

## **GUÍA PEDAGÓGICA ESTUDIANTE AGRÍCOLA**

Juégale Limpio al Aire de tu Ciudad

Programa Capacitación Disminución de la Contaminación por Material Particulado

Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente  
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

Guía Pedagógica Estudiante Agrícola

Elaborado por:

Rosa Flores Z.  
Ada Jorquera  
Consultora Buena Comuna

Edición. Secretaría Ministerial del Medio Ambiente  
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Diseño, diagramación e ilustraciones:

Lagatotuerta  
[www.lagatotuerta.com](http://www.lagatotuerta.com)  
Camila Bahamondes, Fernanda Villarroel.

Impreso en:

Santiago de Chile, diciembre de 2014



## Presentación

**Páginas:**  
**5**

## Sección 1

Contaminación atmosférica.

**6 - 9**

## Sección 2

Efectos de la contaminación atmosférica.

**10 - 11**

## Sección 3

Normativa e Institucionalidad Ambiental.

**12 - 14**

## Sección 4

Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins

**15 - 19**

## Sección 5

Evitar las quemas Agrícolas.

**20 - 29**

## Referencias Bibliográficas

**30 - 31**



**Giovanna Amaya Peña**  
Seremi del Medio Ambiente  
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

La puesta en marcha del Plan de Descontaminación Atmosférica PDA del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, no sólo ha sido un tema de gran importancia durante el primer año de mi gestión, si no también, un compromiso adquirido para con cada uno de los habitantes de las 17 comunas saturadas de la zona, en el que, tanto ellos como nosotros, jugamos un rol protagónico en la realización de prácticas sustentables que favorezcan y mejoren la calidad de nuestro medio ambiente.

Este plan, establecido por Decreto Supremo N°15 del Ministerio del Medio Ambiente y que entró en vigencia el 5 de agosto de 2013, es una herramienta de gestión ambiental del Estado de Chile, cuyo propósito es recuperar la calidad del aire de las comunas declaradas saturadas en la Región. Esto, como resultado de una búsqueda constante, que hacemos como Gobierno, para desarrollar acciones basadas en políticas, planes y programas referidos a materia ambiental, teniendo como eje central la protección y conservación de los recursos naturales de nuestro país. En reconocimiento del rol de la educación en el cambio de conductas de la ciudadanía, el PDA considera entre sus medidas, un Programa anual de difusión y educación durante toda su vigencia.

El Manual para Monitores Ambientales, forma parte de los materiales del Curso de formación de monitores ambientales para la descontaminación atmosférica de la Región e incluye los contenidos considerados necesarios para el desarrollo de los conocimientos, actitudes y habilidades que se requiere para impulsar acciones comunitarias locales que contribuyan a disminuir los niveles de contaminación y mejorar la calidad de vida de los habitantes, todo esto, basados en el compromiso que tenemos con el medio ambiente, en beneficio de cada ciudadano, como parte de la labor encomendada por la Presidenta Michelle Bachelet, en la búsqueda incansable de una sociedad que pueda vivir en un ambiente limpio y sano.

Como equipo, liderado por nuestro Ministro Pablo Badenier, hemos trabajado sin descanso en el cumplimiento de los objetivos propuestos, sin embargo, se hace fundamental la labor mancomunada con la ciudadanía, pues son ustedes quienes, con nuestras herramientas, llevan a cabo la acción y forjan así el futuro de las próximas generaciones.

Los capítulos de este libro, se han ordenado desde los contenidos necesarios para la comprensión del fenómeno de la contaminación, hasta los requeridos para desempeñarse de manera práctica. Cada Capítulo se inicia con un relato que lo contextualiza y enuncia el paso a una nueva etapa, que sin duda los llevará a entender en profundidad este tema que es responsabilidad de todos.

**El aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano**, sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo (PNUMA).

### ¿Qué es la contaminación?

En la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, Ley N° 19.300 modificada por la Ley N° 20.417, se establece en el artículo 2, letra c que la Contaminación es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente.

El concepto de contaminación atmosférica se puede entender como toda alteración negativa de un estado natural, provocada por un elemento químico, físico o biológico, cuya concentración se encuentra en mayor o menor cantidad de la considerada normal, la cual puede ser perjudicial para la salud de las personas y el desarrollo de la flora y fauna. En el Valle Central de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, el problema de la calidad del aire es tema de preocupación para sus habitantes. Es por ello que en el año 2009 el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, declaró al Valle Central de la región como una zona saturada por Material Particulado Respirable MP10, considerando la concentración anual y concentración diaria (24 horas). Dicha zona saturada incluye las siguientes comunas: **Graneros, Rancagua, Doñihue, Olivar, Coltauco, Coinco, Quinta de Tilcoco, San Vicente de Tagua Tagua, Placilla, Mostazal, Codegua, Machalí, Malloa, Rengo, Requinoa, San Fernando y Chimbarongo.**

### A.- Tipos de contaminantes.

Los contaminantes más importantes de la Región son el Material Particulado (MP), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los compuestos orgánicos

volátiles (COV) estos dos últimos son además precursores del Ozono Troposférico (O<sub>3</sub>). El contaminante más importante en la región es el Material Particulado, por su cantidad y efectos en la salud.

Material Particulado Respirable: partículas de diámetro menor o igual a 10 micrones (un micrón es la milésima parte de un milímetro). Por su tamaño, el MP10 es capaz de ingresar al sistema respiratorio del ser humano. Mientras menor sea el diámetro de estas partículas, mayor será el potencial daño en la salud.

Podemos subdividir al Material Particulado en:

- Fracción gruesa: de 2,5 a 10 micrones. Puede llegar hasta los pulmones.
- Fracción fina: menos a 2,5 micrones. Puede ingresar hasta los alvéolos y luego a la sangre.

En la siguiente tabla se presentan las principales actividades que impactan la calidad del aire en nuestra región.

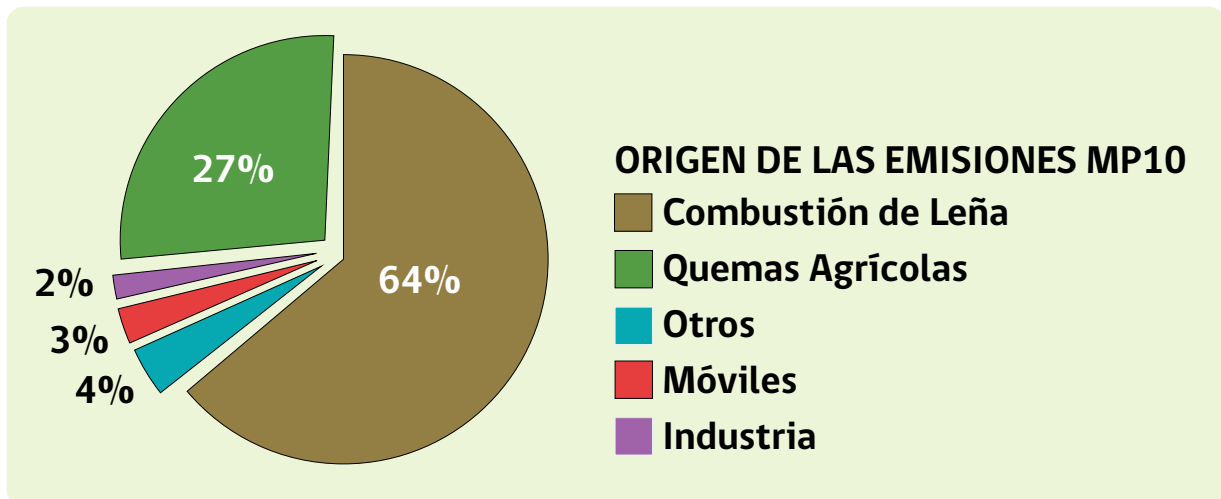
**Tabla 1: Cuadro de los principales contaminantes de la región (inventario de emisiones 2006)**

<b>Categoría de Fuente</b>	<b>MP10 ton/año</b>	<b>MP 2,5 ton/año</b>	<b>CO ton/año</b>	<b>NO<sub>x</sub> ton/año</b>	<b>Cov ton/año</b>	<b>SO<sub>x</sub> ton/año</b>	<b>NH<sub>3</sub> ton/año</b>
Industria (Otras)	214	159	704	1.186	11	2.138	335
Industria Cobre	1.565	1.322	476	2.051	42	116.412	57
Combustión de Leña	5.261	5.113	48.275	557	21.700	73	442
Otras Residenciales	4	4	18	83	3.492	22	237
Evaporativas Comerciales					15.011		
Quemas Agrícolas	2.257	2.157	14.584	636	1.320	84	
Incendios Forestales	5.505	4.675	52.308	1.925	3.620	582	526
Otras Aerales	5	4	17	1	41.122		111.364
<b>Total Estacionarias</b>	<b>14.811</b>	<b>13.434</b>	<b>116.382</b>	<b>6.439</b>	<b>86.319</b>	<b>119.312</b>	<b>112.960</b>
Buses Licitados	8	7	41	145	13	3	0
Otros Buses	64	57	288	1.256	149	31	1
Camiones	134	118	580	1.978	308	68	1
Vehículos Livianos	47	26	19.171	2.009	1.244	26	61
Fuera de Ruta	67	61	347	376	60	0	0
<b>Total Móviles</b>	<b>321</b>	<b>269</b>	<b>20.427</b>	<b>5.764</b>	<b>1.774</b>	<b>127</b>	<b>63</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15.132</b>	13.703	136.809	12.203	88.093	119.439	113.023

Fuente: Guía Pedagógica, Descontaminemos el aire de nuestra ciudad, SEREMI del Medio Ambiente Región de O'Higgins año 2014.

Según antecedentes del estudio "Apoyo en la formulación del Plan de Descontaminación del Valle Central Región de O'Higgins" (2008) que realizó una actualización del inventario de emisiones con base en el año 2006 para el año 2007, indica que para el Valle Central de la Región de O'Higgins, la combustión residencial de leña y las quemas agrícolas son las fuentes principales

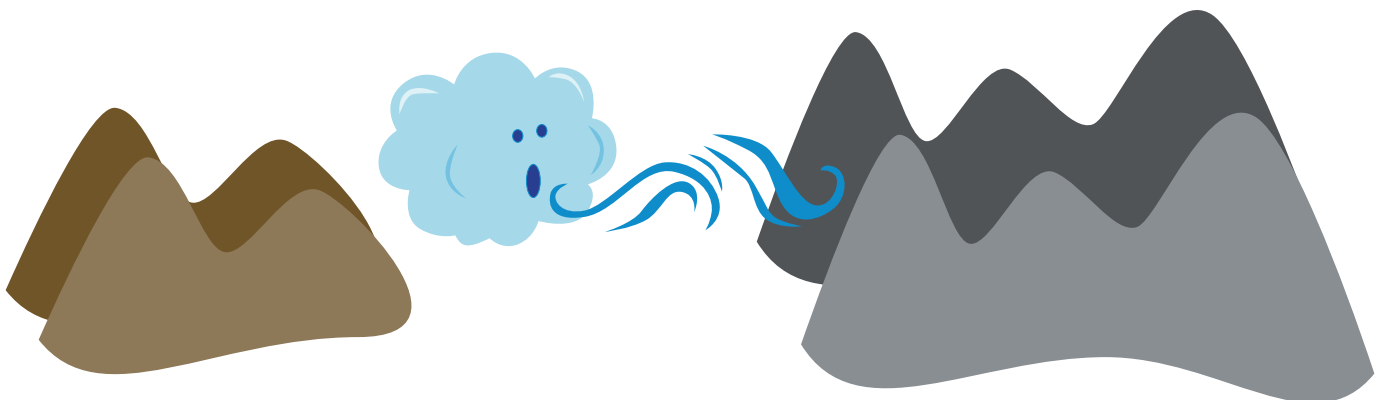
de emisiones de MP10 a la atmosfera, siendo sus aportes un 64% y 27% respectivamente del total de emisiones. En relación a las otras fuentes, el sector industrial y transporte presentan aportes menores con un 2% y 3% respectivamente.



### B.-Los factores que determinan la contaminación del aire en la Región.

Los factores que determinan la contaminación del aire en la Región tienen su origen tanto en condiciones antropogénicas como naturales.

**-Factor geográfico:** La región comprende una superficie de 3.443,6 km<sup>2</sup>. Las características del relieve más importantes son la presencia de cuatro fajas longitudinales: Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y Planicies Costeras. Estas características geográficas del Valle Central (cajón), propician las condiciones necesarias para impedir la dispersión de los contaminantes al encontrarse entre cordones montañosos (Cordillera de los Andes y de La Costa). Estos cordones dificultan la circulación de los vientos y por ende la renovación del aire. Es por ello que en épocas de estabilidad atmosférica los contaminantes generados por la actividad humana quedan atrapados en el valle.





- **Factor climático:** El clima del valle central se denomina templado, cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada-. Durante los meses más fríos, los factores climáticos son muy adversos para la dispersión de los contaminantes en la atmósfera. Esto implica que para iguales condiciones de emisión comparada con otras ciudades a nivel mundial, las concentraciones de contaminantes atmosféricos resultantes en la región O'Higgins son mayores.

**A- Anticiclón del Pacífico:** Genera durante el invierno precipitaciones sobre la zona central, lo que permite una limpieza temporal de la atmósfera. Una vez que se ausentan las lluvias, los contaminantes podrían aumentar rápidamente, dependiendo de los factores climáticos que se presenten.

**B-Inversión Térmica:** Es un proceso natural que afecta a la circulación del aire en las capas bajas de la atmósfera y aumenta los efectos de la contaminación atmosférica. En la región existe un patrón de inversión térmica llamado de subsidencia (que se mueve de forma horizontal) casi todo el año. Lo que implica que sobre el valle existe una capa que impide la mezcla de aire inferior con el superior. En esta situación las partículas quedan atrapadas en el Valle.

### A.- Efectos sobre la salud humana.

Son muchos los efectos a corto y a largo plazo que la contaminación atmosférica puede provocar sobre la salud de las personas. La contaminación atmosférica aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares.

La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas. Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños y los ancianos. (OMS)

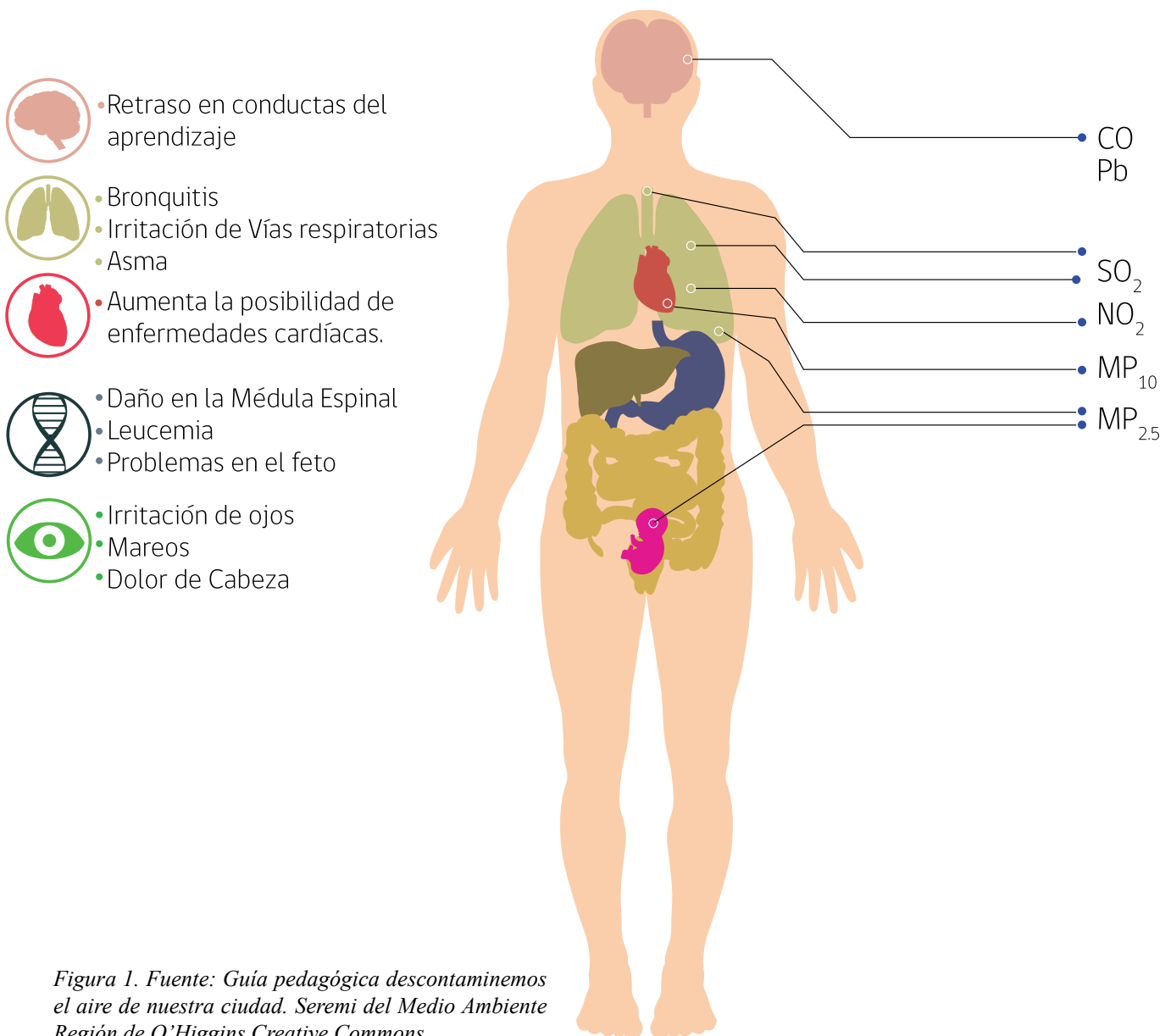


Figura 1. Fuente: Guía pedagógica descontaminemos el aire de nuestra ciudad. Seremi del Medio Ambiente Región de O'Higgins. Creative Commons.

#### **B.- Efectos de la contaminación del aire en el medio ambiente.**

La contaminación del aire también afecta a la flora y fauna de igual manera en que lo hace al ser humano, provocando por ejemplo disminución de la productividad, daño en hojas y frutos.

También la contaminación del aire afecta el medio construido, a través de la corrosión y oxidación de los materiales en edificios y en monumentos que son patrimonio nacional y/o mundial.

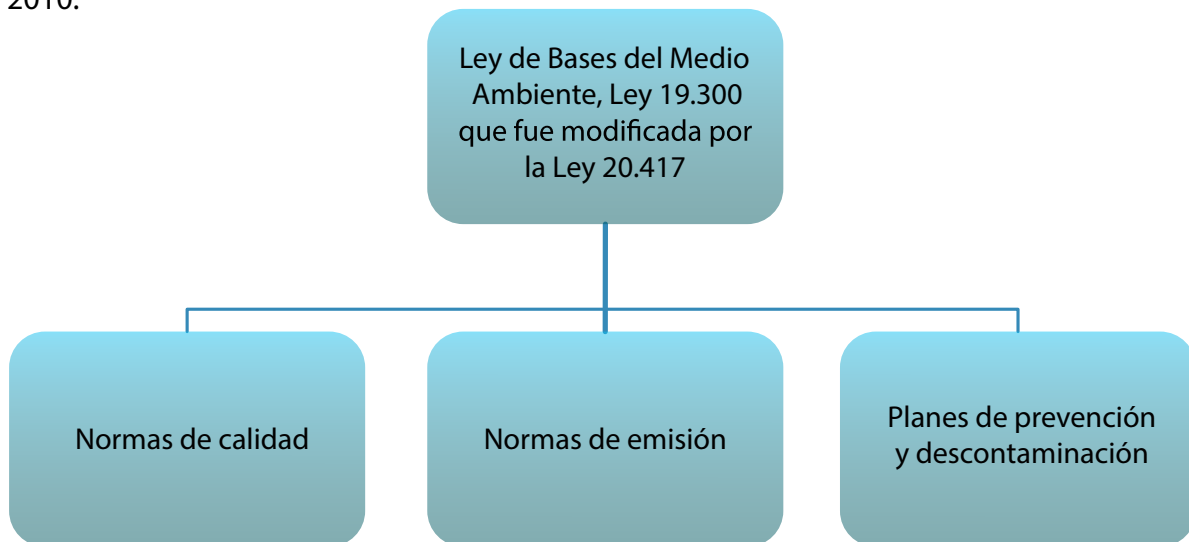


**Constitución Política de la República de Chile de 1980.** Asegura el derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de todas las personas; el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y el derecho a la protección de la salud.

### MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA.

**Ley 19.300. Bases Generales del Medio Ambiente. Del 9 de marzo de 1994.** Regula el derecho constitucional a vivir en un medioambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. Establece que todo el que cause daño al medio ambiente está obligado a hacer una reparación. Asimismo señala que es deber del Estado facilitar la participación ciudadana, permitir el acceso a la información ambiental y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente. Define **Instrumentos de gestión ambiental:** Educación e investigación, evaluación ambiental estratégica, sistema de evaluación de impacto ambiental, sistema nacional de información ambiental, normas de calidad ambiental, sistema nacional de áreas silvestres protegidas, planes de manejo de recursos naturales, de prevención o descontaminación, normas de emisión y declaración de zona saturada o latente. La fiscalización se la entrega a la Superintendencia del medio ambiente, sin perjuicio de ello, las municipalidades recibirán las denuncias formuladas por ciudadanos y las cursarán a la Superintendencia. Crea el Fondo de protección ambiental para financiar acciones orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

**Ley 20.417. Modifica la Ley 19.300. Crea el Ministerio del Medio Ambiente, Secretaría de Evaluación Ambiental y Superintendencia del Medio Ambiente.** Publicada el 26 de enero de 2010.



*Instrumentos de la legislación ambiental para regular la calidad del aire que establece la Ley de bases del medio ambiente*

**Norma Primaria de Calidad Ambiental:** Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud

de la población.

**Norma Secundaria de Calidad Ambiental:** aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía, o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

#### **Normas de calidad primaria.**

Decreto Supremo N° 20, de 2013. Norma de calidad primaria para material particulado respirable MP10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia y deroga Decreto N° 59, de 1998. Ministrario de Salud y Medio Ambiente .

Decreto Supremo N° 12, de 2010. Norma de calidad del aire para MP2,5  
Ministerio de Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 113, de 2002. Norma de calidad del aire para SO<sub>2</sub>.  
Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 114, de 2002. Norma de calidad del aire para NO<sub>2</sub>.  
Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 115, de 2002. Norma calidad del aire para CO.  
Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 136, de 2000. Norma de calidad del aire para plomo.  
Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

#### **Normas de calidad secundaria.**

Decreto Supremo N° 22, de 2010. Norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>). Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

**Normas de emisión:** las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora.

#### **Normas de emisión.**

Decreto Supremo N° 28, de 2013. Norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico. Ministerio del Medio Ambiente. Regula emisiones de MP10, SO<sub>2</sub>, As y Hg.

Decreto Supremo N° 39, de 2011. Norma de emisión de material particulado para los artefactos que combustione o puedan combustionar leña y derivados de la madera. Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 46, de 2014. Revisa Norma de emisión de material particulado, para los artefactos que combustione o puedan combustionar leña y derivados de la madera, contenida en el Decreto N° 39, de 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

Decreto Supremo N° 13, de 2011. Norma de emisión para centrales termoeléctricas. Ministerio del Medio Ambiente. Regula la emisión de MP, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, y HG.

**Planes de prevención y descontaminación.** El **plan de descontaminación** 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. Por su parte, el plan de prevención es un instrumento de gestión ambiental que tiene por objeto evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente.

Decreto Supremo N° 7 del 27 de marzo de 2009. Declara zona saturada por material particulado respirable MP10 como concentración anual y de 24 horas el valle central de la VI Región. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

Decreto Supremo N° 15 del 5 de agosto de 2013. Plan de descontaminación atmosférica PDA para el valle central de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Ministerio del Medio Ambiente

**Plan de Descontaminación:** 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.

**Zona Saturada:** Es un área donde una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. La medición registrada para el Material Particulado Respirable (MP10), entre los años 2004 y 2011 en las estaciones de calidad del aire que forman parte de la red de vigilancia (Rancagua, San Francisco de Mostazal, Codegua y Casas de Peuco), dan cuenta de valores que sobrepasan la norma diaria para dicho parámetro.

### Zona Saturada MP10 Valle Central de la Región de O'Higgins, D.S. N°07/2009 MINSEGPRES

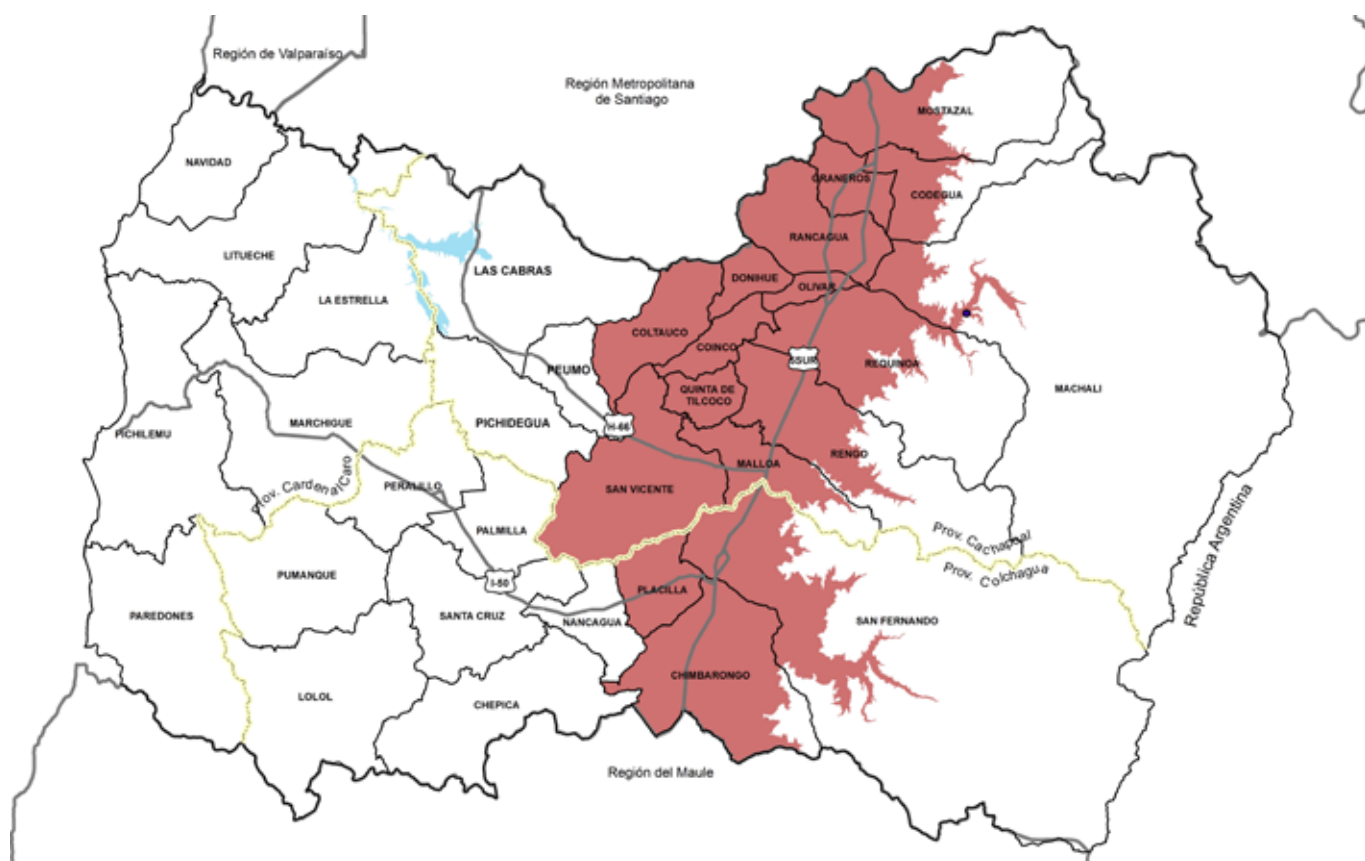


Figura 2. Fuente: Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Las comunas pertenecientes a la **zona saturada del Valle Central** de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, comprenden una superficie de 3.443 Km<sup>2</sup>. Inserta en la zona declarada como saturada por MP10 se encuentra la comuna de Rancagua, que es la capital de la señalada región. Contempla a comunas de la provincia de Cachapoal y de Colchagua, donde habita el 78 % de la población regional.

Desde el 5 de agosto del año 2013 la zona saturada del Valle Central cuenta con un Plan de Descontaminación Atmosférica

El plan tiene por objetivo lograr que en la zona saturada, en un plazo de 10 años, se dé cumplimiento a la norma de calidad primaria para material particulado respirable (MP10) en sus métricas diarias y anuales, para proteger la salud de la población.

En el Plan se establece como meta disminuir las concentraciones diarias y anuales de MP10 hasta un nivel inferior al estado de saturación, es decir lograr un valor de percentil 98 para la norma de 24 horas y promedio trianual inferior al estado de saturación; 149  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente, según el detalle presentado en la Tabla:

**Meta de reducción de concentraciones de MP10.**

Norma del Material Particulado MP10	Norma ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Año Base 2007 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Meta de calidad del Aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Reducción ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Reducción (%)
<b>MP10 Anual: Media Trianual 2005-2007</b>	50	78	49	29	37
<b>MP10 24 horas P98</b>	150	186	149	37	20

Fuente: Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

## 4.1.- Medidas del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle central.

El PDA aborda 8 grandes temáticas:

- 1) Uso de leña para calefacción en zonas urbanas y rurales
- 2) Control de quemas agrícolas
- 3) Control de las emisiones de la industria
- 4) Control de emisiones del transporte
- 5) Compensación de emisiones para nuevas actividades
- 6) Gestión frente a episodios críticos
- 7) Programa de educación y difusión
- 8) Fiscalización

### 1) Uso de leña para calefacción en zonas urbanas y rurales.

#### Calidad de la leña:

- Se establecen requisitos para la comercialización de leña (25% de humedad).
- Los comerciantes de leña deberán contar con un xilohigrómetro
- En la zona saturada la leña deberá ser comerciada por unidad de volumen.



**Acuerdo de Producción Limpia Comerciantes de leña.** Entre sus objetivos contempla el mejoramiento de las condiciones de comercialización de la leña y derivados de la madera en la zona saturada.

**Estudio combustión leña frutales (con fondos FNDR).** El plan establece como medida presentar a financiamiento un estudio sobre la combustión de leña de frutales.

Uso y Mejoramiento de la Calidad de los Artefactos:

- Prohibición permanente de uso de chimeneas de hogar abierto en zonas urbanas.
- Programa de recambio de calefactores a leña: Al menos 12.000 artefactos con financiamiento sectorial y regional.
- Se prohíbe el uso de artefactos a leña en el sector Público de la zona saturada. Transcurridos doce meses desde la publicación del decreto en el Diario Oficial.

Mejoramiento de la Eficiencia Térmica en Viviendas:

- Mejoramiento térmico de las viviendas: al menos 6.000 subsidios PPPF (Viviendas <650UF).
- Aumentar exigencias de reglamentación térmica para viviendas nuevas: Zona 3 pasa a exigencias de zona 4 y zona 5 pasa a exigencias de zona 6.

## 2) Control de quemas agrícolas.

Prohibición de quemas agrícolas: 1er año del plan (15 de Abril al 15 de Septiembre)- Desde el segundo año en adelante, 1 de Abril al 15 de Septiembre en las comunas que conforman la zona saturada del Valle Central.

Desde la publicación del Decreto Supremo N°15 en el Diario Oficial (Plan de Descontaminación Atmosférica) se prohíbe durante todo el año quemar neumáticos u otros elementos contaminantes, como práctica para prevenir o evitar los efectos de las heladas y cualquier otro fin, en la zona saturada.

## 3) Control de las emisiones de la industria.

- Limite de emisión de calderas, fundiciones de hierro y acero, secadores de grano y semillas.
- Limite de emisión para las panaderías e implementación de un Acuerdo de Producción Limpia del sector.
- Plazos fuentes existentes: 24 meses desde la publicación del plan.

## 4) Control de emisiones del transporte.

Programa de renovación de buses con fondos regionales: un mínimo de 583 buses.

- Exigencias en medidas de ordenamiento de transporte público para la reducción de un 37% de emisiones de MP y NO<sub>x</sub> provenientes del sistema de transporte público en 5 años.

## 5) Compensación de emisiones para nuevas actividades.

Compensación de emisiones para proyectos que se someten a la evaluación ambiental en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, será de un 120% del monto total anual.

## **6) Gestión frente a episodios críticos.**

### **Plan Operacional para la Gestión de Episodios Críticos:**

Sistema de Pronóstico, Plan de Coordinación Multisectorial, Plan Comunicacional, Medidas de Prevención y Mitigación durante el periodo de gestión de episodios críticos y Red de Monitoreo de Calidad del Aire. Durante este periodo se contemplarán las siguientes medidas:

- Se prohíbe el uso de artefactos a leña de uso residencial que no cumplan con lo establecido en la norma de emisión de material particulado para artefactos a leña y derivados de la madera.
- La SEREMI de Educación podrá suspender las actividades físicas y deportivas al libre en aquellos días en que se declare un episodio crítico.
- Suspensión de actividades físicas y deportivas organizadas por el Instituto nacional del Deporte en las comunas de la zona saturada.

## **7) Programa de Educación y Difusión.**

La SEREMI del Medio Ambiente desarrollará anualmente, durante todo el periodo de vigencia del Plan, un Programa de Difusión y Educación:

- SEREMI de Educación oficiará a establecimientos educacionales para que incorporen estas temáticas.
- SEREMI de Educación y Salud en sus actividades destinarán un módulo a trabajar este tema.
- Mesa regional de educación para el Desarrollo Sustentable generará material pedagógico impreso o virtual y herramientas educativas para trabajar la temática de calidad del aire con las familias, docentes y alumnos.

## **8) Fiscalización.**

La fiscalización del Plan de Descontaminación Atmosférica recae por ley en la Superintendencia del Medio Ambiente, quién anualmente establece el subprograma de fiscalización para cada servicio u organismo competente.

Corresponderá exclusivamente a la Superintendencia del Medio Ambiente el ejercicio de la potestad sancionadora respecto del incumplimiento de las medidas e instrumentos previstos en el Plan de Descontaminación Atmosférica

## **4.2 Programas destinados a disminuir la contaminación por MP10 y medidas concretas para la protección del medio ambiente.**

El Plan de Descontaminación Atmosférica tiene programas destinados a disminuir la contaminación por MP10, algunos de estos programas son:

- 1.- Programa de Educación y Difusión
- 2.- Programa de Recambio de Calefactores
- 3.- Programa de Renovación de Buses
- 4.- Mejoramiento de la Eficiencia Térmica en Viviendas

## ACTIVIDAD.

En el siguiente recuadro se muestra en la primera columna las causas de la contaminación del aire, en la segunda columna algunas posibles soluciones y una tercera columna que se encuentra vacía. Para completar la última columna, te invitamos a que pienses en soluciones para descontaminar el aire y luego escribas en ella tus reflexiones.

### Problema: Contaminación Atmosférica en el valle central de la región de O'Higgins.

<b>Causas de la contaminación atmosférica</b> <i>(¿Qué contamina?)</i>	<b>Alternativas para la descontaminación atmosférica</b> <i>(¿Qué posibles soluciones?)</i>	<b>Agentes de Cambio</b> <i>(¿Qué puedes hacer tú?)</i>
-La quema de leña para la calefacción	- Quemar el mínimo de leña, mejor leña seca - Aislación térmica -Uso eficiente de la energía	
-Quema de basura y quemas agrícolas	-Reciclar los residuos, papel, vidrio, madera,... -Usar métodos más sustentables: compost, humus, biodigestor	
-Uso de vehículos (fuentes móviles)	-Caminar, uso de bicicleta (ciclo vía), uso de transporte público	
-Contaminación atmosférica provocada por la industria	-Uso de energías renovables no Convencionales (ERNC) -Cambios de combustibles -Sistemas de abatimiento de contaminantes -Mejoras tecnológicas	

**En la Región de O'Higgins las quemas agrícolas aportan el 27% del total de material particulado (PM10)** en la zona saturada presente en el aire, que es dañino para la salud de las personas. De acuerdo con esto, la autoridad a nivel nacional ha trabajado para normar esta práctica por medio de los DS 100 y DS 276, que prohíben la quema en ciertos meses del año y establecen la práctica de "quemas controladas", atendiendo al régimen de los vientos que hacen circular el aire respirable.

Desde el año 2003 tanto el número de avisos de quemas como la superficie quemada disminuyeron en las tres provincias de la región, debido entre otras causas a que durante los últimos años los agricultores de la región tienen un mayor acceso a instrumentos públicos de fomento para el financiamiento que les permiten la implementación de alternativas al uso de fuego, se encuentran implementando programas de Buenas Prácticas Agrícolas BPA (acotado principalmente al rubro frutales).

En cuanto al tipo de rastrojo de cultivo quemado, el maíz representa el 56% de la superficie, seguido por frutales (mayores y menores) con el 43%, y viñas con el 1%. La quema de rastrojos para la preparación del suelo es el principal motivo que los agricultores de la región argumentan para el uso del fuego, práctica utilizada en su mayoría por pequeños agricultores maiceros (85%). 711ha.

Durante la combustión de materia vegetal se incorporan a la atmósfera una gran cantidad de sustancias contaminantes, siendo las más importantes: monóxido de carbono, compuestos orgánicos gaseosos y material particulado, principalmente carbón no quemado. En las quemas de desechos vegetales se emiten bajas cantidades de óxidos de nitrógeno y se generan grandes cantidades de dióxido de carbono y vapor de agua. El fuego tiene efectos nocivos en el hombre y en su entorno, es por esto que es necesario conocer alternativas al uso de fuego.

### **Efectos del uso de fuego sobre el suelo.**

#### **Efectos bajo la superficie del suelo:**

El suelo le provee alojamiento a millones de microorganismos, tales como hongos, algas, bacterias, protozoarios y vertebrados del suelo en los cuales se incluyen ácaros, lapas, caracoles, centípedos, arañas, nemátodos, gusanos y hormigas. Todos ellos llevan a cabo procesos físicos y biológicos necesarios para un ecosistema saludable incluyendo el reciclaje de nutrientes, remoción de desperdicios, estructura del suelo y la retención de la humedad. El uso de fuego puede causar daños severos, además de un desbalance al ecosistema que, en muchas ocasiones, puede tardar varios años en recuperarse sin la ayuda del hombre.

#### **Efectos sobre la superficie del suelo:**

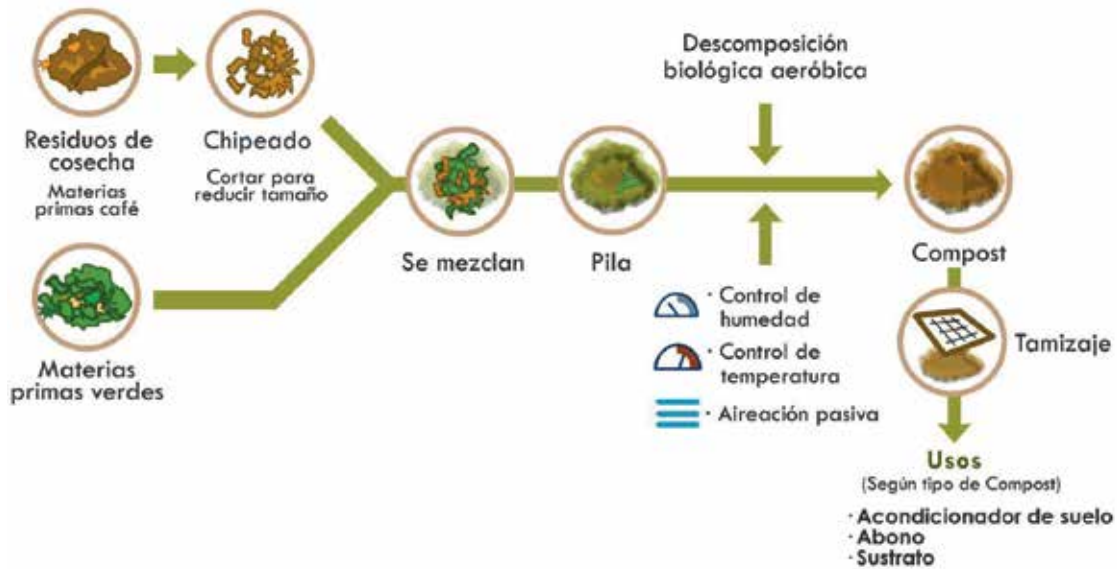
El fuego cambia el pH de una superficie del suelo hasta un 0.4-0.5, lo cual lo convierte a uno sumamente ácido, limitando la disposición de los nutrientes para las plantas. Reduce el volumen y la diversidad de los microorganismos, en ocasiones, hasta el punto de la esterilización.

El humo que proviene de la quema es una fuente significativa de la contaminación del aire . El humo proveniente de la quema de pastos o a campo abierto, contiene ambos precursores del ozono (HC y NO<sub>x</sub>), algunas cantidades significativas de pequeñas partículas PM10, y otros contaminantes del aire.

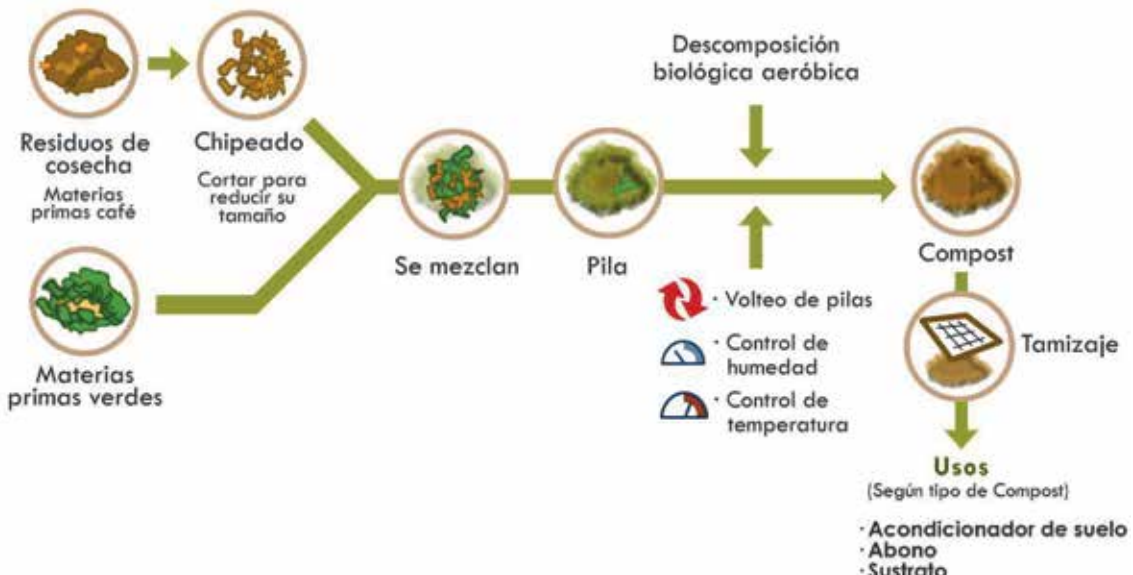
### Alternativas para el uso del uso del fuego en las quemas agrícolas.

Algunas de las alternativas a la quema de rastrojo propuestas en el informe "Medidas para el control de la contaminación por quemas agrícolas" encargado por CONAMA, 2009, son las siguientes:

**1.- Compostaje - Pilas estáticas con aireación pasiva:** El compostaje es un proceso de descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos, bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. La técnica de compostaje en pilas estáticas se basa en la formación de pilas de residuos orgánicos, que se dejan sin movimiento durante todo el proceso, efectuándose la aireación en forma pasiva. El proceso en este sistema es lento, por lo menos 1 año. Posee un bajo costo de implementación y baja utilización de mano de obra. Sin embargo, existe una alta probabilidad de generar malos olores, por anaerobiosis en las pilas.

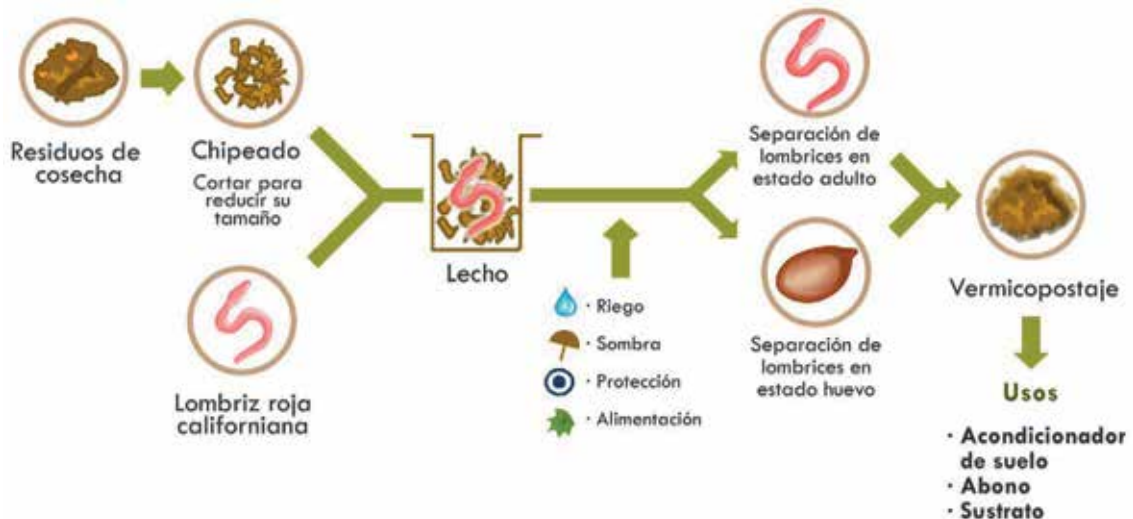


**2.- Compostaje- Pilas con volteo:** El compostaje es un proceso de descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos, bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. La técnica de compostaje en pilas con volteo consiste en ubicar el residuo orgánico en pilas alargadas, las cuales se van volteando durante el proceso, ya sea en forma manual o mecánica. El proceso se realiza en corto tiempo, entre tres meses a un año.

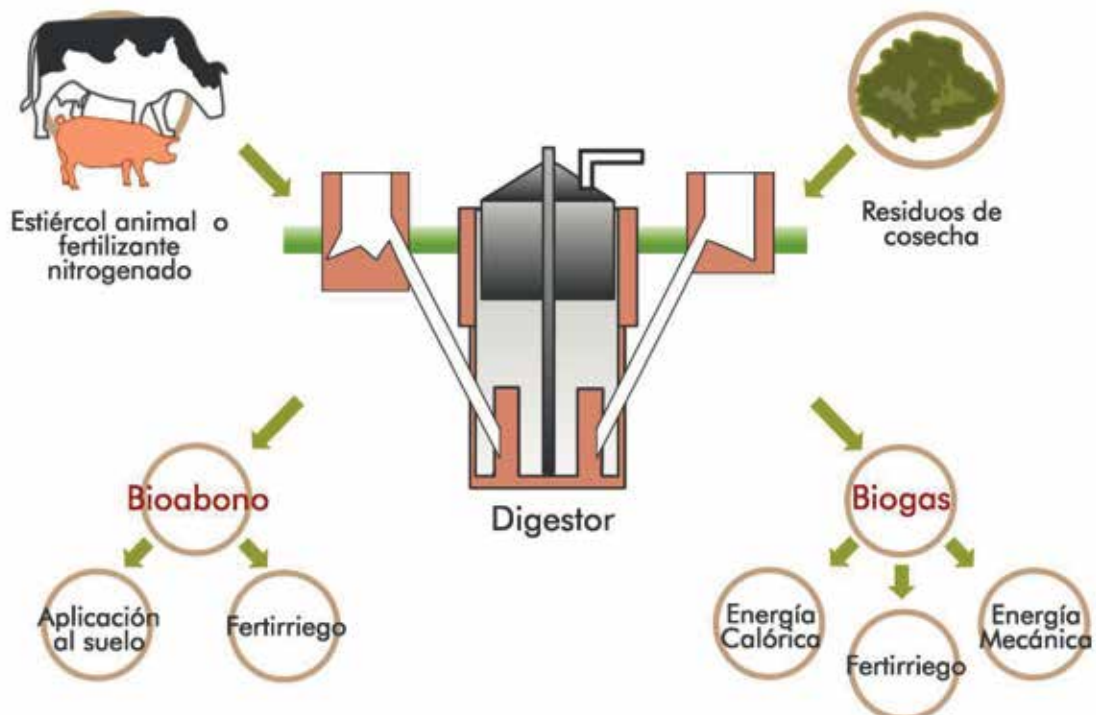


**3.- Vermicompostaje:** El vermicompostaje es una técnica que consiste en la utilización de lombrices (específicamente la lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*) para degradar los residuos orgánicos. Las lombrices se alimentan de estos residuos, transformándolos en humus. El producto obtenido se denomina vermicompost.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 $\text{O}_2$



**4.- Producción de biogás:** La producción de biogás y bioabono resulta de un proceso de descomposición biológica o digestión anaeróbica (sin oxígeno) de residuos orgánicos, con la participación de microorganismos anaeróbicos. La técnica consiste en mezclar residuos animales y/o vegetales con agua, en un recipiente hermético llamado digestor; el biogás producido se almacena en el mismo digestor, o bien, en un recipiente aparte llamado gasómetro. La digestión anaeróbica permite generar energía (biogás) para uso doméstico o industrial, contribuyendo, además, al control de microorganismos patógenos que hay en los residuos, entregando un producto útil para incorporar al suelo (bioabono).





**5.- Cero labranza - Rastrojo distribuido uniformemente:** La cero labranza consiste en poner la semilla directamente sobre el suelo, sin ruptura de éste y sin remover los residuos del cultivo anterior. Corresponde a una labranza conservacionista, cuyos objetivos principales son evitar la pérdida de suelo por erosión eólica y/o hídrica y la pérdida de carbono orgánico del suelo hacia la atmósfera, en forma de CO<sub>2</sub>.



**6.- Cero labranza- Rastrojo hilerado:** La cero labranza consiste en poner la semilla directamente sobre el suelo, sin ruptura de éste y sin remover los residuos del cultivo anterior. Corresponde a una labranza conservacionista, cuyos objetivos principales son evitar la pérdida de suelo por erosión eólica y/o hídrica y la pérdida de carbono orgánico del suelo hacia la atmósfera, en forma de CO<sub>2</sub>. La técnica de hilerado es recomendada en cultivos que muestran problemas de establecimiento en presencia de rastrojos.



**7.- Cero labranza: Rastrojo en pie:** La cero labranza consiste en poner la semilla directamente sobre el suelo, sin ruptura de éste y sin remover los residuos del cultivo anterior. Corresponde a una labranza conservacionista, cuyos objetivos principales son evitar la pérdida de suelo por erosión eólica y/o hídrica y la pérdida de carbono orgánico del suelo hacia la atmósfera, en forma de CO<sub>2</sub>.

La técnica de dejar el rastrojo en pie es recomendable en casos en que el rastrojo picado genere problemas mecánicos en la siembra y en rotaciones con buen establecimiento con rastrojos sobre el suelo.

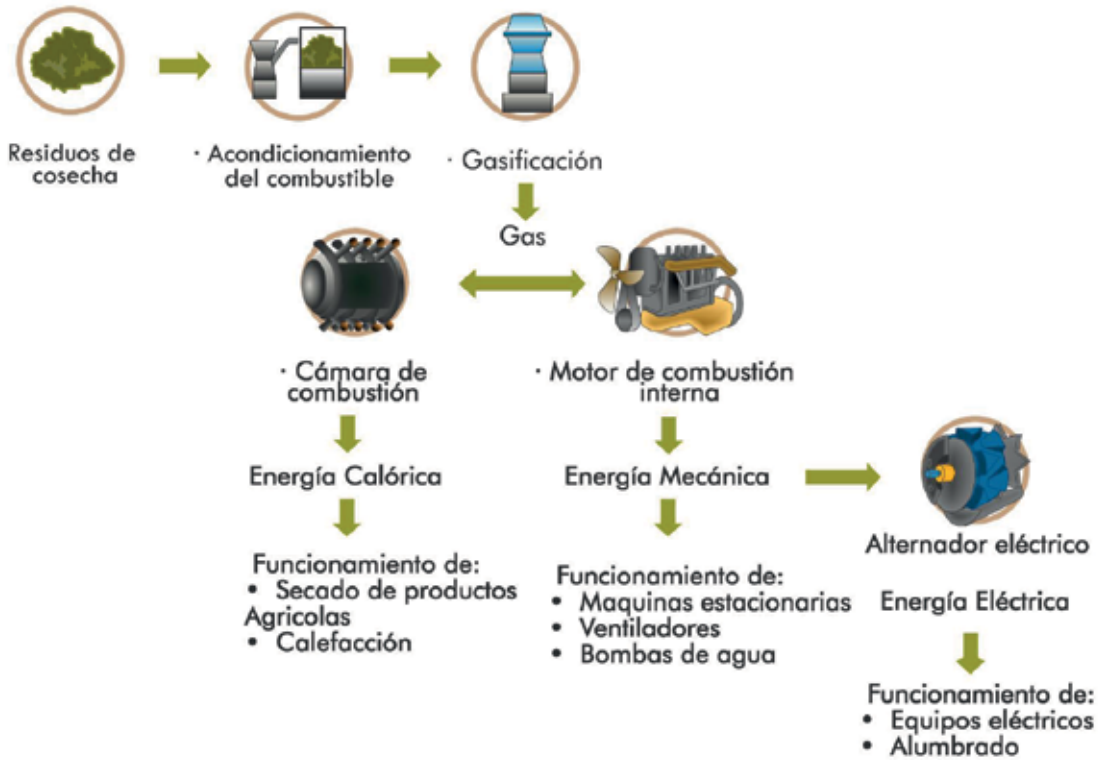


**8.- Combustión directa de la biomasa:** La combustión es la oxidación completa de la biomasa, generándose dióxido de carbono, vapor de agua, cenizas y calor, siendo el calor el producto que se aprovecha en el proceso. El calor obtenido puede destinarse a la producción de aire o agua caliente y vapor.

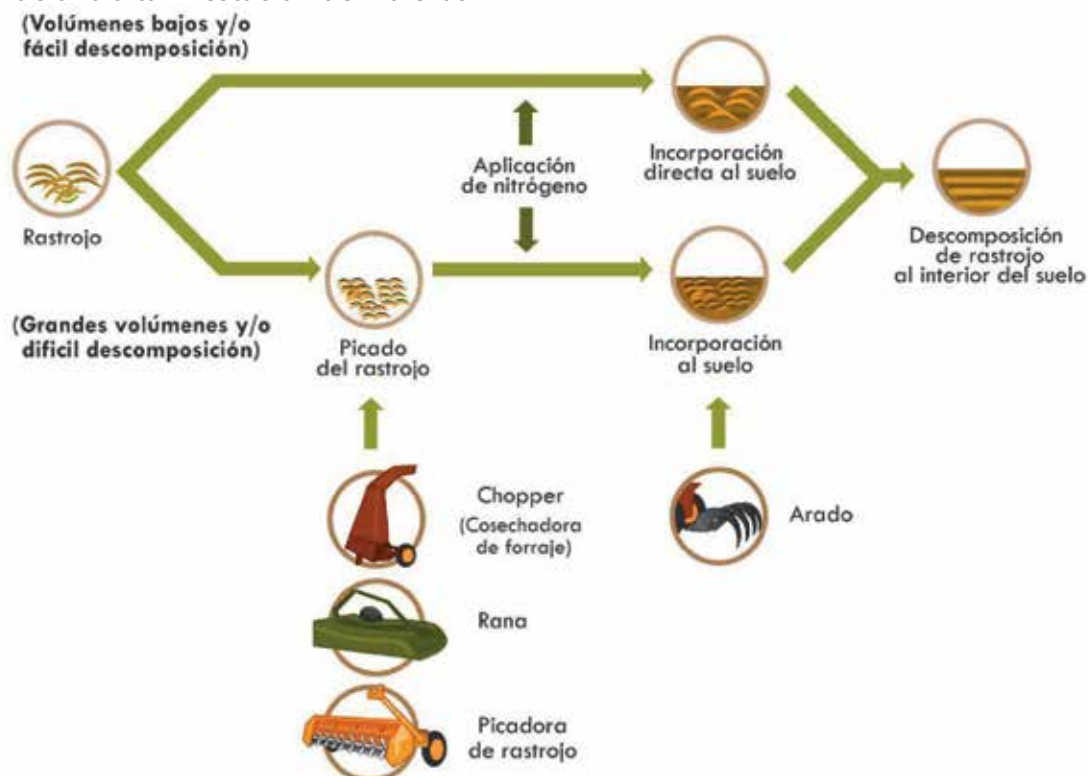




**9.- Gasificación de la biomasa:** La gasificación es un proceso termoquímico en el cual la biomasa se convierte en un gas combustible, mediante una oxidación parcial o combustión incompleta, a alta temperatura. Normalmente se requiere un tercio a un quinto del oxígeno necesario para la combustión completa.



**10.- Incorporación de rastrojo:** La incorporación del rastrojo al suelo es una práctica de manejo de cultivos. Se ha utilizado con el objetivo de mejorar suelos muy compactados, suelos muy degradados, para la destrucción de plagas y enfermedades viviendo en los rastrojos y en el caso de una alta infestación de malezas

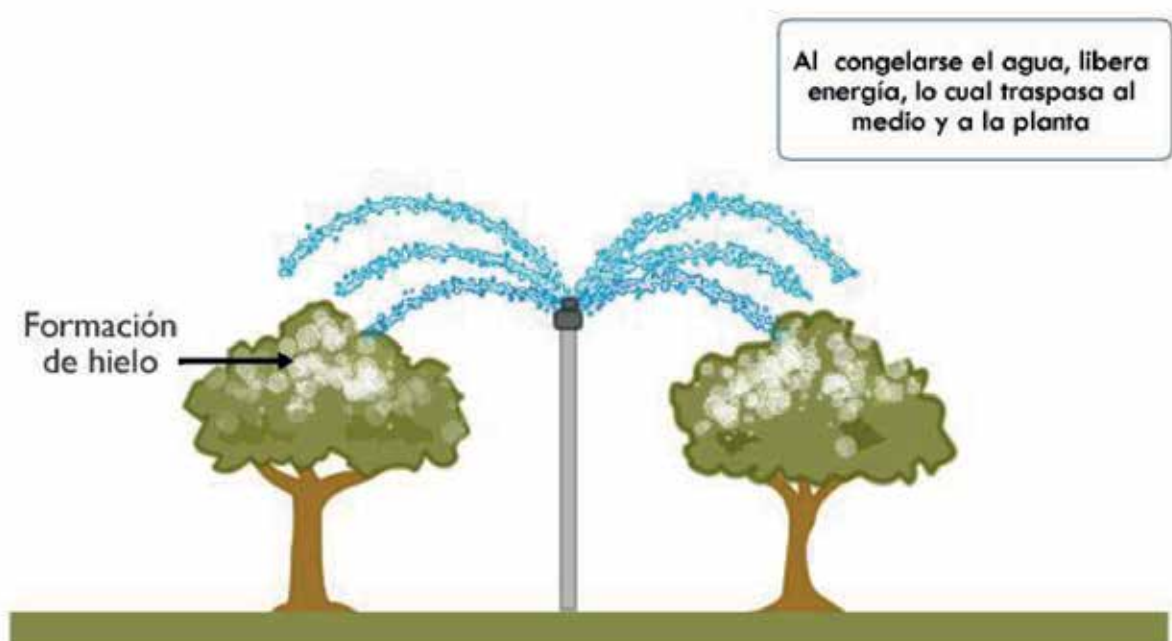


### B.- Alternativas al uso del fuego para el control de heladas.

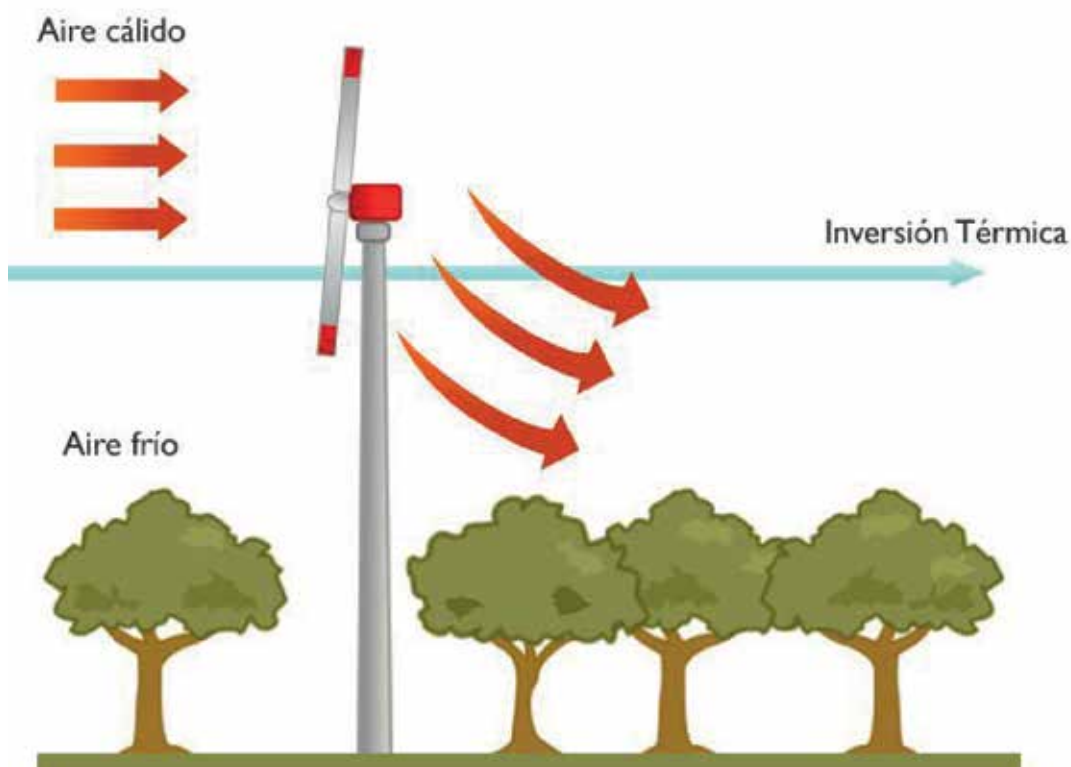
**1.- Control de heladas- Calefactores:** Los calefactores son recipientes o aparatos individuales, en los que se quema un combustible. De esta forma proveen calor suplementario para reemplazar la pérdida de energía generada durante una helada.



**2.- Control de heladas- Riego por aspersión:** Este método consiste en asperjar agua sobre el cultivo, con el objetivo de evitar su enfriamiento.



**3.- Control de heladas - Ventilación mecánica:** Este método consiste en mezclar el aire frío cercano al suelo, con el aire más cálido de las capas atmosféricas más altas. Se basa en la diferencia de temperatura existente entre el aire superficial frío y aquel aire con mayor temperatura que se ubica entre los 10 y 20 m de altura, cerca o por sobre el techo de la inversión térmica.



#### **ACTIVIDAD.**

En base a los temas vistos sigue los siguientes pasos:

Escoge una alternativa a la quema de rastrojos o una alternativa al uso de fuego para el control de las heladas y arma una ficha con los siguientes antecedentes:

1.- Elige una alternativa de quema de rastrojos o una alternativa al uso de fuego para el control de las heladas, Por ejemplo: **Incorporación de rastrojos.**

2.- El principio por el cual actúa la alternativa al uso de fuego; Por ejemplo: **Incorporar (“enterrar”) los residuos de cosecha al suelo para su posterior descomposición.**

3.- Los requerimientos técnicos que se necesitan para llevar a cabo la alternativa al uso de fuego; Por ejemplo: **una chopper, una cortadora rotativa y triturador de rastrojo.**

4.- El producto obtenido y potencial beneficio económico. Ejemplo: **En una visión de largo plazo, permite obtener mayor beneficio económico en comparación con la quema, ya que se ahorra la fertilización del suelo. Se obtiene como producto una tierra más fértil hay un ahorro económico en fertilizantes.**

5.- Efectos ambientales positivos y negativos. Ejemplo: **Aumento de la materia orgánica del suelo, evitar pérdidas de nutrientes (ya que se “devuelve” al suelo cierta cantidad de los nutrientes extraídos por los cultivos), se mejora la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua. Negativos son muy pocos los efectos ambientales negativos, pero se puede identificar que la incorporación de rastrojos equiere de labrado por lo tanto puede existir una pérdida de suelo mínima debido a esta actividad.**

Prositivos:

Negativos:

6.- ¿Cómo implementarías la alternativa al uso del fuego en tu práctica agrícola?

# Referencias Bibliográficas

## **Bibliografía.**

- *Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins*  
Publicado el 5 de agosto de 2013, Decreto Supremo N°15.
- *Guía Pedagógica, Descontaminemos El Aire De Nuestra Ciudad*  
SEREMI del Medio Ambiente Región de O'Higgins.
- *Medidas para el control de la contaminación por quemas agrícolas, Gobierno Región del Libertador Bernardo O'Higgins (CONAMA)*  
Santiago De Chile, Noviembre de 2009
- *El fuego, la quema de pastos y sus consecuencias, guía curricular para jóvenes s nivel superior (10 – 11mo. Grado), Carmen González Toro especialista en ambiente.*  
Noviembre 2009, Biblioteca CONAF [www.alternativasquemas.conaf.cl/](http://www.alternativasquemas.conaf.cl/)

## Otras fuentes que puedes consultar para complementar tu conocimiento

Para saber más de alternativas a las quemas vista:

**<http://www.alternativasquemas.conaf.cl/>**

Si deseas saber cómo enseñar conceptos de ecología de manera práctica te recomendamos utilizar:

- *Guía metodológica para la enseñanza de ecología en el patio de la escuela*, Natalia Arango, María Elfi Chaves y Peter Feinsinger. Audubon Programa para América Latina y el Caribe 2012.

Si deseas saber información sobre la calidad del aire , te recomendamos visites la página:

**<http://www.sinca.mma.gob.cl/>**

Si deseas conocer información ambiental, documentos, política y regulación, indicadores y estadísticas, bases de datos y mapas visita el sitio web:

**<http://www.sinia.cl/>**