso de compostaje a pequeña escala, no hay limitaciones ni restricciones relacionadas con condiciones agroclimáticas ni a las de características del suelo, puesto que la cantidad de residuos a tratar es muy baja.

Si bien, el compostaje es una buena alternativa de tratamiento de residuos para los distintos tipos de productores en cuanto a cantidad de residuos generados, es esencial que los productores tengan a disposición una variedad de residuos. Esto quiere decir, que un pequeño agricultor debe disponer tanto de materiales cafés (podas, rastrojos de cereales, etc.) Si un agricultor se dedica exclusivamente a este rubro, el proceso de

compostaje en pilas con volteo, se puede ver afectado debido a que la relación C/N no será la adecuada por falta de residuos verdes (aporte de nitrógeno), de esta manera las condiciones para los microorganismos no serán las óptimas y por ende el proceso no comenzará adecuadamente. Los pequeños agricultores deberán adicionar materias primas con aporte de nitrógeno para obtener una relación C/N de 30:1.

Si no se dispone de la cantidad de residuos indicada, los agricultores deberán asociarse con productores que posean residuos verdes para el proceso. Otra opción, es comprar los residuos necesarios, o utilizar mezcla de residuos verdes con algún fertilizante nitrogenado como la Urea. Sin embargo, en este caso el pequeño agricultor deberá costear esta falta de residuos, por lo que se sugiere la implementación de programas de apoyo a los agricultores pequeños y de subsistencia para la adopción de esta alternativa.

En el proceso de compostaje una limitante a considerar es el uso de agua, puesto que las pilas con volteo deben presentar una humedad óptima que permita el desarrollo de microorganismos. Respecto a esta variable, los pequeños productores que pueden presentar una limitante, se les recomienda aplicar esta alternativa sólo durante el período otoño-invierno, debido a la disponibilidad de agua de lluvia. En cuanto a los costos de implementación y operación, el compostaje en pilas con volteo, puede realizarse a diferentes escalas como se mencionó anteriormente, ya que no se requiere de una gran mecanización puesto que sólo se debe disponer de una carretilla, pala y horqueta para el volteo de las pilas (baja producción de residuos) y un manguera para el riego de las pilas. Y en el proceso final se debe disponer de un harnero (puede construirse artesanalmente) para separar el material compostado de las fracciones sin compostar.

Si el agricultor llegase a disponer de residuo café (restos de podas), se requiere de una chipeadora doméstica de al menos 4 HP, cuyo valor en el mercado alcanza los \$500.000 aproximadamente, valor que sin duda representa un desembolso importante para un pequeño agricultor, motivo por el cual se sugiere al Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, que como institución al servicio de la Agricultura Familiar Campesina apoye financieramente a través de sus programas concursables proyectos tanto individuales (pequeños agricultores) como asociativos (agricultores de subsistencia) en donde se efectúen este tipo de práctica.

El compostaje con pilas con volteo, se presenta como una alternativa aplicable tanto para productores subsistencia como para pequeños productores, dedicados al cultivo del maíz, frutas y viñas. Sin embargo, se deben considerar las limitaciones mencionadas respecto de la relación C/N.

b. Agricultor mediano: Respecto a los medianos agricultores estos pueden desarrollar, sin mayores limitantes la alternativa de pilas con volteo. Solo se debe considerar para la implementación de esta alternativa un porcentaje de la superficie del predio u otra zona, que sea utilizable como área de compostaje de manera de que el material a compostar no se mezcle con los cultivos. Los medianos agricultores debido a la cantidad de residuos a

generar, presentaran una mayor escala de tratamiento de residuos a través del proceso de compostaje. No obstante, al incremento de residuos no hay limitantes relacionadas con condiciones agroclimáticas ni respecto a las de características del suelo. Respecto a los residuos producidos, los medianos productores presentaran mayoritariamente residuos cafés (aporte de carbono).

En cuanto a los costos de implementación y operación, el compostaje en pilas con volteo, puede realizarse a diferentes escalas como se mencionó anteriormente, ya que no se requiere de una gran mecanización. Si se desea aplicar a mayor escala se debe considerar un cargador frontal o volteadora que permita mezclar y voltear las pilas. Si se decide realizar el proceso a menor escala solo debe contar con una carretilla, pala y horqueta para el volteo y se debe disponer en cualquier caso de una manguera para riego y un harnero para el tamizaje del material compostado. Si el agricultor presenta residuos cafés (restos de podas), se requiere de una chipeadora doméstica de al menos 4 HP, cuyo valor en el mercado alcanza los \$500.000 aproximadamente, o el arriendo de ésta. Si el mediano productor puede incurrir en estos gastos podrá realizar el proceso de compostaje u obtener un acondicionador de suelos que podrá aplicar en su predio, o bien podrá comercializarlo si realiza un buen producto que cumpla con la normativa de compost.

c. Agricultor grande Los grandes agricultores no presentan limitante alguna en la aplicación de esta alternativa. Solo deben disponer de un porcentaje de área del predio para poder establecer una zona de compostaje. El proceso de compostaje para los grandes productores puede implementarse para obtener un mejorador de suelo para su propio predio o bien, se puede implementar una planta de compostaje que pueda convertirse en una oportunidad de negocio, tratando sus propios residuos y recolectando residuos de predios colindantes.

- **Implementación de Compostaje en Biodigestores**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor Para la producción de biogas a pequeña escala, no se presentan limitaciones referentes a las condiciones de suelo, debido a la pequeña cantidad de residuos a tratar. Un requisito fundamental para que un pequeño agricultor, pueda aplicar esta alternativa debe disponer de agua y material de origen animal como estiércol de bovino, cerdo, etc., como aporte de nitrógeno. También pueden aportar nitrógeno, restos de hortalizas, por ejemplo. Si esta condición no se cumple, esta alternativa no es aplicable. Ya que no existirá un balance de nutrientes para los microorganismos en el interior del digestor y no se producirá biogas.

El amplio rango de los residuos que se generan por pequeños agricultores, determina una restricción de la continuidad de la generación de biogas por el volumen de residuos. Por lo que algunos pequeños productores podrán adoptar esta alternativa. Para aquellos pequeños maiceros, la continuidad y producción de biogas se verá restringida por la falta

de disponibilidad de agua durante la estación seca y las bajas temperaturas durante el período otoño-invierno, debido a las bajas temperaturas

En cuanto a los costos de implementación y operación, la producción de biogas puede realizarse a pequeña escala, puesto que sólo se debe disponer de contenedores de PVC, cámara de neumático, conexiones de PVC y algunos implementos de bajo costo. Por lo tanto la producción de biogas resulta ser una alternativa recomendable tanto para agricultores de subsistencia como para pequeños agricultores dedicados al cultivo del maíz, con las limitaciones mencionadas respecto de la relación C/N o balance de nutrientes.

b. Agricultor mediano La cantidad de residuos es mayor en la medida que aumenta el tamaño de los productores agrícolas y, por lo tanto las dimensiones del digester requerido también aumentarán. Esta alternativa será recomendable en la medida que el agricultor cuente con la disponibilidad de agua y residuos de origen animal mencionados anteriormente para el funcionamiento del digester. Pero al aumentar las dimensiones de éste, también cambian los materiales de construcción y en general existe aumento de los costos. Respecto a las comunas se mantiene la recomendación realizada para los pequeños productores.

c. Agricultor grande Al igual que en el caso de medianos productores, la limitante para la aplicación de esta alternativa es la disponibilidad de agua durante todo el año, residuos animales y la posibilidad de afectar la continuidad de la producción de biogas por las bajas temperaturas durante el periodo de invierno, no obstante este último factor puede mejorarse con el mantenimiento de la temperatura del digester entre 20-30°C utilizando parte del biogas generado, lo cual produce un aumento de costos de operación y de implementación. Respecto a las comunas se mantiene la recomendación realizada para los pequeños y medianos productores.

- **Lombricultura y Vermicompostaje**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor Para los agricultores de subsistencia y pequeños agricultores, independiente al rubro que se dedique, lo importante para definir si esta es una adecuada alternativa a aplicar es la cantidad de residuo y la heterogeneidad de los mismos. Respecto a lo señalado anteriormente, los agricultores de subsistencia y pequeños agricultores deben disponer de materiales café y verdes (como se ha mencionado en las fichas de compostaje), para poder llevar a cabo esta alternativa. Si no disponen de dicho material, se debe conseguir y una buena alternativa referente a este aspecto es la unión entre vecinos de predios cercanos que puedan juntar material y hacer lechos de lombricultura comunitarios.

Esto también, podrá disminuir los costos referentes a la construcción de los lechos y a la adquisición de las lombrices que son esenciales en esta alternativa. Si los agricultores de

subsistencia y pequeños agricultores deciden llevar a cabo este tratamiento sin unirse a otros productores y hacerlo de manera independiente, se recomienda que se desarrollen instrumentos de subsidio para la compra de materiales para la construcción de lechos (madera o ladrillo), para adquirir las lombrices californianas y una chipeadora para residuos como restos de podas.

b. Agricultor mediano Los medianos agricultores pueden desarrollar sin mayores limitantes el tratamiento de vermicompostaje, pues independiente del rubro al que se dediquen, los residuos que se obtiene pueden tratarse y solo deben considerar agregar residuos verdes que permitan mejorar la relación C/N. El agua es una limitante que se debe considerar al igual que en los tratamientos de compostaje. Los factores agroclimáticos y las condiciones del suelo no limitan el proceso. Si los medianos productores desean incorporar esta alternativa como tratamiento a sus desechos, deben considerar la inversión de lechos para las lombrices (donde se dispondrá de los residuos), de lombrices californianas y de una chipeadora para los posibles residuos de podas.

c. Agricultor grande Los grandes agricultores pueden desarrollar sin mayores limitantes el tratamiento de vermicompostaje, pues independiente del rubro al que se dediquen, los residuos que se obtiene pueden tratarse y solo deben considerar agregar residuos verdes que permitan mejorar la relación C/N. El agua es una limitante que se debe considerar al igual que en los tratamientos de compostaje. Los factores agroclimáticos y las condiciones del suelo no limitan el proceso.

- **Implementación de Labranza cero**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor El cultivo de cereales bajo cero labranza constituye un cambio drástico en las prácticas de cultivo, razón que complicaría su adopción por parte de pequeños agricultores y de subsistencia, en particular a aquellos muy apegados a las prácticas tradicionales. Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa es altamente aconsejable, considerando la predominancia de suelos con pendientes, los que son muy susceptibles a erosión. No obstante lo anterior, la cero labranza generalmente se práctica en cultivos de invierno en secano.

En el caso del maíz, y el trigo el cultivo bajo cero labranza logra buenos resultados bajo condiciones de riego, no recomendándose para maíz en secano. La implementación de la cero labranza por parte de pequeños agricultores y de subsistencia presenta una dificultad importante desde el punto de vista de la mecanización. Estos agricultores deberán arrendar la sembradora especializada o adquirir implementos de tracción animal. Por esta razón, su adopción podría llevarse a cabo en condiciones de asociación de productores que adquieran la sembradora cero labranza. Otra opción interesante de considerar es el apoyo por parte de INDAP para la adquisición de implementos de tracción animal.

En Chile, estos implementos han sido desarrollados por profesionales del centro Quilmapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en conjunto con la

Universidad de Concepción y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Por lo tanto, la labranza cero, con sus distintos tipos de manejo de rastrojos, es recomendable para pequeños agricultores en el caso de superar los problemas de disponibilidad de arriendo y maquinaria.

b. Agricultor mediano Desde el punto de vista técnico, la cero labranza es recomendable para el monocultivo de maíz bajo riego, para los distintos niveles de agricultor. Para el caso de un productor mediano de maíz, la adopción de esta alternativa es truncada nuevamente por la escasa disponibilidad de arriendo de sembradora cero labranza en la zona. Frente a esta dificultad, deberá adquirir dicha sembradora, la cual posee un costo de \$15.000.000 a \$20.000.000 aproximadamente. Por lo tanto la cero labranza, con sus distintos tipos de manejo de rastrojos, es recomendable para medianos agricultores en el caso de adquirir la sembradora necesaria.

c. Agricultor grande La cero labranza para un gran productor presenta grandes ventajas en comparación con la labranza tradicional. Esto debido a la oportunidad de siembra que es mayor en el caso de la cero labranza. Considerando este punto de vista se recomienda esta alternativa para grandes productores maiceros.

- **Implementación Manejo de materiales leñosos en terreno aptos para cultivos**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor La limpia del terreno varía principalmente por el tipo de vegetación presente en el terreno restos de cultivos, ramas troncos y pajas. Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa es altamente aconsejable, los residuos de podas de frutales como el manzano y el ciruelo pueden utilizadas por lo mismo agricultores o vendida como leña por su alto poder calorífico.

La implementación de esta alternativa por parte de pequeños agricultores y de subsistencia, tiene 2 métodos usados el roce manual y el mecanizado en el roce manual las herramientas más utilizadas son: rozón, hacha, desbrozadora, azadón y motosierra. Por otro lado el roce mecánico presenta una dificultad importante desde el punto de vista de la mecanización. Estos agricultores deberán arrendar maquinarias como la trituradora o chipeadora o maquinaria adecuada para la conversión de los materiales leñosos permitiendo disminuir el tamaño del material y a la vez permiten su desintegración. En otras ocasiones, los residuos triturados son transportados a centros de acopio y son utilizados para la obtención de otros productos y combustibles (compost, pellets y briquetas, entre otros) o para combustión directa y generación de energía. Por esta razón, su adopción podría llevarse a cabo en condiciones de asociación de productores que adquieran la maquinaria especializada

b. Agricultor mediano Desde el punto de vista técnico, el manejo de materiales leñosos es recomendable para el tipo de vegetación presente en el terreno, restos de cultivos, ramas troncos y pajas. Los restos de materiales leñosos pueden ser triturados y convertidos en

astillas y aserrín. La producción de astillas se presenta como una alternativa de uso para los residuos leñosos, producto tanto del manejo de frutales, como de la cosecha de plantaciones forestales, las astillas tienen variados usos, dentro de los cuales destacan la obtención de pulpa mecánica para la fabricación de papel e insumo para la obtención de energía de grandes empresas e industrias, también pueden ser distribuidas en el terreno en forma homogénea, para incorporar la materia orgánica al suelo con procesos de descomposición y fermentación más rápidos, que dejando las ramas y troncos enteros. Mientras que el aserrín es usado como combustible y en la fabricación de tableros, briquetas y bloques.

En el caso de un productor mediano, la adopción de esta alternativa es truncada nuevamente por la escasa disponibilidad de arriendo de maquinaria especializada en la zona. Frente a esta dificultad, deberá adquirir la chipeadora o trituradora y un tractor, la cual posee un costo de \$13.500.000 y \$8.000.000 aproximadamente. Si no pudiese costear estos egresos, el estado con políticas de desarrollo agrícola deberá probablemente, subsidiar la compra de maquinarias que permitan adoptar esta práctica, la cual permite obtener un producto aplicable como mejorador de suelos y a la vez, puede ser comercializable y de esta manera, las quemas de residuos orgánicos disminuirían. De acuerdo al análisis desarrollado, el manejo de materiales leñosos en terrenos aptos para el cultivo, se presenta como una alternativa aplicable para los medianos productores. Se recomienda que los mismos, sean capacitados en las técnicas y manejo de conversión de materiales leñosos, con el fin de obtener un producto adecuado para su uso o comercialización; en el caso que estos agricultores decidan vender este producto (aserrín, astillas).

c. Agricultor grande Debido a que la cantidad de residuos es mayor, en la medida que aumenta el tamaño de productores agrícolas, el manejo de materiales leñosos para un gran productor presenta grandes ventajas, la conversión de los residuos forestales y agrícolas permite la reducción de tamaño de los materiales leñosos, por lo cual su almacenamiento presenta un menor costo para estos agricultores. A la vez, estos residuos tienen un valor agregado ya que si se dejan las astillas o aserrín en el terreno, tendrá una mayor productividad, retornando el nitrógeno de la atmósfera al suelo y aumentando la actividad biológica de la microfauna del suelo. Además, aplicado en el suelo retiene la humedad, permite el paso del aire y controla la erosión. Otro valor agregado de este residuo es la venta de astillas o aserrín a empresas consumidoras de este biocombustible, ya que es un residuo apto para ser utilizado en cadenas productivas de actividades industriales. Por esta razón, no se recomienda la implementación de esta alternativa para este tipo de agricultores.

- **Implementación obtención de alimentos para rumiantes**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor Los cultivos de cereales, leguminosas de grano, los desechos de los cultivos hortícolas y los residuos hortofrutícolas frescos van a generar como residuos una gran cantidad de paja, porciones de hojas, tallos

inflorescencia, fruto, tubérculos y residuos provenientes de la poda de frutales compuesto por hoja ramas y frutos, lo que hace que varíe el valor nutritivo de estos residuos. A nivel de pequeño y mediano productor de ganado, las pajas siguen siendo un recurso importante para la alimentación de sus animales, sobretodo en períodos de alteraciones climáticas, como las sequías estivales.

La implementación de esta alternativa por parte de pequeños agricultores y de subsistencia, es recomendable cosechar los residuos de los diferentes cultivos ya sea a mano o con maquinaria especializada. En el primer caso, se deben cosechar los residuos con instrumentos como la Guayana, el rozón, rastrillos y apilar estos residuos, los cuales se deben proteger de la lluvia y el viento. Se necesita un contenedor o una zanja para almacenar la hierba. Se cava un hoyo de dos metros de profundidad por 1,5 a 2 m de ancho y se cubre el fondo con piedras. Se corta la hierba y se llena con ella el hoyo (silo), apisonándola con los pies. Posteriormente, se debe tapar con una lámina de plástico o con piedras y una cubierta de tierra, para evitar la entrada de agua y aire. Se deja así varios meses, hasta el periodo otoñal o invernal, antes de utilizarlo. Los residuos pueden conservarse en un silo o ser enfardada. El enfardado manual en esencia, se compone de un simple cajón dentro del cual se forma el fardo, mediante cargas sucesivas de forraje se acciona un palanca que mueve un émbolo de madera, el cual comprime el forraje hasta darle forma tradicional de un bloque. Otra forma de implementar esta alternativa, es de forma mecanizada con chopper o máquina enfardadora, esta alternativa presenta una dificultad importante, debido a que los agricultores deberán arrendar una maquinaria especializada como es una Crop chopper, rastrillo de arrastre, un tractor con un costo aproximado de arriendo de maquinarias de \$450.000 por cada maquinaria adquirida. Por lo que una opción interesante de considerar es el apoyo por parte de INDAP para la adquisición de maquinaria especializada. Por lo tanto, esta alternativa es recomendable para pequeños agricultores, en el caso de superar los problemas de disponibilidad de arriendo y maquinaria.

b. Agricultor mediano Desde el punto de vista técnico, la obtención de alimento para ruminantes es recomendable para todo tipo de cultivo agrícola. La paja que generan los cultivos provenientes de los cereales, presentan bajo valor nutritivo, pues poseen un bajo contenido de proteína. Los residuos de las hortalizas exhiben excelentes características nutritivas, pudiéndose comparar con cualquier forraje de buena calidad. Por ello, es recomendable mezclar este tipo de cultivo agrícola ya que los principales residuos de los frutales lo constituyen ramas de poda y sarmientos. En cuanto a su aprovechamiento, en general, una pequeña cantidad es utilizada como leña por los propios inquilinos, o vendida por su alto poder calorífico. Para el caso de un productor mediano, la adopción de esta alternativa es truncada nuevamente por la escasa disponibilidad de arriendo de maquinaria especializada. Frente a esta dificultad, deberá adquirir un tractor agrícola, una Crop chooper y una enfardadora la cual poseen un costo de \$8.000.000, \$17.500.000 y \$6.000.000 aproximadamente. Si no pudiese costear estos egresos, el Estado con políticas de desarrollo agrícola debería subsidiar la compra de maquinarias, que permitan adoptar esta práctica donde se puede obtener un producto comercializable y de esta manera, las

quemados de residuos orgánicos disminuirían. De acuerdo al análisis desarrollado, la obtención de alimentos para rumiantes, se presenta como una alternativa aplicable para los medianos productores.

c. Agricultor grande La obtención de alimentos para rumiantes, no es recomendada para este tipo de agricultores debido a la gran cantidad de residuos que estos producen implicaría un gran cantidad de silos o fardos, los cuales se guardan en galpones esperando ser utilizados o vendidos. Por ello, se necesitarán varios galpones de almacenaje, lo que encarece esta opción. Otro factor a considerar, es el transporte de estos fardos al lugar de donde lo soliciten. Esta alternativa sería viable para este tipo de agricultores si existiera un convenio con la industria ganadera. Por esta razón, no se recomienda la implementación de esta alternativa para este tipo de agricultores.

- **Implementación Construcción de casa con fardos de paja**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor En muchas partes del mundo, incluyendo Chile, los residuos del cultivo de cereales, se enfarda y se guarda en galpones, esperando ser vendidos. Tienen diferentes usos, como darlo en alimentación a animales (como se mencionó anteriormente) o para la fabricación de bloques de adobe. Sin embargo, el fardo de paja puede tener una mejor utilidad, brindando la posibilidad de construir una vivienda con este material de desecho. Las cantidades de pajas que se generan en los distintos cultivos varían según la especie, variedad y tipo de cultivo. Los tipos y tamaños de los fardos, dependen de las características de la maquinaria que se utilice para su elaboración, de esto dependerá el peso, largo, ancho y alto. Por otro lado, se debe tener la precaución de escoger fardos de buena calidad, que tengan un contenido de humedad mínimo, tallos fuerte y flexibles, bien compactos, buena densidad, escoger fardos de paja que tengan una densidad óptima (mínimo 90kg/m³).

Como una forma de mejorar la calidad de las viviendas del sector rural, es que se propone como una alternativa, la construcción con fardos de paja, recurso presente en las zonas de estudio. Por otro lado, si se contempla la construcción de una vivienda con muros de fardos, para un metro cuadrado de muro se necesitan 3 fardos de paja, considerando para este cálculo, un fardo dimensionado de 36x46x100 cm. Entonces, en el supuesto de que la vivienda posea 75 m² constructivos, se necesitan 225 para la construcción. La técnica de construcción es sencilla y adaptable a diferentes requerimientos y materiales. La construcción comunitaria facilita el desarrollo de proyectos sostenibles. Los fardos se utilizan como bloques y se unen entre sí, se amarran firmemente a los cimientos y se recubren con barro, cal o cemento. Tienen capacidades de resistencia estructural y sísmica. Son resistentes al fuego (los fardos de paja, estando firmemente compactadas y recubiertas, no admiten suficiente aire para permitir la combustión). Tomando en consideración que Chile es un país que presenta una de las mayores tasas de actividad sísmica, es que se propone como solución la construcción con fardos como relleno para muros.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa es altamente aconsejable, considerando la predominancia de cultivos de cereales en las zonas de estudios. La implementación de esta alternativa por parte de pequeños agricultores y de subsistencia puede realizarse en forma manual o forma mecanizada. Si decidieran realizar la implementación en forma manual, necesitaran diversos equipos para cortar y enfardar la paja, que hacen una labor con diferentes grados de eficiencia y rendimiento, el equipo de siega o corte se utiliza la guadaña o la barra segadora con tracción animal, equipo de corte se utiliza la horqueta o el rastrillo de golpe con tracción animal y equipos enfardadores. Puede utilizarse una enfardadora manual; en esencia se compone de un simple cajón, dentro del cual se forma el fardo, mediante cargas sucesivas de forraje que se introduce por una abertura superior. Una palanca accionada manualmente por dos o tres hombres, que mueve un émbolo de madera, comprime el pasto seco hasta darle forma tradicional de un bloque. Su rendimiento diario oscila entre 50 a 60 fardos, lo que quiere decir que una hectárea, puede terminarse en alrededor de tres días. Por su bajo rendimiento, se presta para pequeñas explotaciones. Esta enfardadora es muy económica.

Si los pequeños agricultores decidieran implementar esta alternativa en forma mecanizada, presenta una dificultad importante ya que estos agricultores deberán arrendar la enfardadora o adquirir implementos de tracción animal. Otra limitante a esta alternativa, sería el almacenamiento de los fardos. Por esta razón, su adopción podría llevarse a cabo en condiciones de asociación de productores que adquieran la maquinaria especializada. Otra opción interesante de considerar es el apoyo por parte de INDAP para la adquisición de maquinaria o de implementos de tracción animal.

b. Agricultor mediano Desde el punto de vista técnico, la construcción de casa con fardos de paja es recomendable para los cultivos de cereales como maíz y trigo, la gran cantidad de paja que generan los cultivos de los cereales puede ser utilizada para esta alternativa. Para el caso de un productor mediano, la implementación de esta alternativa puede ser de forma manual o de forma mecánica. Si es implementada de forma manual, se puede utilizar la enfardadora accionada por malacate, sin ser muy diferente al tipo manual, resulta un modelo perfeccionado, ya que el esfuerzo que debe gastarse para formar los fardos lo hace un malacate accionado por un caballo, un émbolo comprime rítmicamente el pasto que se introduce al cajón. En este caso, se podría realizar mediante el movimiento rotatorio de un brazo de palanca que tira un caballo haciendo círculos. Trabajando continuamente es capaz de hacer entre 150 a 200 fardos en un día. Su mayor rendimiento permite que esta máquina sea aconsejable para enfardar superficies bastante superiores. Otra opción, es en uso de maquinaria más especializada en la que se encuentran máquinas de diferentes modelos y rendimientos como son la enfardadora estacionaria, enfardadoras semiautomáticas, enfardadoras automáticas; la adopción de esta alternativa es truncada nuevamente por el arriendo o la compra de maquinaria especializada. Frente a esta dificultad, deberá adquirir un tractor agrícola y una enfardadora, las cuales poseen un costo de \$8.000.000, \$6.000.000 aproximadamente. Si no pudiese costear estos egresos, el Estado con políticas de desarrollo agrícola deberá subsidiar la compra de maquinarias que permitan adoptar esta práctica, donde se puede obtener un producto

comercializable y de esta manera, las quemas de residuos orgánicos disminuirían. De acuerdo al análisis desarrollado, la construcción de casas con fardos de paja, se presenta como una alternativa aplicable para los medianos productores.

Se recomienda que los medianos productores sean capacitados tanto en las técnicas y manejo de los residuos agrícolas y forestales, con el fin de obtener un adecuado alimento para rumiantes con los nutrientes y necesidades adecuadas para cada animal y a su vez, capacitarlos en el proceso de comercialización, en el caso que estos agricultores decidan vender este producto.

c. Agricultor grande La construcción de casa con fardos de paja no es recomendada para este tipo de agricultores debido a la gran cantidad de residuos que estos producen, lo cual produciría un gran cantidad de fardos, los cuales se guardan en galpones esperando para ser utilizados o vendidos, por lo que se necesitarían varios galpones de almacenaje, lo que encarece esta opción. Otro factor a considerar, es el transporte de estos fardos al lugar de donde lo soliciten. Esta alternativa, sería viable para este tipo de agricultores si existiera un convenio con alguna constructora, el SERVIU o algún municipio que se interese en implementar esta alternativa. Por esta razón, no se recomienda la implementación de esta alternativa para este tipo de agricultor.

- **Implementación alternativa Roto cultivador**

a. Agricultor de subsistencia y pequeño agricultor En muchas partes del mundo, incluyendo Chile, los residuos de los cultivos son quemados, especialmente los residuos de cultivos de cereales. Es por esta razón que se propone como alternativa a la quema, el uso del Roto cultivador, esta maquinaria incorpora al suelo los rastros o desechos de los cultivos principalmente el del trigo, el roto cultivador rompe terrones, labra y mezcla terrenos, abonos y otros materiales, con el fin de dar un grado de mullimiento adecuado a la cama de siembra. Existen diferentes modelos y tamaños, sus principales variantes son la anchura de trabajo, diámetro del rotor, número de azadas por metro, enganche y masa. Como una forma de eliminar la compactación del suelo y mejorar la preparación de este, se propone el roto cultivador como una alternativa al uso de quema.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa es altamente aconsejable, considerando la predominancia de cultivos de cereales en las zonas de estudios. La implementación de esta alternativa por parte de pequeños agricultores y de subsistencia, puede realizarse en forma mecanizada presentando una dificultad importante ya que estos agricultores deberán arrendar o comprar el roto cultivador. En el mercado existen diferentes tipos y modelos de esta maquinaria, el roto cultivador pequeño con una anchura de trabajo de 0,8 metros tiene un valor en el mercado de \$418.000 esta maquinaria puede ser adquirida a través de sitios web en China. Una opción interesante de considerar es el apoyo por parte de INDAP para la adquisición de esta maquinaria.

b. Agricultor mediano Desde el punto de vista técnico, la labranza del suelo con el roto cultivador es recomendable para los cultivos de cereales como maíz y trigo, la gran cantidad de paja que generan los cultivos de los cereales puede ser utilizada para esta alternativa. Para el caso de un productor mediano, la implementación de esta alternativa es de forma mecanizada, con maquinaria más especializada en la que se encuentran máquinas de diferentes modelos y rendimientos, para la implementación deberán adquirir un tractor agrícola y un roto cultivador con una anchura de trabajo de 1,9 metros aproximadamente, las cuales poseen un costo de \$8.000.000 y \$1.800.000 aproximadamente. Si no pudiese costear estos egresos, el Estado con políticas de desarrollo agrícola deberá subsidiar la compra de maquinarias que permitan adoptar esta práctica. De esta manera, las quemas de residuos orgánicos disminuirían. De acuerdo al análisis desarrollado el uso de roto cultivador, se presenta como una alternativa aplicable para los medianos productores.

c. Agricultor grande El uso del roto cultivador es recomendable para este tipo de agricultores debido a la gran cantidad de residuos que estos producen, estos residuos pueden ser incorporados al suelo y preparar el terreno para la próxima siembra. El costo de adquisición del roto cultivador será aproximadamente de \$3.180.000.

4.11 Determinar costos de inversión, operación y mantención de medidas para la reducción de emisiones asociados a quemas agrícolas.

La evaluación económica consistió en la realización de flujos de egresos proyectados, los que fueron considerados desde el presente (2013) y hasta el año 2025. Para ello, se analizó desde el periodo “0”, el cual representa la puesta en marcha de cada una de las alternativas y hasta el año 12 de ejecución del mismo; con el cálculo del VAC (valor actual de costos), el cual nos permitirá comparar las diferentes alternativas propuestas.

Alternativas a Evaluar:

- Compostaje pilas estáticas CPE
- CPE aireadas pasivamente
- CPE aireadas forzadamente
- CP de volteos o hileras
- Biodigestor
- Vermi compostaje
- Cero labranza
- Manejo de materiales leñosos (Conversión en astillas, aserrín)
- Obtención de alimentos para rumiantes
- Construcción de casa con fardos de paja
- Uso de Roto cultivador

Cada una de ellas, serán evaluadas en tres categorías:

- Pequeño productor
- Mediano productor
- Gran productor

Principales antecedentes y supuestos a utilizar, para las diferentes alternativas:

- Para la determinación del tamaño del productor, se ha utilizado la clasificación por hectáreas que utiliza Indap. Los cálculos fueron realizados, considerando las hectáreas promedio que podría tener cada alternativa. En donde, para un pequeño productor se trabajó con 12 hectáreas, para un mediano con 150 hectáreas y un gran productor, con 300 hectáreas.
- Los precios de mercado crecerán de acuerdo a las proyecciones de Inflación (IPC) que estima el Banco Central para nuestro país.
- La tasa de descuento social se mantendrá en un 6% anual.
- Los costos unitarios calculados, se realizaron en base al promedio de hectáreas por categoría (12 para pequeños, 150 para mediano y 300 para grandes).
- El cálculo de inversiones y costos para cada una de las alternativas, muestra todos los implementos, máquinas, herramientas y equipos necesarios; suponiendo que el productor no cuenta con alguno de ellos. Por lo tanto, representaría el peor de los

escenarios para cada una de ellos, es decir, aquellos productores que cuenten con algunos requerimientos, sus costos disminuirán considerablemente; lo cual será particular para cada productor.

- El período de evaluación para todas las alternativas es de 12 años.
- Los cálculos realizados fueron considerando, rotación anual de cultivos.

4.11.1 Pequeño Productor

Para los cálculos de cada una de las alternativas propuestas, fueron utilizadas 12 hectáreas. Con dicha cantidad, fueron obtenidos los diferentes costos y egresos; necesarios para implementar cada una de las alternativas señaladas. Considerando entre otros, los egresos en infraestructura, mano de obra, maquinarias, etc. Como también, el cálculo de costos unitarios (por hectárea).

Para esta categoría, la mejor alternativa (desde la perspectiva netamente económica) es el Rotocultivador en el caso de cultivos y el manejo de material leñoso en ámbito forestal y de residuos arbóreos.

A continuación, se muestra el flujo anual de la alternativa Rotocultivador, sus Valores Actuales (VA) y el Valor Actual de Costos (VAC), actualizados de acuerdo a la tasa de descuento social recomendada por el Ministerio de Planificación (6%).

Tabla 36: Valor Actual (VA) y Valor Actual de Costos (VAC) anual, para Rotocultivador – Pequeño Productor.

Año	Flujo de egresos	Tasa de descuento	Valor Actualizado	Valor actualizado por hectárea
0	\$ 1.655.930	6%	\$ 1.655.930	\$ 137.994
1	\$ 596.234	6%	\$ 632.008	\$ 52.667
2	\$ 614.121	6%	\$ 690.026	\$ 57.502
3	\$ 632.545	6%	\$ 753.371	\$ 62.781
4	\$ 651.521	6%	\$ 822.530	\$ 68.544
5	\$ 671.067	6%	\$ 927.586	\$ 77.299
6	\$ 691.199	6%	\$ 980.478	\$ 81.707
7	\$ 2.677.273	6%	\$ 4.025.629	\$ 335.469
8	\$ 733.293	6%	\$ 1.168.757	\$ 97.396
9	\$ 755.291	6%	\$ 1.276.049	\$ 106.337
10	\$ 777.950	6%	\$ 1.393.190	\$ 116.099
11	\$ 801.289	6%	\$ 1.521.085	\$ 126.757
12	\$ 825.327	6%	\$ 1.660.721	\$ 138.393
VAC			\$ 17.507.360	\$ 1.458.947

Fuente: Elaboración Propia

El detalle de cada uno de los flujos de egresos anuales y su actualización, se encuentran en los Anexos FLUJOS DE EGRESOS (para cada alternativa en un pequeño productor).

Para cada alternativa, se podrán observar:

Antecedentes; donde se incorporan los principales elementos que fueron considerados, para el cálculo de cada uno de los egresos requeridos por un pequeño productor y para cada una de las alternativas evaluadas, desde la puesta en marcha (periodo 0) hasta el año 2025.

Flujo de egresos; permite conocer anualmente, cada una de las fuentes de egresos que tendrá cada alternativa, para un pequeño productor. Además, del cálculo de costos unitarios (por hectáreas).

Detalle de Inversiones y Costos; Se entrega el detalle de cada uno de los egresos que permitió construir el flujo de egreso anual.

VAC; en esta página, se puede observar el cálculo del valor actual (VA) para cada año y el valor actual de costos total (VAC) para todo el periodo evaluado.

4.11.2 Mediano Productor.

Para los cálculos de cada una de las alternativas propuestas, fueron utilizadas 150 hectáreas como promedio para esta categoría. Con dicha cantidad, fueron obtenidos los diferentes costos y egresos; necesarios para implementar cada una de las alternativas señaladas. Considerando entre otros, los egresos en infraestructura, mano de obra, maquinarias, etc. Como también, para el cálculo de costos unitarios (por hectárea).

Para esta categoría, la mejor alternativa es el Rotocultivador en el caso de cultivos y el manejo de material leñoso en el ámbito forestal y en restos de podas en árboles. A continuación, se muestra el flujo anual del rotocultivador, sus Valores Actuales (VA) y el Valor Actual de Costos (VAC), actualizados de acuerdo a la tasa de descuento social recomendada por el Ministerio de Planificación (6%).

Tabla 37: Valor Actual (VA) y Valor Actual de Costos (VAC) anual, para Rotocultivador – Mediano Productor.

Año	Flujo de egresos	Tasa de descuento	Valor Actualizado	Valor actualizado por hectárea
0	\$ 12.497.930	6%	\$ 12.497.930	\$ 83.320
1	\$ 3.077.930	6%	\$ 3.262.606	\$ 21.751
2	\$ 3.170.268	6%	\$ 3.562.113	\$ 23.747
3	\$ 3.265.376	6%	\$ 3.889.115	\$ 25.927
4	\$ 3.363.337	6%	\$ 4.246.136	\$ 28.308
5	\$ 3.464.237	6%	\$ 4.788.462	\$ 31.923
6	\$ 3.568.164	6%	\$ 5.061.509	\$ 33.743
7	\$ 17.425.199	6%	\$ 26.201.057	\$ 174.674
8	\$ 3.785.466	6%	\$ 6.033.457	\$ 40.223

9	\$ 3.899.030	6%	\$ 6.587.329	\$ 43.916
10	\$ 4.016.001	6%	\$ 7.192.045	\$ 47.947
11	\$ 4.136.481	6%	\$ 7.852.275	\$ 52.349
12	\$ 4.260.575	6%	\$ 8.573.114	\$ 57.154
VAC			\$ 99.747.148	\$ 664.981

Fuente: Elaboración Propia

El detalle de cada uno de los flujos de egresos anuales y su actualización, se encuentran en los Anexos FLUJOS DE EGRESOS (para cada alternativa en un mediano productor).

Para cada alternativa, se podrán observar:

Antecedentes; donde se incorporan los principales elementos que fueron considerados, para el cálculo de cada uno de los egresos requeridos por un mediano productor y para cada una de las alternativas evaluadas, desde la puesta en marcha (periodo 0) hasta el año 2025.

Flujo de egresos; permite conocer anualmente, cada una de las fuentes de egresos que tendrá cada alternativa, para un mediano productor. Además, del cálculo de costos unitarios (por hectáreas).

Detalle de Inversiones y Costos; Se entrega el detalle de cada uno de los egresos que permitió construir el flujo de egreso anual.

VAC; en esta página, se puede observar el cálculo del valor actual (VA) para cada año y el valor actual de costos total (VAC) para todo el periodo evaluado.

4.11.3 Gran Productor

Para los cálculos de cada una de las alternativas propuestas, fueron utilizadas 300 hectáreas como promedio para esta categoría. Con dicha cantidad, fueron obtenidos los diferentes costos y egresos; necesarios para implementar cada una de las alternativas señaladas. Considerando entre otros, los egresos en infraestructura, mano de obra, maquinarias, etc. Como también, para el cálculo de costos unitarios (por hectárea).

Para esta categoría, la alternativa que requiere menor inversión inicial es el Rotocultivador y el manejo de material leñoso la que cuentan con menor VAC. Sin embargo, ambas medidas no se aplican para un mismo tipo de productor ya que el Rotocultivador, puede ser utilizadas para productores netamente agrícolas y el manejo del material leñoso para forestal y especies arbóreas. A continuación, se muestra el flujo anual del rotocultivador, sus Valores Actuales (VA) y el Valor Actual de Costos (VAC), actualizados de acuerdo a la tasa de descuento social recomendada por el Ministerio de Planificación (6%).

Tabla 38: Valor Actual (VA) y Valor Actual de Costos (VAC) anual, para Rotocultivador – Gran Productor.

Año	Flujo de egresos	Tasa de descuento	Valor Actualizado	Valor actualizado por hectárea
0	\$ 13.757.930	6%	\$ 13.757.930	\$ 45.860
1	\$ 6.120.330	6%	\$ 6.487.550	\$ 21.625
2	\$ 6.303.940	6%	\$ 7.083.107	\$ 23.610
3	\$ 6.493.058	6%	\$ 7.733.336	\$ 25.778
4	\$ 6.687.850	6%	\$ 8.443.256	\$ 28.144
5	\$ 6.888.485	6%	\$ 9.521.649	\$ 31.739
6	\$ 7.095.140	6%	\$ 10.064.592	\$ 33.549
7	\$ 21.057.984	6%	\$ 31.663.422	\$ 105.545
8	\$ 7.527.234	6%	\$ 11.997.267	\$ 39.991
9	\$ 7.753.051	6%	\$ 13.098.616	\$ 43.662
10	\$ 7.985.642	6%	\$ 14.301.069	\$ 47.670
11	\$ 8.225.212	6%	\$ 15.613.908	\$ 52.046
12	\$ 8.471.968	6%	\$ 17.047.264	\$ 56.824
VAC			\$ 166.812.966	\$ 556.043

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de cada uno de los flujos de egresos anuales y su actualización, se encuentran en los Anexos FLUJOS DE EGRESOS (para cada alternativa en un gran productor).

Para cada alternativa, se puede observar:

Antecedentes; donde se incorporan los principales elementos que fueron considerados, para el cálculo de cada uno de los egresos requeridos por un gran productor y para cada una de las alternativas evaluadas, desde la puesta en marcha (periodo 0) hasta el año 2025.

Flujo de egresos; permite conocer anualmente, cada una de las fuentes de egresos que tendrá cada alternativa, para un gran productor. Además, del cálculo de costos unitarios (por hectáreas).

Detalle de Inversiones y Costos; Se entrega el detalle de cada uno de los egresos que permitió construir el flujo de egreso anual.

VAC; en esta página, se puede observar el cálculo del valor actual (VA) para cada año y el valor actual de costos total (VAC) para todo el periodo evaluado.

4.11.4 Comparación de las alternativas

Con el propósito de evaluar y comparar económicamente las diferentes alternativas propuestas; se presentan tres tablas (una para el pequeño productor promedio, otra para el mediano y la tercera, para un gran productor promedio), las cuales nos muestran la

Inversión inicial para cada una y su VAC (valor actual de costos) el cual representa, todos los egresos (en valor presente) que tendría cada alternativa en los próximos 12 años.

De acuerdo a la evaluación realizada, en las tres categorías analizadas (pequeño, mediano y gran productor) la alternativa de menor Valor Actual de Costos (VAC) es el Rotocultivador. Sin embargo, la decisión de cada productor dependerá de las necesidades, requerimientos particulares y las condiciones de entrada de cada uno (implementos, equipos y maquinarias con que cuenten).

La evaluación fue realizada considerando que el productor no cuenta con ningún tipo de implemento, maquinaria o equipo. Por lo tanto, la realidad podría alterarse caso a caso.

En la mayoría de las alternativas, producto de las hectáreas consideradas para cada categoría, se evaluó considerando el arriendo de las maquinarias para el pequeño productor y la compra para el mediano y grande.

- **Pequeño productor**

La comparación fue realizada, basándose en dos parámetros: Inversión inicial y VAC.

La inversión inicial, representan todos los desembolsos que deberá realizar un pequeño productor promedio para poder implementar cada una de las alternativas propuestas; tanto en infraestructura, maquinaria y capital de trabajo, considerando el pago a los trabajadores para este periodo (puesta en marcha). Como también, todos los gastos y costos asociados.

En cuanto al Valor Actual de Costos (VAC), representa el costo total actualizado de todos los egresos que deberán realizar los pequeños productores, para un horizonte de evaluación de 12 años; actualizados a una tasa de descuento social del 6% anual.

Tabla 36: Comparaciones de alternativas para un Pequeño Productor

ALTERNATIVAS	INVERSIÓN INICIAL	VAC	VAC Unitario (por ha)
Roto cultivador	\$ 1.655.930	\$ 17.507.360	\$ 1.458.947
Manejo de material leñoso	\$ 365.759	\$ 20.083.572	\$ 1.673.631
Cero Labranza	\$ 152.809	\$ 24.410.874	\$ 2.034.239
Compostajes Pilas estáticas CPE	\$ 447.209	\$ 25.087.020	\$ 2.090.585
Biodigestor	\$ 1.230.096	\$ 27.760.615	\$ 2.313.385
CPE aireadas pasivamente	\$ 591.159	\$ 27.800.954	\$ 2.316.746
CPE aireadas forzadamente	\$ 939.793	\$ 32.132.861	\$ 2.677.738

ALTERNATIVAS	INVERSIÓN INICIAL	VAC	VAC Unitario (por ha)
Vermi compostaje	\$ 2.4 15.708	\$ 39.141.815	\$ 3.261.818
Alimento para rumiante	\$ 544.845	\$ 39.179.309	\$ 3.264.942
CP de volteos o hileras	\$ 1.116.519	\$ 54.274.519	\$ 4.522.877
Construcción casas con fardos de paja	\$ 471.586	\$ 77.618.668	\$ 6.468.222

Fuente: Elaboración propia

Para los pequeños productores; existen diferentes alternativas que se podrían optar, las analizadas y evaluadas económicamente han sido: Compostaje Pilas estáticas CPE, CPE aireadas pasivamente, CPE aireadas forzadamente, CP de volteos o hileras, Vermicompostaje, Cero labranza, Biodigestor, Manejo de material leñoso, Alimento para rumiante, Construcción casas con fardos de paja y Rotocultivador. Desde la perspectiva económica, Cero labranza es la de menor inversión inicial y Manejo de material leñoso y Roto cultivador la de menor VAC, las cuales constituyen las alternativas que generan a largo plazo, un menor flujo de egresos a los pequeños productores; a pesar de que la inversión inicial es mayor por la escasa posibilidad en las comunas en estudio, de arrendar la maquinaria requerida. Por lo tanto, los pequeños productores deberían adquirir las maquinarias requeridas (en el caso del rotocultivador); a pesar de ello, económicamente hablando, son las mejores.

Cabe señalar, que el rotocultivador se utiliza en cultivos y el manejo de material leñoso, en el ámbito forestal y en el manejo de restos de podas en árboles frutales. Por lo tanto, son medidas que podrían ser requeridas por diferentes tipos de agricultores.

- **Mediano**

La comparación fue realizada, basándose en dos parámetros: Inversión inicial y VAC.

La inversión inicial, representan todos los desembolsos que deberá realizar un mediano productor promedio, para poder implementar cada una de las alternativas propuestas; tanto en infraestructura, maquinaria y capital de trabajo, considerando el pago a los trabajadores para este periodo (puesta en marcha). Como también, todos los gastos y costos asociados.

En cuanto al Valor Actual de Costos (VAC), representa el costo total actualizado de todos los egresos que deberán realizar los pequeños productores, para un horizonte de evaluación de 12 años; actualizados a una tasa de descuento social del 6% anual

Tabla 37: Comparaciones de alternativas para un Pequeño Productor

ALTERNATIVAS	INVERSIÓN INICIAL	VAC	VAC Unitario (por ha)
Roto cultivador	\$ 1.655.930	\$ 17.507.360	\$ 1.458.947
Manejo de material leñoso	\$ 365.759	\$ 20.083.572	\$ 1.673.631
Cero Labranza	\$ 152.809	\$ 24.410.874	\$ 2.034.239
Compostajes Pilas estáticas CPE	\$ 447.209	\$ 25.087.020	\$ 2.090.585
Biodigestor	\$ 1.230.096	\$ 27.760.615	\$ 2.313.385
CPE aireadas pasivamente	\$ 591.159	\$ 27.800.954	\$ 2.316.746
CPE aireadas forzadamente	\$ 939.793	\$ 32.132.861	\$ 2.677.738
Vermi compostaje	\$ 2.415.708	\$ 39.141.815	\$ 3.261.818
Alimento para rumiante	\$ 544.845	\$ 39.179.309	\$ 3.264.942
CP de volteos o hileras	\$ 1.116.519	\$ 54.274.519	\$ 4.522.877
Construcción casas con fardos de paja	\$ 471.586	\$ 77.618.668	\$ 6.468.222

Fuente: Elaboración propia

Para los pequeños productores; existen diferentes alternativas que se podrían optar, las analizadas y evaluadas económicamente han sido: Compostaje Pilas estáticas CPE, CPE aireadas pasivamente, CPE aireadas forzadamente, CP de volteos o hileras, Vermi compostaje, Cero labranza, Biodigestor, Manejo de material leñoso, Alimento para rumiante, Construcción casas con fardos de paja y Rotocultivador. Desde la perspectiva económica, Cero labranza es la de menor inversión inicial y Manejo de material leñoso y Roto cultivador la de menor VAC, las cuales constituyen las alternativas que generan a largo plazo, un menor flujo de egresos a los pequeños productores; a pesar de que la inversión inicial es mayor por la escasa posibilidad en las comunas en estudio, de arrendar la maquinaria requerida. Por lo tanto, los pequeños productores deberían adquirir las maquinarias requeridas (en el caso del rotocultivador); a pesar de ello, económicamente hablando, son las mejores.

Cabe señalar, que el rotocultivador se utiliza en cultivos y el manejo de material leñoso, en el ámbito forestal y en el manejo de restos de podas en árboles frutales. Por lo tanto, son medidas que podrían ser requeridas por diferentes tipos de agricultores.

- **Mediano**

La comparación fue realizada, basándose en tres parámetros: Inversión inicial, VAC y VAC unitario.

La inversión inicial, representan todos los desembolsos que deberá realizar un mediano productor promedio, para poder implementar cada una de las alternativas propuestas; tanto en infraestructura, maquinaria y capital de trabajo, considerando el pago a los

trabajadores para este periodo (puesta en marcha). Como también, todos los gastos y costos asociados.

En cuanto al Valor Actual de Costos (VAC), representa el costo total actualizado de todos los egresos que deberán realizar los pequeños productores, para un horizonte de evaluación de 12 años; actualizados a una tasa de descuento social del 6% anual

Tabla 40: Comparaciones de Alternativas para un Mediano productor

ALTERNATIVAS	INVERSIÓN INICIAL	VAC	VAC Unitario (por ha)
Manejo de material leñoso	\$ 23.125.558	\$ 87.962.539	\$ 586.417
Roto cultivador	\$ 12.497.930	\$ 99.747.148	\$ 664.981
Biodigestor	\$ 16.926.710	\$ 101.568.103	\$ 677.121
Cero Labranza	\$ 36.679.586	\$ 134.425.931	\$ 896.173
Vermi Compostaje	\$ 21.061.648	\$ 134.638.939	\$ 897.593
Construcción casas con fardos de paja	\$ 32.376.836	\$ 148.610.268	\$ 990.735
Compostajes Pilas estáticas CPE	\$ 72.396.086	\$ 623.394.375	\$ 4.155.962
CPE aireadas pasivamente	\$ 73.138.336	\$ 648.135.392	\$ 4.320.903
CPE aireadas forzadamente	\$ 73.525.764	\$ 712.455.644	\$ 4.749.704
CP de volteos o hileras	\$ 84.362.097	\$ 730.697.335	\$ 4.871.316

Fuente: Elaboración propia.

Para los grandes productores; fueron evaluadas: Compostajes pilas estáticas CPE, CPE aireadas pasivamente, CPE aireadas forzadamente, CP de volteos o hileras, Vermicompostaje, Cero labranza, Biodigestor, Manejo de material leñoso, Alimento para rumiante, Construcción casas con fardos de paja y Rotocultivador. Desde la perspectiva financiera, el rotocultivador es la alternativa con menor inversión inicial y el manejo de material leñoso la de menor VAC. Esto significa, que a los grandes productores que decidan como alternativa el rotocultivador, necesitarán una menor cantidad de dinero disponible para la puesta en marcha del proyecto. Sin embargo, las alternativas señaladas no pueden ser utilizadas para un mismo tipo de productor. Como también, es importante señalar que el biodigestor es una alternativa bastante conveniente para un gran productor también.

En los anexos, evaluación económica (para cada alternativa) se puede observar en detalle, cada uno de los elementos que componen los egresos señalado.

4.12 Consolidar una ficha para cada medida y/o tecnología que resuma toda información revisada y validada .

A continuación, se presentan las fichas consolidadas para cada alternativa de abatimiento considerada en el presente estudio:

Compostaje en pilas estáticas o compostaje pasivo

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	Las medidas óptimas oscilan entre 1,2 - 2 m de altura, por 2-4 m de ancho, siendo la longitud variable.
Materias primas	Se debe utilizar una mezcla de dos tipos de residuos orgánicos. Materias primas verdes (alto contenido de N orgánico): Estiércol de porcino, estiércol de ovino, estiércol de gallina, residuos de hortalizas, residuos orgánicos domiciliarios. Materias primas café (alto contenido de C orgánico): Rastrojo de maíz, rastrojo de trigo, restos de poda.
Método de aireación	Ocurre de manera natural a través del aire que fluye en forma pasiva sobre la pila
Método de volteo	Se voltean con frecuencia que depende del tipo de material, siendo habitual cada 6-10 días.
Maquinaria y herramienta	Chipeadora, implementos de seguridad, palas, trompo, rastrillos
Tiempo de tratamiento	15 meses aproximadamente (estado de maduración)
Sistema de riego	Puede ser manual o por aspersión.
Ventajas	No necesita manejos para controlar humedad, temperatura entre otros factores para la descomposición, bajo costo de implementación, no requiere de mano de obra calificada.
Desventajas	No se obtiene un producto de alta calidad, descomposición lenta, en algunos casos generación de malos olores, gases y líquidos no deseados.

Fuente: Elaboración Propia

Compostaje en pilas estáticas aireadas pasivamente

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	Las medidas óptimas oscilan entre 1,2 - 2 m de altura, por 2-4 m de ancho, siendo la longitud variable.
Materias primas	Se debe utilizar una mezcla de dos tipos de residuos orgánicos. Materias primas verdes (alto contenido de N orgánico): Estiércol de porcino, estiércol de ovino, estiércol de gallina, residuos de hortalizas, residuos orgánicos domiciliarios. Materias primas café (alto contenido de C orgánico): Rastrojo de maíz, rastrojo de trigo, restos de poda.
Método de aireación	El material a compostar es aireado en forma pasiva a través de una red de tuberías perforadas dispuestas en la parte inferior de la pila.
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Chipeadora, tubos PVC, implementos de seguridad
Tiempo de tratamiento	1 año
Sistema de riego	Puede ser manual o por aspersión.
Ventajas	Bajo costo de implementación y baja utilización de mano de obra.
Desventajas	El proceso de este sistema es muy lento, existe una alta probabilidad de generar malos olores, por anaerobiosis en las pilas.

Fuente: Elaboración Propia

Compostaje en pilas estáticas aireadas forzosamente

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	Las medidas óptimas oscilan entre 1,2 - 2 m de altura, por 2-4 m de ancho, siendo la longitud variable.
Materias primas	Se debe utilizar una mezcla de dos tipos de residuos orgánicos. Materias primas verdes (alto contenido de N orgánico): Estiércol de porcino, estiércol de ovino, estiércol de gallina, residuos de hortalizas, residuos orgánicos domiciliarios. Materias primas cafés (alto contenido de C orgánico): Rastrojo de maíz, rastrojo de trigo, restos de poda.
Método de aireación	El material a compostar es aireado en forma forzada, a través de una red de tuberías perforadas dispuestas en la parte inferior de la pila. La aireación es suministrada en forma frecuente por un compresor, para proporcionar el medio aeróbico adecuado.
Método de volteo	No requiere sistema de volteos
Maquinaria y herramienta	Chipeadora, compresor, tuberías, válvulas, sistemas de control, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	6 meses
Sistema de riego	Puede ser manual o por aspersión.
Ventajas	Mayor control sobre los factores que inciden en el compostaje. Menor tiempo de tratamiento.
Desventajas	Necesita una serie de equipamientos (compresor, red de tuberías, entre otros) por lo que tiene un costo de inversión mayor.

Fuente: Elaboración Propia

Compotaje en pilas de volteos o en hileras

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	Se dispone el material en pilas alargadas al aire libre o en galpones. El tamaño de las pilas fluctúa entre 2 y 5 metros de ancho, por 1 o 3 metros de alto y largo variable
Materias primas	Se debe utilizar una mezcla de dos tipos de residuos orgánicos. Materias primas verdes (alto contenido de N orgánico):. Materias primas cafés (alto contenido de C orgánico): Rastrojo de maíz, rastrojo de trigo, restos de poda.
Método de aireación	Forma Pasiva, cada vez que las pilas son volteadas se produce la aireación adecuada.
Método de volteo	Requiere voltear las pilas en forma regular ya sea manual o mecánicamente. El volteo se realiza cada 3-6 días, disminuyendo durante el proceso.
Maquinaria y herramienta	Volteadora o cargador frontal para voltear las pilas, chipeadora, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	Se realiza en corto tiempo de 3 a 12 meses, dependiendo material a compostar, época del año.
Sistema de riego	Puede ser manual o por aspersión
Ventajas	Evita compactación, mezclado constante, control de la temperatura, humedad y pH
Desventajas	Disponer de maquinaria especializada (volteadora), requiere un mayor espacio, posee costos operacionales altos

Fuente: Elaboración Propia

Compostaje en Biodigestores

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	El compostaje se lleva a cabo en un contenedor cerrado, en el cual se desarrolla un proceso anaerobio acelerado para generar compost
Materias primas	Recomendado para el tratamiento residuos sólidos municipales, restos vegetales, estiércol. En general, no se recomienda el uso de residuos de podas de frutales y viñas como materia prima principal en la producción de biogas, debido al alto contenido de lignina, que presenta alta resistencia a la degradación.
Método de aireación	El sistema posee inyectores de aire lo que facilita el proceso
Método de volteo	Mecanizado, esto se realiza automáticamente dentro del contenedor
Maquinaria y herramienta	Biodigestor, sistema eléctrico, tuberías, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	Se realiza en corto tiempo, se consiguen tasas de procesado hasta una semana, la estabilización del producto se realiza fuera del reactor.
Sistema de riego	El sistema posee inyectores de agua lo que facilita el proceso
Ventajas	Todos los parámetros se encuentran controlados de manera mecánica, alta velocidad de descomposición, baja superficie requerida, obtención de abono y Biogas.
Desventajas	Sistemas complejos más costosos de construir operar y mantener. Se necesita capacitación para el personal.

Fuente: Elaboración Propia

Vermicompostaje

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	La cantidad adecuada de lombrices para iniciar el proceso es de 600 a 700 lombrices por cada lecho. Los lechos pueden realizarse en zanjas o cajones de aproximadamente 0,5m profundidad; el ancho de éstas generalmente es de 1m y el largo de 2m, los lechos pueden ser revertidos con plástico para evitar la entrada de especies no deseadas.
Materias primas	Todo tipo de materia orgánica, restos de cosechas, de podas, vegetales estiércol, domésticos y agroindustriales. Excepción especies vegetales con taninos y resina (matan a las lombrices)
Método de aireación	Forma Pasiva
Método de volteo	No se necesita sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Chipeadora, palas, rastrillos, implementos de seguridad, mangueras, vigas.
Tiempo de tratamiento	Mínimo 6 meses
Sistema de riego	Puede ser manual o por aspersión.
Ventajas	Residuos se transforman en fertilizantes, puede almacenarse por mucho tiempo
Desventajas	Se debe considerar estructura complementaria como bodegas, techos para los lechos, En el caso de que los residuos orgánicos utilizados presentan metales pesados, y que éstos no afecten a las lombrices, pueden permanecer en el vermicompost, con el consiguiente peligro al medio ambiente.

Fuente: Elaboración Propia

Labranza cero

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	La cero labranza se desarrolla en zonas con riesgo de pérdida de suelo por erosión. La cantidad mínima necesaria de rastrojos para que cumplan las funciones de evitar erosión y pérdida de carbono orgánico del suelo, aprox. a 4 t/ha de rastrojos
Materias primas	Se puede utilizar en diversos cultivos, hortalizas, frutícola, forestales, especies como trigo, maíz, lupino y algunos frutales como guindo y castaño.
Método de aireación	Pasivamente
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Sembradora cero labranza, tractor, trituradora de rastrojos, pulverizador, trompo, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	6 meses
Sistema de riego	El tiempo de riego debe ser mayor y la cantidad de agua aplicada debe ser menor, para evitar inundación y anoxia. Puede ser manual o por aspersión.
Ventajas	Fija carbono en el suelo, por lo tanto, reduce las emisiones de CO ₂ a la atmosfera, por otra parte el carbono almacenado mejora las propiedades del suelo, evita la erosión del suelo, baja los costos de agricultor, aumento de la productividad del suelo.
Desventajas	Se requiere conocimiento técnico, se debe tener mayor cuidado con la regulación y utilización del pulverizador, en el caso de una mala aplicación de los herbicidas puede afectar negativamente el medio ambiente.

Fuente: Elaboración Propia

Manejo de materiales leñosos en terrenos aptos para el cultivo

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	Para manejar materiales leñosos no se necesita una cantidad mínima de residuos, ya que estos residuos son convertidos (aserrín, astillas), reduciendo su volumen, los cuales pueden ser aplicados al suelo o comercializados.
Materias primas	Se puede utilizar en diversos cultivos, cereales, frutícola, forestales, pino, eucaliptus, lupino y algunos frutales como manzano, ciruelo, guindo, castaño, especies como trigo, maíz.
Método de aireación	No requiere método de aireación
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Tractor, trituradora de rastrojos, chipeadora, rodillo triturador, segadora, desbrazadora, motosierra, rastrillo desmalezadora.
Tiempo de tratamiento	Después de la cosecha, se realiza esta alternativa por lo que el tiempo de tratamiento será lo que se demore el chipear o triturar los rastrojos.
Sistema de riego	No requiere sistema de riego
Ventajas	Se eliminan la totalidad de ramas y otros materiales leñosos que obstaculizan el cultivo, la conversión de los residuos en aserrín o astillas permite disminuir el volumen de los residuos a la vez se incorporen al suelo aumentando la cantidad de materia orgánica en él, mejora la estructura del suelo.
Desventajas	Adquisición de maquinaria especializada.

Fuente: Elaboración Propia

Obtención de alimentos para rumiantes

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	No necesita una cantidad específica, dependerá del tipo de cultivo de cada agricultor y de la cantidad de residuos que estos cultivos dejan en el terreno.
Materias primas	Se puede utilizar en diversos cultivos, cereales, hortalizas, forestales, especies como trigo, maíz, cebada y hortalizas con alto valor nutritivo.
Método de aireación	Pasivamente
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Tractor, desbrazadora, rastrillos de arrastre, azadón, desmalezadora, rastrillos, enfardadora, carretilla, pala, sacos, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	Después de la cosecha, se realiza esta alternativa por lo que el tiempo de tratamiento será lo que se demore la elaboración de silos o fardos.
Sistema de riego	No requiere sistema de riego.
Ventajas	Reduce la necesidad de emplear la quema como herramienta de manejo. Permite al agricultor utilizar el rastrojo como subproducto para la alimentación del ganado, contribuye como fuente alimenticia en períodos de sequía.
Desventajas	Adquisición de maquinaria, los grandes agricultores tienen una gran cantidad de residuos por lo que deberían tener un convenio con alguna ganadería para que esta alternativa sea viable.

Fuente: Elaboración Propia

Construcción de casas con fardos de paja

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	No necesita una cantidad específica, dependerá de la cantidad de residuos que los cultivos dejan en el terreno.
Materias primas	Se puede utilizar en diversos cultivos cereales, especies como trigo, maíz, cebada.
Método de aireación	Pasivamente
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Tractor, desbrazadora, rastrillos de arrastre, azadón, desmalezadora, rastrillos, enfardadora, carretilla, pala, sacos.
Tiempo de tratamiento	Después de la cosecha, se realiza esta alternativa por lo que el tiempo de tratamiento será lo que se demore la elaboración de fardos.
Sistema de riego	No requiere sistema de riego
Ventajas	Gran capacidad de aislamiento térmico, en zonas donde el clima es extremo reduce el gasto energético y económico que requiere enfriar y calentar una construcción. Beneficio ambiental, la transformación de un desecho agrícola en un recurso renovable, puede ser benéfico y digno de experimentación. Facilidad de construcción, Las bases de este sistema de construcción pueden ser aprendidas en pocos días y utilizadas para el auto construcción dirigida a gente de recursos limitados.
Desventajas	Se requiere conocimiento técnico. Adquisición de maquinaria. Elaboraciones de galpones para almacenaje de los fardos. Los grandes agricultores tienen una gran cantidad de residuos por lo que deberían tener un convenio con alguna constructora o municipio que quiera realizar esta medida.

Fuente: Elaboración Propia

Uso del Roto cultivador

REQUERIMIENTO TECNICOS	DESCRIPCIÓN
Volumen mínimo de residuos	No necesita una cantidad específica, dependerá de la cantidad de residuos que los cultivos dejan en el terreno
Materias primas	Se puede utilizar en diversos cultivos de cereales, especies como trigo, maíz, cebada entre otros.
Método de aireación	Pasivamente
Método de volteo	No requiere sistema de volteo
Maquinaria y herramienta	Tractor, roto cultivador, rastra, arador, implementos de seguridad.
Tiempo de tratamiento	Después de la cosecha, se realiza esta alternativa por lo que el tiempo de tratamiento será lo que se demore el uso del roto cultivador.
Sistema de riego	No requiere sistema de riego.
Ventajas	Soltar y remover el suelo, logrando con ello eliminar problemas de compactación y mejorando la relación aire/agua. Control y Eliminación de malezas. Incorporación de rastrojos. Dejar el terreno con un grado adecuado de mullimiento.
Desventajas	Adquisición de maquinaria.

Fuente: Elaboración Propia

En general, los requerimientos técnicos y los costos asociados dependen del tipo de cultivo y tipo de agricultor. Además, válidos de ser aplicados a todas las ciudades del presente estudio. La siguiente tabla, muestra para cada una de las alternativas evaluadas, el tipo de cultivo y el tipo de productor que podrían ser viables.

Tabla 43: Tabla resumen de ventajas y desventajas de las medidas de abatimiento propuestas

	Ventaja	Desventaja
Pilas estáticas o compostaje pasivo	No necesita manejos para controlar humedad y temperatura (entre otros factores) para la descomposición, es de bajo costo de implementación, no requiere de mano de obra calificada.	No se obtiene un producto de alta calidad, descomposición lenta, en algunos casos generación de malos olores, gases y líquidos no deseados.
Pilas estáticas aireadas pasivamente	Bajo costo de implementación y baja utilización de mano de obra.	El proceso de este sistema es muy lento, existe una alta probabilidad de generar malos olores, por anaerobiosis en las pilas.
Pilas aireadas forzadamente	Mayor control sobre los factores que inciden en el compostaje. Menor tiempo de tratamiento.	Necesita una serie de equipamientos (compresor, red de tuberías, entre otros) por lo que tiene un costo de inversión mayor.
Pilas de volteos o en hileras	Evita compactación, mezclado constante, control de la temperatura, humedad y pH	Disponer de maquinaria especializada (volteadora), requiere un mayor espacio, posee costos operacionales altos
Biodigestores	Todos los parámetros se encuentran controlados de manera mecánica. Permite una amplia gama de diseños, alta velocidad de descomposición, baja superficie requerida, obtención de abono y Biogas.	Sistemas complejos más costosos de construir operar y mantener. Se necesita capacitación para el personal.
Vermicompostaje	Residuos se transforman en fertilizantes, puede almacenarse por mucho tiempo	Se debe considerar estructura complementaria como bodegas, techos para los lechos.
Labranza cero	Fija carbono en el suelo mejorando sus propiedades y aumentando su productividad, por lo tanto, reduce las emisiones de CO ₂ a la atmósfera, evita la erosión del suelo, baja los costos de agricultor.	Se requieren conocimientos técnico, se debe tener mayor cuidado con la regulación y utilización del pulverizador, en el caso de una mala aplicación de los herbicidas puede afectar negativamente el medio ambiente.
Manejo de materiales leñosos	Eliminan la totalidad de ramas y otros materiales leñosos que obstaculizan el cultivo, la conversión de los residuos permite disminuir su volumen, a la vez	Adquisición de maquinaria especializada. Ejemplo Trituradora usada en terreno haciendo fajas.

	pueden incorporar al suelo aumentando la cantidad de materia orgánica en él. Se obtiene un ingreso monetario por su venta a empresa consumidoras de este biocombustible	
Obtención de alimentos para rumiantes	Permite utilizar el rastrojo como subproducto para la alimentación del ganado, contribuye como fuente alimenticia en períodos de sequía. El pastoreo directo aporta materia orgánica al suelo a través de las fecas y orina. Puede ser un producto comercializable.	Adquisición de maquinaria, los grandes agricultores tienen una gran cantidad de residuos por lo que deberían tener un convenio con alguna ganadería para que esta alternativa sea viable.
Construcción de casas con fardos de paja	Gran capacidad de aislamiento térmico. Beneficio ambiental, por la transformación de un desecho agrícola en un recurso renovable. Facilidad de construcción, las técnicas pueden ser aprendidas en pocos días y utilizadas para el auto construcción dirigida a gente de recursos limitados.	Se requiere conocimiento técnico. Adquisición de maquinaria. Elaboraciones de galpones para almacenaje de los fardos. Los grandes agricultores tienen una gran cantidad de residuos por lo que deberían tener un convenio con alguna constructora o municipio que quiera realizar esta medida.
Uso Roto cultivador	Soltar y remover el suelo, logrando con ello eliminar problemas de compactación. Control y Eliminación de malezas. Incorporación de rastrojos. Dejar el terreno con un grado adecuado de mullimiento.	Adquisición de maquinaria. El rendimiento del rotocultivador va en relación a las condiciones de terreno y especie

Fuente: Elaboración Propia

5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- El uso de Quemadas, sigue siendo un método utilizado para la eliminación de material vegetal, provenientes de las post-cosecha de cultivos agrícolas, especialmente el de cereales (Trigo el que alcanza un 77,3% de todas las superficies sometidas a quemadas). No obstante, la eliminación de otros tipos de vegetación como pastizales, hierbas, arbustos y en algunos casos, desechos de plantaciones forestales (aunque son aislados, porque los desechos de faenas forestales con el tiempo han adquirido un valor agregado).
- En las comunas de Chillán, Chillán Viejo y Osorno, las superficies más sometidas a quemadas agrícolas es el cultivo de trigo (quemando a ras de suelo sus rastrojos post cosecha). Principalmente usado para la eliminación de cubierta vegetal, para la próxima rotación de cultivo y/o la preparación de suelo.
- En cuanto a cultivo de Frutales, se debería hacer una clasificación o categoría de CONAF. En relación a las comunas del estudio, se establece que son pocas las especies y superficies sometidas a quemadas, donde los desechos de podas son quemados, debido al riesgo de contaminación (plaga o enfermedad) y al costo de aplicación de podas o mejoras de los cultivos (producción).
- En relación a las plantaciones forestales, han disminuido de forma drástica el uso de quemadas, debido al valor económico que ha tenido en los últimos años, los desechos de las actividades silvícolas; biomasa destinada a la industria de la celulosa y en menor medida el uso de leña, lo cual es una ventaja en el plano ambiental ya que al no quemar los desechos, se disminuyen las emisiones contaminantes, en especial CO (monóxido de Carbono) las que tienen un % considerable de la contaminación total de las comunas de Chillán y Osorno. Existe una disminución de las emisiones, debido a la disminución de las superficies con desechos de plantaciones forestales, debido a que los desechos generados han adquirido un valor económico en aumento, por el aumento de la demanda de materias primas derivados de la madera.
- Podría existir, una subestimación de las superficies sometidas a quemadas, en especial la de cultivos agrícolas, ya que los permisos de quemadas, autorizan lo que el propietario va a someter a quema en su predio. Por ejemplo un predio con una superficie total de 300 ha, registran 3 ha de quemadas.
- Implementar programas, con ayuda técnica para el aprovechamiento de los desechos generados de las actividades agrícolas. Como por ejemplo, camas o soportes para animales en producción y alimentación. Como también en la reutilización de rastrojos o residuos, para su incorporación al suelo como

protección y nutrición para las próximas siembras en comunas como Osorno y Valdivia, debido a que son zonas ganaderas.

- Para la comuna de Coyhaique gran parte de las emisiones provienen de la categoría “Vegetación”, la que corresponde a vegetación muerta para recuperar suelos degradados, correspondiendo a vegetación natural (INDAP-Región de Aysén), clasificación específica para la región
- El uso de maquinaria (Rotocultivador, Tractores, Enfardadoras) son fundamentales para el establecimiento de medidas de abatimiento, para la disminución de superficies sometidas a quemas, debido a que existe una clara conciencia de la contaminación del aire. Los propietarios, comprenden los beneficios que podrían tener sus cultivos (rendimientos, tiempo de cosecha etc.), pero el costo de implementación y la falta conocimientos técnicos, hace que sigan utilizando el fuego como medio de eliminación de sus desechos o residuos, por ser un mecanismo fácil, rápido y barato.
- Otra medida que se podría establecer, es el cultivo de Avena en una rotación con trigo, como recuperación del suelo (por lo visto y hablado especialmente con pequeños propietarios en terreno, Chillán y Osorno) permitiría diversificar sus productos y evitar el uso de quemas.
- El cultivo de Avena presente en todas las comunas de estudio si es sometido a quemas agrícolas, no en gran medida, pero no es considerado según la clasificación de CONAF. Habría que establecer qué importancia de superficies quemadas corresponde de la categoría OTROS. Por ello, se recomienda incluirla en la clasificación.
- La comuna de Osorno, presenta las mayores superficies sujetas a quemas en el periodo 2010-2012, donde de gran importancia son los medianos propietarios. Acá se deberían establecer medidas como el uso del roto cultivador y factibilidad técnica de algún organismo competente, principalmente por la quema de trigo.
- Según la clasificación de pequeños propietarios, de acuerdo a lo estipulado por INDAP, prácticamente son irrelevantes los niveles de actividad (superficies que son sometidas a quemas controladas): Por ello, los esfuerzos deberían enfocarse en el mediano y gran propietario.
- La medida de abatimiento a quemas agrícolas que más se adecúa a la realidad de las comunas en estudio es el uso de maquinaria a pequeña escala (Rotocultivador). Considerando su precio y operatividad, además benefician a los agricultores, por el

hecho de acortar los tiempos de preparación de suelos entre una siembra y otra. Además de beneficiar el enriquecimiento del suelo.

- Considerando que CONAF es la institución que autoriza la realización de una quema, (registrando el predio, especies o tipo de vegetación y superficie que será sometida a quema), sólo registra la superficie que el propietario declara a quemar, lo que podría subestimar las superficies de quema que registra CONAF, a modo de ejemplo superficies de más de 250 ha, informan que serán sometidas a quemas menos de 10 (ha) o menos.
- Establecer un monitoreo digital georeferenciado de los predios que someten sus desechos y/o residuos a quemas, para un mayor control de estas actividades.
- Implementación según el tipo de propietario, de un máximo porcentaje de superficie de quema.
- Se debería generar una clasificación específica por CONAF, para los tipos de cultivos o vegetación que considere frutales y tipos de vegetación propios de cada zona, tal como se hizo para la región de Aysén.
- Se requiere de una mejor fiscalización a las quemas ilegales, ya que CONAF sólo da aviso a Carabineros de Chile, quien consigna el número de quemas no autorizadas, no identificando a que especie o cultivos corresponde y tampoco al total de superficie quemada. De esta forma, se están subestimando superficies y emisiones contaminantes.
- Faltan mejores incentivos e información en aspectos técnicos y económicos, se podría avanzar en evitar el uso de quemas, en especial en el segmento de pequeños propietarios, apoyados por INDAP o PRODESAL. Los pequeños propietarios comprenden que existen alternativas al uso del fuego que los beneficia. La trituradora y el Rotocultivador lo ven como una buena opción, pero el costo de la maquinaria hace que sigan utilizando el fuego para la eliminación de rastrojos o desechos de sus cultivos. En el ámbito forestal, es sin duda el manejo del material leñoso la mejor opción.
- Se recomienda realizar un estudio que establezca la participación real de las emisiones provenientes de quemas agrícolas, en comparación a otras fuentes contaminantes (Fuentes estacionarias y difusas) y abarcar más de una comuna. Se deben realizar estudios a nivel regional, con el fin de determinar las áreas de influencia y su real nivel de participación en las emisiones totales.

6. REFERENCIAS

Se realizó una exhaustiva revisión y actualización de iniciativas Nacionales e Internacionales en la gestión de residuos.

Se revisaron y utilizaron los siguientes estudios:

Inventario Nacional de Fuentes de Emisión de Dioxinas y Furanos (Propuesta de Plan de Acción) ya fue desarrollado en su primera versión de medidas para las quemas agrícolas.

Proyecto de la CONAF – Ethos, desarrollado por CONAF, 2009.

Universidad Católica de Temuco, CONAMA Región Metropolitana, 2009, “Inventario de Emisiones de Atmosféricas para las ciudades de Chillan y Los Ángeles”

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación), 2001, Guía de aplicación de la agricultura conservacionista,

CARB , Plan de manejo de calidad del aire California.

- Waste Burn Emission Factors, CARB, 2005.
- Wildfires, Revised Methodology CARB, 2004.

INE (2007). Censo Agropecuario y Forestal, Instituto Nacional de Estadísticas.

INE (2012). Cultivos Anuales Esenciales Superficie Sembrada Año Agrícola 2011/2012

MMA (2011). Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas SINCA (sistema de información de calidad del aire).

ASAGRIN (2009). Medidas para el control de la contaminación por quemas agrícolas, Asesorías Agrícolas y Agroindustriales Ltda. (Asagrin Ltda.).

INFOR, 2003, Manejo y Mantenimiento de plantaciones Forestales.

INE, 2009 -2012, Agropecuarias, Informe Anual, Santiago, Chile.

INE ,2013. Estadísticas, Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (Portal online consulta ciudadana.

CONAF – Ethos, 2009. Proyecto desarrollado por CONAF.

ANEXOS

ANEXO DIGITALES

Los anexos digitales se componen de los siguientes contenidos:

- Archivos shapefile por comunas.
- Planillas Evaluación Económica de medidas de abatimiento.
- Base de datos de quemas agrícolas.
- Planilla estimación de emisiones quemas agrícolas.
- Formato resumen.
- Base de datos con factores de emisiones para residuos quemados de la CARB.
- Base de datos con factores de Carga para residuos quemados Wildfires de la CARB.
- Guía metodológica Inventario Emisiones, Ambiosis, Elaborado para SINCA ,2011.
- Reporte de Carabineros de Chile (registro de Quemas Ilegales).
- Certificación clientes INDAP.
- Documento Excel con datos para la creación de mapas de cada comuna.
- Agricultura 2014, una perspectiva a mediano plazo.
- Agropecuarias Informe Anual, INE. 2010-2011-2012

Anexo 1: En las siguientes tablas se presentan las superficies (ha) de cultivo para las regiones de interés, superficies las cuales podrían ser sometidas a quemas.

Tabla 38: Superficies (ha) cultivos agrícolas (Cereales) en la región del Biobío.

Año agrícola	Región	Superficies (ha) de cultivos agrícolas			
		Trigo	Avena	Cebada	Maíz
2009	Biobío	84.519	26.059	4.688	13.554
2010	Biobío	72.479	20.806	4.019	10.704
2011	Biobío	70.966	23.532	4.209	12.514
2012	Biobío	60.641	22.091	4.047	17.258

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013.

Tabla 39: Superficies (ha) cultivos agrícolas (Cereales) en la región de los Lagos.

Año agrícola	Región	Superficies (ha) de cultivos agrícolas			
		Trigo	Avena	Raps	Cebada
2009	Los Lagos	14.049	3.819	5.250	1.480
2010	Los Lagos	12.803	3.840	2.382	1.344
2011	Los Lagos	13.406	5.238	3.536	2.261
2012	Los Lagos	9.531	4.688	3.300	628

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013.

Tabla 40: Superficies (ha) cultivos agrícolas (Cereales) en la región de los Ríos.

Año agrícola	Región	Superficies (ha) de cultivos agrícolas			
		Trigo	Avena	Cebada	Raps
2009	Los Ríos	16.741	5.226	2.456	2.673
2010	Los Ríos	17.149	4.295	2.108	1.691
2011	Los Ríos	18.499	6.239	2.158	1.994
2012	Los Ríos	13.328	6.203	1.973	2.550

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013.

En la siguiente tabla se aprecian las superficies (ha) con plantaciones forestales correspondientes a la región del Biobío.

Tabla 41: Superficies (ha) de plantaciones de diferentes especies para la región del Biobío correspondiente al periodo 2007-2011.

Año	Región	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Pino Oregón	Álamo	Otras Especies
2007	Biobío	858.592	610.124	240.473	383	1.084	6.528
2008	Biobío	861.248	607.659	249.683	379	1.095	2.432
2009	Biobío	878.418	611.564	256.907	0	0	9.948

Año	Región	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Pino Oregón	Álamo	Otras Especies
2010	Biobío	57.214	31.829	25.212	0	0	173
2011	Biobío	48.348	24.189	23.081	0	0	1.078

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias),2013

En la siguiente tabla se aprecian las superficies (ha) con plantaciones forestales correspondientes a la región de Los Lagos.

Tabla 42: Superficies (ha) de plantaciones de diferentes especies para la región de Los Lagos correspondiente al periodo 2007-2011.

Año	Región	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Pino Oregón	Álamo	Otras Especies
2007	Los Lagos	61.647	15.179	42.184	643	142	3.499
2008	Los Lagos	60.531	14.543	45.008	567	132	281
2009	Los Lagos	61.997	14.869	43.647	0	0	3.481
2010	Los Lagos	2.745	260	2.416	0	0	69
2011	Los Lagos	1.821	204	1.428	0	0	189

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013

En la siguiente tabla se aprecian las superficies (ha) con plantaciones forestales correspondientes a la región de Los Ríos.

Tabla 43: Superficies (ha) de plantaciones de diferentes especies para la región de Los Ríos correspondiente al periodo 2007-2011.

Año	Región	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Pino Oregón	Álamo	Otras Especies
2007	Los Ríos	180.700	106.762	61.067	3.703	421	8.747
2008	Los Ríos	182.076	105.692	69.975	4.421	424	1.564
2009	Los Ríos	179.174	105.469	64.495	0	0	9.209
2010	Los Ríos	7.308	3.991	2.936	0	0	381
2011	Los Ríos	6.434	3.978	2.432	0	0	24

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013

Tabla 44: Superficies (ha) de plantaciones de diferentes especies para la región de Los Ríos correspondiente al periodo 2007-2011.

Año	Región	Total	Pino Radiata	Eucalipto	Pino Oregón	Álamo	Otras Especies
2007	Aysén	43.137	0	0	4.276	23	38.838
2008	Aysén	42.827	0	10	4.600	23	38.194
2009	Aysén	15.622	0	5	0	0	15.618
2010	Aysén	1.050	0	0	0	0	1.050
2011	Aysén	0	0	0	0	0	0

Fuente: ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) ,2013

Anexo 2 : Factores de carga para cultivos agrícolas para cultivos agrícolas se usaron los valores propuestos en la metodología de la CARB, a partir de la clasificación de residuos y/o rastrojos provenientes de post cosechas, valores obtenidos de Waste Burn Emission Factors CARB 2005, datos asociados principalmente a cereales como el trigo, maíz, cebada, avena y otros).

En la siguiente tabla se aprecian los valores de factor de carga (t/ha) propuestos por la CARB, para cultivos agrícolas.

Tabla 45: Factores de Carga propuestos por la CARB para cultivos agrícolas.

Factores de Carga (t / ha)			
Maíz	Cebada	Trigo	Cebada
10,4	4,2	4,7	4

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology, CARB, 2005.

Factores de carga para plantaciones forestales: Para determinar los factores de carga para plantaciones forestales, se utilizaron los propuestos en el estudio de la Universidad Austral, "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono" 2002, se consideró para cada componente la biomasa aérea de plantaciones forestales tanto de pino, eucaliptus u otra plantación existente de acuerdo a la actividad silvícola (poda –raleo-explotación).

Para determinar el factor de carga de plantaciones, se usó el criterio de la edad de los individuos (árboles), para este estudio se consideró la categoría de 11 a 17 años (por la actividad) y la clasificación de Biomasa aérea arbórea, además se consideró el 10% del factor de carga (correspondiente a incendios forestales, ya que no se tiene un valor de factor de carga específico para actividades silvícolas intermedias).

En la siguiente tabla, se aprecian los Factores de Carga (t/ha), propuestos por la Universidad Austral de Chile para plantaciones de *Pinus radiata*.

Tabla 46: Factores de carga considerados (t/ha) en plantaciones de *Pinus radiata*

Edad Plantación	Biomasa arbórea aérea	Biomasa raíces	Hojarasca	Soto-bosque	Necro-bosque
0 A 10	9,67	0,00	6,58	6,01	8,57
11 A 17	65,23	0,00	3,85	7,75	4,63
>=18	103,83	0,00	3,29	9,91	3,26

Fuente: Datos del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002, usados por la Guía Metodológica SINCA, 2011.

En la siguiente tabla se aprecian los Factores de Carga (t/ha), propuestos por la Universidad Austral de Chile para plantaciones de *Eucalyptus globulus*.

Tabla 47: Factores de carga considerados (t/ha) en plantaciones de *Eucalyptus globulus*

Edad Plantación	Biomasa arbórea aérea	Biomasa raíces	Hojarasca	Soto-bosque	Necro-bosque
0 A 10	38,04	0,00	7,96	8,15	15,36
11 A 17	54,14	0,00	10,27	11,27	11,85
>=18	54,14	0,00	10,27	11,27	11,85

Fuente: Datos del "Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono", Universidad Austral de Chile, 2002, usados por la Guía Metodológica SINCA, 2011.

Anexo 3: En las siguientes tablas se muestran las superficies (ha) de cultivos no incluidos, en la categoría OTROS, los cuales podrían estar sometido a quema, esta información fue validada en terreno con personal de INDAP y CONAF de las comunas en estudio, se consideró las superficies totales en donde una proporción o total es del cultivo señalado.

Tabla 48: Promedio ponderado para obtener el Factores de Carga para categoría (Otros), a partir de los valores propuestos por la CARB para cultivos agrícolas

Superficies (ha) de principales cultivos					
Chillán y Chillán Viejo			Osorno		
Especie o Tipo	Superficie (ha)	Ponderación	Especie o Tipo	Superficie (ha)	Ponderación
Avena	538,6	69%	Frambuesa-Arándano	256	17%
Arándano	241,3	31%	Avena	1.267	83%

FUENTE: Censo agropecuario, 2007.

Tabla 49: Factores de Carga propuestos por la CARB para rastrojos y/o residuos de cultivos agrícolas.

Factor de carga categoría OTROS					
Chillán y Chillán Viejo			Osorno		
Especie o Tipo	Factor Carga	Ponderación	Especie o Tipo	Factor Carga	Ponderación
Avena	4	2,76	Frambuesa-Arándano	6,8	1,16
Arándano	6,5	2,02	Avena	4	3,44
Factor de Carga		4,8	Factor de Carga		4,6

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology, CARB, 2005.

*Debido a que no hay valores específicos para factor de carga de Arándano y Peral Europeo, se utilizaron especies semejantes.

Tabla 50: Promedio ponderado de Factores de Carga propuestos por la CARB para rastrojos y/o residuos de cultivos agrícolas categoría (Otros) en la zona de estudio.

FUENTE: Censo agropecuario, 2007.

Superficies (ha) de principales cultivos					
Valdivia			Coyhaique		
Especie o Tipo	Superficie (ha)	Ponderación	Especie o Tipo	Superficie (ha)	Ponderación
Avena	84	53%	Praderas	27.979	94%
Otros Cereales	75	47%	Avena	1897	6%

*Debido a que no hay valores específicos para factor de carga de Otros frutales se hizo con un promedio ponderado de otras especies semejantes.

Praderas: Superficie con vegetación natural o artificial, se consideró en la categoría Otros debido que existe una clasificación de INDAP-Región de Aisén que abarca a la vegetación muerta para recuperar suelos degradados.

Tabla 51: Factores de Carga propuestos por la CARB para rastrojos y/o residuos de cultivos agrícolas.

Superficies (ha) de principales cultivos					
Valdivia			Coyhaique		
Especie o Tipo	Factor Carga	Ponderación	Especie o Tipo	Superficie (ha)	Ponderación
Avena	4	2,12	Praderas	4,6	4,33
Otros Cereales	5	2,36	Avena	4	0,25
Factor de Carga		4,5	Factor de Carga		4,6

Fuente: Attachment B - Waste Burn Emission Factors, Section 7.17 Agricultural Burning and Other Burning Methodology, CARB, 2005.

Anexo 4: En las siguientes tablas se muestran las emisiones por distintos contaminantes (t/año) para las comunas de Chillán y Chillán y viejo.

Tabla 52. Emisiones de Material Particulado MP2,5 , generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en las comunas de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de MP2,5			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	0,926	3,291	11,816
Otros	17,358	5,088	15,622
Desechos de Pino	65,283	4,712	0,000
Ramas	1,875	0,421	1,346
Trigo	31,576	51,857	28,629
Vegetación	6,077	0,713	2,486

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 53. Emisiones de Monóxido de Carbono (CO), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en las comunas de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de CO			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	6,020	21,405	76,859
Otros	40,583	11,895	36,525
Desechos de Pino	611,140	44,112	0,000
Ramas	12,438	2,792	8,932
Trigo	368,664	605,467	331,150
Vegetación	45,619	5,355	18,659

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 54. Emisiones de COV (Componentes orgánicos volátiles), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en las comunas de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de COV			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	0,560	1,993	7,155
Otros	12,472	3,656	11,225
Desechos de Pino	288,564	20,829	0,000
Ramas	0,065	0,015	0,055
Trigo	22,669	37,229	20,877
Vegetación	18,641	2,188	7,624

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 55. Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NOx), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de NOx			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	0,280	0,996	3,577
Otros	5,429	1,591	4,887
Desechos de Pino	41,694	3,009	0,000
Ramas	1,946	0,437	1,397
Trigo	12,825	21,063	11,629
Vegetación	1,798	0,211	0,735

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 56. Emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Chillán y Chillán viejo.

Emisiones (t/año) de SO ₂			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Maíz	0,0340	0,1207	0,4335
Otros	0,6313	0,1850	0,5682
Desechos de Pino	43,8880	3,1678	0,0000
Ramas	0,6587	0,1479	0,4729
Trigo	2,6842	4,4084	2,4721
Vegetación	0,2442	0,0287	0,0999

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En las siguientes tablas se muestran las emisiones por distintos contaminante (t/año) para la comuna de Osorno.

Tabla 57 : Emisiones de Material Particulado MP10, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de MP10			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	1,362	0,000
Desechos de Eucaliptus	4,082	10,433	30,542
Otras plantación forestal	0,033	0,000	0,000
Otros	39,156	32,590	47,577
Desechos de Pino	0,910	0,073	0,255
Ramas	6,674	4,710	2,808
Trigo	85,669	89,873	60,416
Vegetación	0,404	0,029	0,043

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 58: Emisiones de Material Particulado MP2,5, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de MP2,5			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	1,315	0,000
Desechos de Eucaliptus	3,470	8,868	25,961
Otras plantación forestal	0,028	0,000	0,000
Otros	37,767	31,434	45,890
Desechos de Pino	0,774	0,062	0,217
Ramas	5,669	4,001	2,385
Trigo	85,557	89,755	60,337
Vegetación	0,386	0,028	0,041

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 59. Emisiones de Monóxido de Carbono (CO), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de CO			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	17,498	0,000
Desechos de Eucaliptus	32,484	83,015	243,030
Otras plantación forestal	0,250	0,000	0,000
Otros	88,298	73,493	107,289
Desechos de Pino	7,241	0,579	2,027
Ramas	37,602	26,535	15,821
Trigo	998,932	1047,943	704,469
Vegetación	2,894	0,207	0,310

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 60. Emisiones de COV (Componentes orgánicos volátiles) , generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de COV			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	1,429	0,000
Desechos de Eucaliptus	15,338	39,198	114,752
Otras plantación forestal	0,129	0,000	0,000
Otros	27,137	22,586	32,973
Desechos de Pino	3,419	0,274	0,957
Ramas	0,197	0,139	0,083
Trigo	61,423	64,437	43,317
Vegetación	1,183	0,084	0,127

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 61 .Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NO_x), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de NO _x			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	0,486	0,000
Desechos de Eucaliptus	2,216	5,664	16,580
Otras plantación forestal	0,018	0,000	0,000
Otros	11,813	9,832	14,354
Desechos de Pino	0,494	0,040	0,138
Ramas	5,884	4,152	2,476
Trigo	34,752	36,457	24,508
Vegetación	0,114	0,008	0,012

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 62: Emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Osorno.

Emisiones (t/año) de SO ₂			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,000	0,010	0,000
Desechos de Eucaliptus	2,333	5,962	17,453
Otras plantación forestal	0,019	0,000	0,000
Otros	1,374	1,143	1,669
Desechos de Pino	0,520	0,042	0,146
Ramas	1,991	1,405	0,838
Trigo	7,273	7,630	5,129
Vegetación	0,015	0,001	0,002

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En las siguientes tablas se muestran las emisiones por distintos contaminante (t/año) para la comuna de Valdivia.

Tabla 63. Emisiones de Material Particulado MP10, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de MP10			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	0,242	4,491	5,111
Otras plantación forestal	0,000	0,273	0,000
Otros	1,117	2,911	0,349
Ramas	4,265	4,222	10,158
Trigo	0,689	0,915	0,791
Vegetación	0,118	0,029	0,029

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 64. Emisiones de Material Particulado MP2,5, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de MP2,5			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	0,257	1,285	0,771
Otras plantación forestal	0,000	0,186	0,000
Otros	0,449	2,357	0,224
Ramas	1,858	1,972	3,850
Trigo	0,023	0,023	0,045
Vegetación	0,110	0,028	0,028

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 65. Emisiones de Monóxido de Carbono (CO), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de CO			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	1,925	35,733	40,665
Otras plantación forestal	0,000	2,081	0,000
Otros	2,519	6,565	0,787
Ramas	24,033	23,786	57,225
Trigo	8,037	10,672	9,223
Vegetación	0,848	0,207	0,207

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 66. Emisiones de COV (Componentes orgánicos volátiles), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de COV			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	1,136	5,681	3,408
Otras plantación forestal	0,000	0,859	0,000
Otros	0,323	1,693	0,161
Ramas	0,065	0,069	0,384
Trigo	0,016	0,016	0,032
Vegetación	0,338	0,084	0,084

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 67. Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NOx), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de NOx			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	0,164	0,821	0,492
Otras plantación forestal	0,000	0,119	0,000
Otros	0,140	0,737	0,070
Ramas	1,929	2,047	3,949
Trigo	0,009	0,009	0,018
Vegetación	0,033	0,008	0,008

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 68. Emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂) generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Valdivia.

Emisiones (t/año) de SO ₂			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Desechos de Eucaliptus	0,173	0,864	0,518
Otras plantación forestal	0,000	0,126	0,000
Otros	0,016	0,086	0,008
Ramas	0,653	0,693	1,333
Trigo	0,002	0,002	0,004
Vegetación	0,004	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

En las siguientes tablas se muestran las emisiones por distintos contaminantes (t/año) para la comuna de Coyhaique.

Tabla 69. Emisiones de Material Particulado MP10, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de MP10			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,272	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,030	0,907
Otra plantación forestal	0,164	2,443	0,797
Otros	2,171	1,445	0,773
Desechos de Pino	0,000	1,256	0,009
Ramas	6,267	9,589	14,703
Vegetación	3,756	7,254	5,862

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 70. Emisiones de Material Particulado MP2,5, generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de MP2,5			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,263	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,026	0,771
Otra plantación forestal	0,139	2,077	0,678
Otros	2,094	1,394	0,746
Desechos de Pino	0,000	1,067	0,008
Ramas	5,323	8,146	12,490
Vegetación	3,586	6,925	5,597

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 71. Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de CO			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	3,500	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,241	7,219
Otra plantación forestal	1,248	18,622	6,075
Otros	4,895	3,259	1,743
Desechos de Pino	0,000	9,993	0,075
Ramas	35,308	54,029	82,842
Vegetación	26,919	51,987	42,011

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 72. Emisiones de COV (Componentes orgánicos volátiles), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de COV			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,286	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,114	3,408
Otra plantación forestal	0,644	9,608	3,135
Otros	1,504	1,002	0,536
Desechos de Pino	0,000	4,718	0,036
Ramas	0,185	0,284	0,435
Vegetación	10,999	21,242	17,166

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 73. Emisiones de Óxido de Nitrógeno (NOx), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de NOx			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,097	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,016	0,492
Otra plantación forestal	0,089	1,326	0,433
Otros	0,655	0,436	0,233
Desechos de Pino	0,000	0,682	0,005
Ramas	5,525	8,455	12,964
Vegetación	1,061	2,048	1,655

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Tabla 74. Emisiones de Dióxido de Azufre (SO2), generadas por distintos tipo de cultivo y vegetación en la comuna de Coyhaique.

Emisiones (t/año) de SO2			
Cultivo o vegetación	2010	2011	2012
Cebada	0,002	0,000	0,000
Desechos de Eucaliptus	0,000	0,017	0,518
Otra plantación forestal	0,094	1,405	0,458
Otros	0,076	0,051	0,027
Desechos de Pino	0,000	0,718	0,005
Ramas	1,870	2,861	4,387
Vegetación	0,144	0,278	0,225

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013.

Anexo N° 5 Criterios para las restricciones temporales para el uso del fuego.

En la siguiente tabla se indican algunas de las restricciones a nivel regional para el uso de fuego, según disposición de la autoridad y requisitos para autorización de CONAF (quemadas controladas), para las zonas de estudio, esta restricción es sectorial y por temporada especialmente zonas de actividad forestal se prohíbe el uso de quemadas por prevención de incendios forestales:

Tabla 75: Restricción por quemadas del tipo forestal

Nombre Restricción 3	QUEMAS TIPO FORESTAL
Método	Consulta al interesado.
DESCRIPCION DE CONDICIONES REGIONALES	
Región del Biobío	Entre noviembre a marzo se prohíben quemadas del tipo forestal / Excepto situaciones especiales que constituyan riesgo de incendio forestal
Región de Los Ríos	N/A (No Aplica)
Región de los Lagos	N/A (No Aplica)
Región de Aysén	N/A (No Aplica)

Fuente: CONAF, 2013.

En la siguiente tabla se indica las restricciones a nivel regional, para el uso de fuego, según disposición de la autoridad y requisitos de autorización de CONAF, según fecha calendario, periodo que está prohibido el uso de quemadas de cualquier tipo, debido a las condiciones climáticas, periodos de cosechas y prevención de incendios forestales.

Tabla 76: Restricción por instrumento legal por región.

Nombre Restricción 4	INSTRUMENTO LEGAL		
Método	Consulta Municipio. Consulta www.bcn.cl		
DESCRIPCION DE CONDICIONES REGIONALES			
Región	Instrumento	Alcance territorial	Periodo
Biobío	DS 276/1980	Toda la Región	Enero y Febrero
Los Ríos	DS 276/1980	Toda la región	Enero y Febrero
Los Lagos	DS 276/1980	Toda la región	Entre el 22 de Diciembre y el 28 de Febrero
Aysén	DS 276/1980	Toda la región	N/A (No Aplica)

Fuente: CONAF, 2013.

En la siguiente tabla se indica la restricción a nivel regional, para el uso de fuego, según disposición de la autoridad y requisitos para autorización de CONAF, en relación a iniciativas propias de cada zona de estudio, en esta clasificación entra la utilizada por INDAP-Región de Aisén, vegetación muerta para recuperar suelos degradados.

Tabla 77: Restricción por iniciativa propia por región.

Nombre Restricción 6		SIN CLASIFICACIÓN
Método		Propio
DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES REGIONALES		
REGIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Biobío	N/A	N/A (No Aplica)
Los Ríos	N/A	N/A (No Aplica)
los Lagos	N/A	N/A (No Aplica)
Aysén	Sequía	Aumento anormal de la superficie de combustible seco entre los meses de diciembre a Marzo

Fuente: Fuente: CONAF, 2013.

Anexo 6: En las siguientes tablas se aprecian las emisiones (t/año) ,para las comunas en estudio según los datos registrados por CONAF y el Censo Agropecuario 2007 (Datos obtenidos a nivel predial) , proyectados del 2013 a 2025.

Tabla 78 : Proyección de Emisiones (t/año), por tipo de contaminante, para la comuna de Osorno en el periodo 2013-2025.

Ciudad	Año	Proyección CONAF					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Osorno	2013	141,089	136,479	1173,558	144,384	57,297	18,414
	2014	143,929	139,272	1195,124	146,399	58,320	18,592
	2015	146,838	142,133	1217,159	148,463	59,367	18,774
	2016	149,819	145,065	1239,673	150,577	60,440	18,960
	2017	152,874	148,069	1262,677	152,744	61,537	19,150
	2018	156,004	151,146	1286,182	154,965	62,662	19,344
	2019	159,211	154,299	1310,199	157,240	63,813	19,543
	2020	162,498	157,530	1334,741	159,572	64,992	19,746
	2021	165,865	160,841	1359,819	161,962	66,199	19,954
	2022	169,317	164,233	1385,445	164,411	67,435	20,167
	2023	172,854	167,710	1411,633	166,921	68,701	20,384
	2024	176,479	171,272	1438,395	169,493	69,998	20,607
	2025	180,194	174,923	1465,745	172,129	71,326	20,834

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 79 : Proyección de Emisiones (t/año), por tipo de contaminante, para la comuna de Osorno en el periodo 2013-2025.

Ciudad	Año	Proyección Censo Agropecuario 2007					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Osorno	2013	146,391	140,436	901,488	148,422	55,552	16,817
	2014	149,795	143,750	919,697	150,870	56,684	16,977
	2015	153,296	147,158	938,394	153,389	57,847	17,140
	2016	156,897	150,664	957,595	155,981	59,043	17,307
	2017	160,600	154,268	977,316	158,649	60,272	17,479
	2018	164,409	157,976	997,573	161,394	61,536	17,655
	2019	168,327	161,790	1018,381	164,219	62,836	17,836
	2020	172,358	165,712	1039,759	167,127	64,172	18,021
	2021	176,504	169,747	1061,725	170,120	65,546	18,211
	2022	180,769	173,898	1084,296	173,201	66,958	18,406
	2023	185,158	178,168	1107,493	176,373	68,411	18,605
	2024	189,673	182,561	1131,334	179,638	69,905	18,810
	2025	194,319	187,080	1155,840	183,000	71,442	19,020

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 80 : Proyección de Emisiones (t/año) ,por tipo de contaminante, para la comuna de Coyhaique en el periodo 2013-2025.

Ciudad	Año	Proyección CONAF					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Coyhaique	2013	19,472	17,341	117,031	25,210	12,126	4,385
	2014	20,506	18,268	122,933	26,260	12,772	4,577
	2015	21,434	19,098	128,296	27,207	13,358	4,752
	2016	22,407	19,969	133,928	28,202	13,974	4,936
	2017	23,430	20,883	139,842	29,246	14,620	5,130
	2018	24,503	21,844	146,051	30,343	15,298	5,332
	2019	25,630	22,852	152,571	31,494	16,011	5,545
	2020	26,814	23,911	159,416	32,703	16,759	5,769
	2021	28,057	25,023	166,604	33,972	17,545	6,004
	2022	29,361	26,190	174,152	35,305	18,370	6,250
	2023	30,731	27,416	182,076	36,704	19,236	6,509
	2024	32,170	28,703	190,397	38,174	20,145	6,781
	2025	33,681	30,054	199,134	39,717	21,100	7,066

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 81 : Proyección de Emisiones (t/año) ,por tipo de contaminante, para la comuna de Coyhaique en el periodo 2013-2025.

Ciudad	Año	Proyección Censo Agropecuario 2007					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Coyhaique	2013	20,290	18,130	145,728	26,730	12,515	4,346
	2014	20,416	18,252	147,346	26,862	12,560	4,346
	2015	20,548	18,379	149,046	27,001	12,607	4,347
	2016	20,687	18,514	150,830	27,147	12,657	4,348
	2017	20,833	18,654	152,704	27,300	12,709	4,349
	2018	20,986	18,802	154,671	27,460	12,764	4,350
	2019	21,147	18,957	156,737	27,629	12,821	4,352
	2020	21,316	19,120	158,906	27,806	12,881	4,353
	2021	21,493	19,291	161,184	27,992	12,944	4,354
	2022	21,679	19,471	163,575	28,187	13,011	4,355
	2023	21,875	19,660	166,086	28,392	13,080	4,357
	2024	22,080	19,858	168,723	28,608	13,154	4,358
	2025	22,295	20,066	171,491	28,834	13,230	4,360

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 82 : Proyección de Emisiones (t/año) ,por tipo de contaminante, para la comuna de Valdivia en el periodo 2013-2025,.

Ciudad	Año	Proyección CONAF					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Valdivia	2013	9,511	8,319	74,101	12,328	3,816	1,560
	2014	9,590	8,397	74,748	12,383	3,845	1,565
	2015	9,673	8,478	75,432	12,442	3,876	1,570
	2016	9,759	8,563	76,155	12,503	3,908	1,576
	2017	9,850	8,653	76,919	12,568	3,941	1,582
	2018	9,946	8,747	77,727	12,635	3,977	1,589
	2019	10,046	8,846	78,581	12,706	4,014	1,596
	2020	10,151	8,950	79,485	12,781	4,053	1,603
	2021	10,261	9,059	80,440	12,859	4,094	1,611
	2022	10,377	9,174	81,450	12,941	4,137	1,619
	2023	10,499	9,294	82,518	13,028	4,183	1,627
	2024	10,627	9,421	83,648	13,119	4,231	1,636
	2025	10,762	9,554	84,843	13,214	4,281	1,645

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Tabla 83 : Proyección de Emisiones (t/año), por tipo de contaminante, para la comuna de Valdivia en el periodo 2013-2025.

Ciudad	Año	Proyección Censo Agropecuario 2007					
		Contaminante					
		MP10	MP2,5	CO	COV	NOx	SO ₂
Valdivia	2013	12,494	11,257	97,516	14,437	4,901	1,753
	2014	12,716	11,475	99,487	14,595	4,984	1,768
	2015	12,948	11,706	101,571	14,760	5,071	1,785
	2016	13,193	11,948	103,776	14,934	5,163	1,802
	2017	13,450	12,202	106,108	15,116	5,260	1,820
	2018	13,721	12,470	108,575	15,309	5,363	1,840
	2019	14,006	12,752	111,186	15,511	5,470	1,860
	2020	14,305	13,048	113,948	15,724	5,584	1,882
	2021	14,620	13,360	116,870	15,948	5,703	1,904
	2022	14,952	13,688	119,962	16,184	5,829	1,928
	2023	15,301	14,034	123,235	16,432	5,962	1,954
	2024	15,668	14,398	126,698	16,693	6,102	1,981
	2025	15,881	14,608	128,560	16,844	6,181	1,995

Fuente: Elaboración propia a partir de registros de CONAF, 2013 y Censo Agropecuario 2007.

Anexo 7: Actas de Reuniones y Visitas a terrenos.

ACTA DE REUNIÓN Y TERRENO COMUNA DE CHILLÁN.

Proyecto	Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas		
Grupo de Trabajo	INDAP , SISTAM, MMA		
Lugar de Reunión	Oficinas INDAP		
Fecha / Horas	07/11/2013		

Clasificación:									
Informativa	*	Control Avance	-	Coordinación	-	Decisión		Otros	

Forma de Trabajo:	Consenso	*	Mayoría		Unanimidad		Jerarquía	
--------------------------	-----------------	---	----------------	--	-------------------	--	------------------	--

PARTICIPANTES	
Lincoln Norambuena (SISTAM)	Jorge Salvo (INDAP)
Cristian Villaman (SISTAM)	Nicolás Trivelli (DEA)

AGENDA
1) Validar Información, ver medidas de abatimiento que pudieran ser aplicadas en la zona de estudio.

NOTAS DE LA REUNIÓN
<p>Se da a conocer en que consiste el estudio , Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas</p> <p>En la realización de Quemadas Agrícolas:</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de quemadas varían según condiciones climáticas (temperatura, viento, humedad), hay que tener en cuenta que en el periodo de Febrero-Mayo son los mayores focos de

Quemas agrícolas, debido a que los cultivos se han cosechado y generan más rastrojos o residuos, existe restricción de horarios después de las 6 de la tarde (baja de temperatura medida de prevención), esto por preparación del suelo para la próxima rotación o siembra.

Consideraciones

- Uso de maquinaria (Roto cultivador), mediante un subsidio, arriendo o compra, medida que ayudaría a evitar las quemas agrícolas, debido que se podría incorporar al suelo los rastrojos o desechos de los cultivos principalmente el de trigo considerando que es el cultivo con mayor superficie sometida a quema en la comuna de Osorno.
- Medianos y Grandes propietarios han realizado actividades de Cero labranza (especialmente propietarios con cultivos de Trigo)
- El uso de maquinaria (Enfardadoras) medida aprovechada en la Ganadería (para soporte camas en establos o nutrición), principalmente el de trigo, no obstante es solo consumo, debido que no hay canales de comercialización de fardos establecidos.
- Es muy poca las quemas atribuidas a Frutales (debido a que no se podan prácticamente por riesgo a contaminación de alguna plaga o enfermedad) y Plantaciones Forestales han disminuido de forma drástica debido al valor económico, el Chipeado de biomasa especialmente de pinos y eucaliptus para leña.
- Existe una conciencia en pequeños propietarios de que hay alternativas al uso del fuego y que de ellas pueden sacar provecho para sus propios cultivos, pero el costo de la maquinaria hace no viable.
- Ver la factibilidad de realizar medidas, considerando que según datos de PRODESAL más de un 60 % de los pequeños propietarios en las comunas Chillán y Chillán Viejo tienen un promedio de 57 años, lo cual dificultaría hacer propuestas inmediatas. (considerando que para ser pequeño propietario de PRODESAL, es quien posee no más de 5 Ha de riego básico),

ACTA DE REUNIÓN COMUNA DE CHILLÁN.

Proyecto	Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemados Agrícolas		
Grupo de Trabajo	CONAF , SISTAM, MMA		
Lugar de Reunión	Oficinas CONAF		
Fecha	07/11/2013		

Clasificación:									
Informativa	*	Control Avance	-	Coordinación	-	Decisión	-	Otros	-

Forma de Trabajo:	Consenso	*	Mayoría	-	Unanimidad	-	Jerarquía	
--------------------------	-----------------	---	----------------	---	-------------------	---	------------------	--

PARTICIPANTES	
Lincoln Norambuena (SISTAM)	Daniel Balmaceda (CONAF)
Cristian Villamán (SISTAM)	Nicolás Trivelli (DEA)

AGENDA
2) Validación de Información

NOTAS DE LA REUNIÓN
<p>En la realización de Quemados Agrícolas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones climáticas y calendarización de los quemados, se debe tener en cuenta que entre los meses de Febrero-Abril son los mayores focos de quemados agrícolas, cuyo objetivo es la habilitación o preparación del suelo para la próxima siembra. • CONAF es la institución quien da la autorización de la realización de un quemado, registrando el predio, especie o tipo de cultivo y superficie que será sometida a quemado, no obstante solo registra la superficie que el propietario declara para quemar.

Algunos de los métodos usados con la aplicación de fuego:

- En terreno abierto, (fiscalizados por CONAF, los cortafuegos y agua por prevención, de esta manera se quema a ras del suelo toda la superficie de cultivo de forma superficial en especial rastrojos de Trigo en la comuna de Osorno.
- Apilar (juntar rastrojos o residuos vegetales en terreno) especialmente de trigo o maíz, para no concentrar la quema y evitar propagación del fuego, por riesgos climáticos (especialmente el viento).
- El cultivo más sometido a quema de trigo (alcanzando un 80% de las quemas en la comuna de Chillán y Chillán Viejo), la vid (sarmientos, material vegetativo que queda después de podas).

Consideraciones

- Es muy poca las quemas atribuidas a Frutales (debido a que no se podan prácticamente por riesgo a contaminación de alguna plaga o enfermedad) y Plantaciones Forestales han disminuido de forma drástica debido al valor económico, el Chipeado de biomasa especialmente de pinos, quedando como materia prima especialmente para celulosa, aparte hay un apoyo de privados de brigadas de Control de incendios Forestales, lo que de alguna medida podría evitar focos de quemas ilegales.
- Coinciden que las quemas no son tan relevantes en la contaminación, como el uso de la Leña en la comuna, aunque en los meses de Febrero – Mayo se ven varios focos (habría en algunos casos quemas ilegales), CONAF para la provincia del Ñuble tuvo 2400 avisos de quemas.
- Falta una mejor fiscalización, en cuanto a las quemas ilegales, ya que CONAF solo le da aviso a Carabineros de Chile, quien solo contempla el número de quemas, no identificando a que especie corresponde y tampoco al total de superficie quemada.

ACTA DE REUNIÓN Y TERRENO COMUNA DE OSORNO.

Proyecto	Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas		
Grupo de Trabajo	INDAP , SISTAM, MMA		
Lugar de Reunión	Oficinas INDAP		
Fecha	06/11/2013		

Clasificación:							
Informativa	*	Control Avance	-	Coordinación	-	Decisión	Otros

Forma de Trabajo:	Consenso	*	Mayoría		Unanimidad		Jerarquía
--------------------------	-----------------	---	----------------	--	-------------------	--	------------------

PARTICIPANTES	
Lincoln Norambuena (SISTAM)	Raúl Cárdenas (INDAP)
Cristian Villaman (SISTAM)	Nicolás Trivelli (DEA)

AGENDA
3) Validar Información, ver medidas de abatimiento que pudieran ser aplicadas en la zona de estudio.

NOTAS DE LA REUNIÓN
<p>Se da a conocer en que consiste el estudio, Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemadas Agrícolas.</p> <p>Posteriormente se realiza una visita a Terreno</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de quemadas varían según condiciones climáticas (temperatura, viento, humedad), hay que tener en cuenta que en el periodo de Marzo-Abril son los mayores focos de quemadas agrícolas, debido a que los cultivos se han cosechado y generan más rastrojos o residuos (en especial el trigo en la comuna de Osorno).

- En el periodo crítico (donde se realizan mayor número de quemas), si las condiciones climáticas son adversas, todo el humo generado se va hacia la comuna, generando focos de contaminación ambiental en la población.
- El objetivo principal es la eliminación de material vegetal a ras de suelo para la preparación del suelo para la próxima siembra, debido al tiempo-costos.

Consideraciones

- Uso de maquinaria (Roto cultivador), mediante un subsidio, arriendo o compra, medida que ayudaría a evitar las quemas agrícolas, debido que se podría incorporar al suelo los rastrojos o desechos de los cultivos principalmente el de trigo considerando que es el cultivo con mayor superficie sometida a quema en la comuna de Osorno.
- El uso de maquinaria móvil en terreno (Trituradora), debido que se podría incorporar al suelo los rastrojos o desechos de los cultivos, para protección y nutrición del suelo provenientes del trigo y vegetación que este en terreno.
- Se debe considerar que en la zona existen pequeños propietarios PRODESAL (1600), PDTI (Programa Desarrollo Terrenos Indígenas) (1535) y que en su totalidad tienen Huertos Caseros, aunque las superficies de huerto son pequeñas, crear una iniciativa a no quemar y aprovechar sus residuos o desechos, por ejemplo método de compostaje.
- Otra forma es hacer una rotación de cultivo, después de la cosecha de Trigo, en vez de usar fuego se hace un nuevo cultivo con otro cereal (Avena) objetivo principal es la recuperación de suelo y otras entradas económicas para los propietarios.
- Es muy poca las quemas atribuidas a Frutales (debido a que no se podan prácticamente por riesgo a contaminación de alguna plaga o enfermedad) y Plantaciones Forestales han disminuido de forma drástica debido al valor económico, el Chipeado de biomasa especialmente de pinos.
- Existe una conciencia en pequeños propietarios de que hay alternativas al uso del fuego y que de ellas pueden sacar provecho para sus propios cultivos, pero el costo de la maquinaria hace no viable, los mismos propietarios han comprobado que el uso de quema en algunos casos no es favorable, en sectores donde no se ha realizado quema, el cultivo es de mejor calidad.

ACTA DE REUNIÓN, COMUNA DE OSORNO.

Proyecto	Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemados Agrícolas				
Grupo de Trabajo	CONAF , SISTAM, MMA				
Lugar de Reunión	Oficinas CONAF				
Fecha / Horas	06/11/2013	Inicio	10:00 horas	Final	12:00 horas

Clasificación:									
Informativa	*	Control Avance	-	Coordinación	-	Decisión	-	Otros	-

Forma de Trabajo:	Consenso	*	Mayoría		Unanimidad		Jerarquía	
--------------------------	-----------------	---	----------------	--	-------------------	--	------------------	--

PARTICIPANTES	
Lincoln Norambuena (SISTAM)	Héctor Adriazola (CONAF)
Cristian Villaman (SISTAM)	Nicolás Trivelli (DEA)

AGENDA
4) Validación de Información

NOTAS DE LA REUNIÓN
<p>En la realización de Quemados Agrícolas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CONAF es la institución quien da la autorización de la realización de una quema, registrando el predio, especie y superficie que será sometida a quema, no obstante solo registra la superficie que el propietario declara, la cual podría estar subestimada. • Condiciones climáticas y calendarización de las quemados, hay que tener en cuenta que en los meses de Marzo-Abril son los mayores focos de quemados agrícolas, esto por preparación del suelo para la próxima rotación.

Algunos de los métodos usados con la aplicación de fuego:

- En terreno abierto, (fiscalizados por CONAF, los cortafuegos y agua por prevención, de esta manera se quema a ras del suelo toda la superficie de cultivo de forma superficial en especial rastrojos de Trigo en la comuna de Osorno.
- Apilar (juntar rastrojos o residuos vegetales en terreno) especialmente de trigo o maíz, para no concentrar la quema y evitar propagación del fuego, por riesgos climáticos.
- El objetivo principal es la eliminación de material vegetal para la preparación del suelo para la próxima siembra, debido al tiempo-costos.
- Es muy poca las quemas atribuidas a Frutales (debido a que no se podan prácticamente por riesgo a contaminación de alguna plaga o enfermedad) considerando las especies con más presencia (Manzanos Verde y Rojo, Arándanos, Cerezos etc.) y Plantaciones Forestales han disminuido de forma drástica debido al valor económico que han tenido los desechos de las intervenciones silvícolas (poda-raleo-cosecha), donde el Chipeado de biomasa especialmente de pinos.
- El aumento de las superficies (ha) con cultivo de Raps en la comuna de Osorno, podría tener un aumento en las quemas en años venideros , debido a que inmediatamente después de la cosecha se realiza en algunos sectores quemas, para habilitación del terreno.
- Se establece que las quemas no son tan relevantes en la contaminación (ya que es solo un periodo corto 2 meses aprox.), como el uso de la Leña (residencial) en la comuna.
- Falta una mejor fiscalización, en cuanto a las quemas ilegales, ya que CONAF solo le da aviso de quema a Carabineros de Chile, quien cursa la infracción y solo contempla el número de quemas, no identificando a que especie corresponde y tampoco al total de superficie quemada.

ACTA DE REUNIÓN Y TERRENO COMUNA DE VALDIVIA.

Proyecto	Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemas Agrícolas		
Grupo de Trabajo	INDAP , SISTAM, MMA		
Lugar de Reunión	Oficinas INDAP		
Fecha	05/11/2013		

Clasificación:									
Informativa	*	Control Avance	.	Coordinación	.	Decisión	.	Otros	

Forma de Trabajo:	Consenso	*	Mayoría	.	Unanimidad	.	Jerarquía	.
--------------------------	-----------------	----------	----------------	----------	-------------------	----------	------------------	----------

PARTICIPANTES	
Lincoln Norambuena (SISTAM)	Juan Marcelo Ramírez (INDAP)
Cristian Villaman (SISTAM)	Nicolás Trivelli (DEA)

AGENDA
1) Validar Información, ver medidas de abatimiento que pudieran ser aplicadas en la zona de estudio.

NOTAS EN TERRENO
<p>Se da a conocer en que consiste el estudio, Emisiones y Costos de Abatimiento para el Sector de Quemas Agrícolas.</p> <p>Se realiza una visita a Terreno, con pequeños propietarios incorporados en programa de INDAP.</p> <ul style="list-style-type: none"> El uso de quemas varían según condiciones climáticas (temperatura, viento, humedad), hay que tener en cuenta que en el periodo de Marzo-Abril son los mayores focos de quemas agrícolas, debido a que los cultivos se han cosechado y generan más rastrojos o residuos.

- El objetivo principal es la eliminación de material vegetal para la preparación del suelo para la próxima siembra, debido al tiempo-costos.
- No existe grandes superficies de quemas atribuidas a Frutales (debido a que no se podan o no se realiza alguna intervención, esto debido al riesgo de contaminación de alguna plaga o enfermedad) y Plantaciones Forestales (por el valor económico que ha tenido en los últimos años)

Algunos de los métodos usados con la aplicación de fuego:

- En terreno abierto, (fiscalizados por CONAF, los cortafuegos y agua por prevención, de esta manera se quema a ras del suelo toda la superficie de cultivo de forma superficial en especial rastrojos de Trigo en la comuna de Valdivia.
- Apilar (juntar rastrojos o residuos vegetales en terreno) especialmente cultivos de trigo o maíz, para no concentrar la quema y evitar propagación del fuego, por riesgos climáticos concentrar la quema y evitar los riesgos climáticos, en una posible propagación del fuego, además las quemas se concentran en un periodo muy corto (2 meses aprox.) debido a las condiciones climáticas y ventilación de la comuna.

Consideraciones

- El uso de maquinaria, por ejemplo (Roto cultivador) medida que ayudaría a evitar las quemas agrícolas, debido que se podría incorporar al suelo los rastrojos o desechos de los cultivos, habría que ver cuál es la factibilidad económica de implementar esta medida, ya que estaría dirigida en especial a los pequeños propietarios.
- El uso de maquinaria móvil en terreno (Trituradora), la ventaja que posea es su movilidad debido que se podría incorporar al suelo los rastrojos o desechos de los cultivos, para protección y nutrición del suelo, además de su ventaja de traslado.
- En el caso del cultivo del maíz, después de la cosecha se deja en terreno una base 20 a 30 cm, para el ingreso de ganado al terreno (para alimentación) y emparejamiento del terreno debido al paso de los animales, el tema sería como asociar a los propietarios ganaderos y agrícolas.
- El aumento de las superficies (ha) con cultivo de Raps en la comuna, podría tener un aumento en las quemas en años venideros, debido a que inmediatamente después de la cosecha se realiza en algunos sectores quemas.
- Falta una mejor fiscalización, en cuanto a las quemas ilegales, ya que CONAF solo le da aviso a Carabineros de Chile, quien cursa la infracción y solo contempla el número de quemas, no identificando a que especie corresponde y tampoco al total de superficie quemada.

- Faltan iniciativas más potentes para evitar el uso del fuego, como asesorías técnicas y económicas, por ejemplo de INDAP o PRODESAL, ya que hoy en día la relación tiempo-costo hace que sigan practicando esta actividad.
- Las quemas agrícolas al parecer no son tan relevantes en la contaminación ambiental, como la preocupación del uso de la leña en la comuna.