



# Acciones ante las distintas perspectivas ambientales en la agricultura

Por María Constanza León Benavente

Junio de 2012

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS  
[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

En este documento se muestran algunas de las conclusiones de los estudios en materias ambientales que realizó la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)<sup>1</sup>, con miras hacia el año 2050, y las asesorías por parte del Banco Mundial en conjunto con la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) sobre el futuro de la actividad agrícola del país hacia el año 2030<sup>2</sup>. Se presentan los principales factores que afectan y afectarán posiblemente de mayor manera al ambiente y a la agricultura.

Debido a que los efectos que tendrá el cambio climático son bastante inciertos y hay una gran cantidad de variables en juego, es difícil predecir qué sucederá en un futuro cercano. Actualmente, es posible observar algunos de estos efectos y, con base en ellos, prever ciertas tendencias y cambios. Consciente de esto el Ministerio de Agricultura está actuando para lograr la adaptación a los efectos del cambio climático y su mitigación.

## Perspectivas ambientales

### Desarrollo socioeconómico

La población mundial asciende a 7 mil millones de habitantes, y se espera que para el año 2050 el tamaño de la población se incremente en más de 2.000 millones de personas. Las consecuencias que podría acarrear este crecimiento poblacional tendrían una gran relevancia en los cambios ambientales. Esto se explica porque el aumento de la población lleva a un aumento en el consumo de recursos naturales y cambios en el uso de la tierra, generando una mayor presión ambiental.

El aumento del ingreso y la modificación de la estructura etaria de la población generan cambios en los modos de vida y alimentación, lo cual también podría tener repercusiones para el ambiente. Adicionalmente, si se considera que la población a nivel mundial está envejeciendo, pueden verse consecuencias

<sup>1</sup> OECD (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050*. OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>

<sup>2</sup> Janssen, W.; Rajalahti, R.; Edmeades, S.; Nussbaumer, B. Una visión de la Innovación Agraria Chilena hacia el 2030. Minagri, FIA y Banco Mundial, 2011.

económicas considerables, mayormente en la fuerza de trabajo de los países, principal impulsora de las economías.

Junto con el crecimiento demográfico, se ha visto incrementada la proporción de población urbana, lo cual lleva a proyectar que para el año 2050 alrededor de 70% de la población habitará áreas urbanas. La concentración de las actividades en un área permite las economías de escala y facilita las interacciones, lo que implica un mayor crecimiento económico. Sin embargo, esta concentración podría generar mayores niveles de contaminación y congestión vehicular.

Estos cambios además afectan el uso del suelo, lo que tiene un impacto en la agricultura: los distintos sectores competirán por este recurso, que se irá haciendo más escaso con el avance de los años. El problema es que la agricultura debe alimentar a una población creciente; por lo tanto, debe aumentar la cantidad de alimentos a través de incrementos en su productividad o en la disponibilidad de tierras. El aumento en la producción que se ha observado en los últimos años se ha debido en aproximadamente 80% a mejoras en los rendimientos y el 20% restante, a un aumento en la superficie agrícola. Se cree que la superficie agrícola seguirá incrementándose hasta el año 2030 y, luego de estabilizarse por algunos años, caerá para llegar a los niveles actuales alrededor de 2050. Por otro lado, se estima que las mejoras en los rendimientos serán más lentas en el futuro que en las últimas décadas.

### **- Crecimiento económico y emisiones de gases con efecto invernadero**

Es importante destacar que el Producto Interno Bruto (PIB), que es la medida internacional del tamaño de una economía, se ha triplicado en las últimas cuatro décadas, y se espera que aumente en 3,5% anual hacia 2050. Se pronostica que el PIB será impulsado por el capital físico entre los años 2010 a 2030. Esto traerá como consecuencia un aumento en la demanda energética, ya que ésta va de la mano con los procesos productivos.

El incremento en la demanda de energía, que se proyecta en 80% entre los años 2010 y 2050, aumentará la utilización de combustibles fósiles, los cuales seguirán teniendo una gran proporción del mercado, al ser sus precios menos elevados que los de combustibles alternativos.

Por su parte, las políticas que estimulan el uso de biocombustibles aumentarán la competencia con el uso

del suelo para la producción agrícola. Dada la limitada proporción de tierra disponible, esto significa que en el corto plazo la deforestación continuará, aunque a tasas más bajas que en las décadas anteriores.

El desarrollo en Chile de políticas, planes y programas de energías renovables no convencionales (ERNC), dentro de las cuales se encuentran los biocombustibles, se ha visto enfrentado a una serie de dificultades que han impedido su masificación. Además, debido al tamaño de la superficie cultivable del país, es poco probable que se generalicen los cultivos para uso como biocombustibles; por lo tanto, se utilizarán otros tipos de tecnología para la obtención de energías renovables, tales como la biomasa, los purines y las microalgas, entre otros.

Las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) se han duplicado desde 1970, impulsadas principalmente por el crecimiento económico y el aumento en el uso de combustibles fósiles en los países en desarrollo.

Se pronostica que para el año 2050 las emisiones de gases con efecto invernadero aumentarán en 50%, como efecto de un 70% de crecimiento de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes de procesos naturales y del incremento en el uso de la energía y el transporte, que se pronostica que se duplicarán, por una mayor demanda de automóviles en los países en desarrollo y un aumento en el transporte aéreo.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, producto del uso del suelo, el cambio en el uso del suelo y las actividades forestales (LULUCF), han aumentado debido al cambio de los bosques en praderas y superficies de cultivo, mayormente en regiones tropicales. Sin embargo, se espera que disminuyan en el futuro e incluso se proyecta que entre los años 2040 y 2050 se conviertan en un sumidero neto de las emisiones en los países miembros de la OCDE.

Para disminuir las emisiones se está llevando a cabo el Protocolo de Kioto, acuerdo internacional que lucha contra el cambio climático e intenta limitar la emisión de los seis gases que son los principales responsables del efecto invernadero. El 98% de las emisiones corresponden a tres de estos gases: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (NO<sub>x</sub>). El 2% restante está compuesto por hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los cuales con los años han ido aumentando sus emisiones.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> actuales son alrededor del 75% del total de las emisiones de los GEI. La mayo-

ría de estas emisiones provienen de la producción de energía, siendo el uso de combustibles fósiles responsable de dos tercios del total de emisiones de este gas.

El metano es el segundo mayor contribuyente de los GEI y 21 veces más potente que el CO<sub>2</sub>. Proviene en un 50% de fuentes antropogénicas, como la producción de combustible, la ganadería, el cultivo de arroz, la quema de biomasa y el manejo de residuos. También se emite de fuentes naturales, como los humedales, los hidratos de gas, el permafrost, las termitas, los océanos, los cuerpos de agua dulce, los suelos no humedales y otras fuentes, como los incendios forestales.

El óxido nitroso proviene aproximadamente en 40% de fuentes antropogénicas, mayormente del manejo de suelo, del uso de combustibles fósiles, de la producción de ácido adípico (que es un precursor en la producción de nylon) y de la producción de ácido nítrico usado en fertilizantes y en la industria minera.

Tiene una duración aproximada en la atmósfera de 120 años y es 310 veces más poderoso en almacenar calor que el CO<sub>2</sub>.

Los clorofluorocarbonos (CFC) y los hidrofluorocarbonos son GEI fabricados por el hombre. Se producen bajo ciertos procesos químicos en la producción de metales, en la refrigeración, en la espumación (foam blowing) y en la fabricación de semiconductores.

Como estos gases deterioran la capa de ozono, se han ido eliminando progresivamente en el marco del Protocolo de Montreal, acuerdo internacional que limita, controla y regula la producción, el consumo y el comercio de las sustancias que agotan la capa de ozono.

Se proyecta que las emisiones de CO<sub>2</sub> seguirán siendo las principales contribuyentes de las emisiones de GEI, impulsadas por el crecimiento económico y el uso de los combustibles fósiles en los sectores de energía e industria. Para el metano y el óxido nitroso, se cree que sus emisiones aumentarán hacia 2050, debido a la intensificación de las prácticas agrícolas y un mayor uso de fertilizantes en los países en desarrollo, y por un cambio en los patrones alimentarios

asociado a un aumento en el consumo de carne. Es posible que también aumenten sus emisiones los HFC y los PFC, a causa de un aumento en la demanda de refrigerantes y en el uso de semiconductores.

Se estima que estos gases ya han provocado un aumento de la temperatura promedio entre 0,7°C y 0,8°C en comparación con los niveles que existían en la época preindustrial. Para el año 2050 se cree que la temperatura subirá entre 3 y 6°C. Este aumento provocará cambios en el clima y aumentarán los eventos climáticos extremos a niveles que aún no se conocen<sup>3</sup>.

Los impactos no serán iguales en todas las regiones. Los más significativos tendrán lugar en los países en desarrollo, debido a las condiciones climáticas desafiantes ya existentes, a la composición sectorial de su economía y a sus capacidades limitadas de adaptación.

## Biodiversidad

La pérdida de la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas y sus servicios son uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad. Para evitar esta pérdida se requiere una mezcla de políticas coherentes y comprensivas que permitan fomentar el crecimiento económico y el desarrollo, mientras se asegura que la biodiversidad continúe entregando los recursos y servicios ecosistémicos de los cuales depende nuestro bienestar.

A la fecha, los principales responsables de la pérdida de biodiversidad terrestre mundial han sido el cambio en el uso del suelo y su manejo, es decir, la conversión de los ecosistemas naturales para la producción de alimentos, los cultivos bioenergéticos y la ganadería. Esto ha sido responsable de 16% de la pérdida en MSA (abundancia media de especies) en comparación con su estado prístino.

Indirectamente también ha influido en la pérdida de biodiversidad el crecimiento poblacional, como también los aumentos del PIB per cápita, lo que conlleva a cambios en la alimentación e incrementos en el consumo.

<sup>3</sup> IPCC (2007b). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Sin tomar medidas, el pronóstico prevé que la biodiversidad (medida en MSA) disminuirá en 10% entre los años 2010 y 2050, con altas pérdidas en lugares como Asia, Europa y África del Sur. Estas pérdidas se deberán en su mayoría al cambio en el uso del suelo y su manejo, la extracción forestal, el desarrollo de infraestructura, la invasión y la fragmentación del hábitat, la contaminación y el cambio climático.

Se proyecta que la extracción silvícola ejercerá una presión en la biodiversidad, llegando a ser la responsable de 15% de la pérdida mundial de MSA entre los años 2010 y 2030. Por su parte, los cultivos bioenergéticos se convertirán en una presión creciente. Sin embargo, esta presión será modesta, debido a que aún no existen políticas ambiciosas para su uso.

Igualmente se proyecta que la superficie de bosques disminuirá posiblemente en cerca de un millón de km<sup>2</sup> entre los años 2010 y 2020, mayormente por la conversión del suelo para la producción agrícola. Sin embargo, habría un aumento en la superficie hacia el año 2050, como resultado de la regeneración natural del bosque, la reforestación y la repoblación forestal (que ocurre luego del abandono de los suelos). Para el año 2050 se estima que la superficie de bosques alcanzará 40 millones de km<sup>2</sup>. Sin embargo, esto no necesariamente significa que existirán condiciones más favorables para la biodiversidad forestal en cada región, ya que se espera que, a medida que aumente la demanda por madera y papel, se producirá la expansión de las actividades forestales en la forma de plantaciones con pocas especies, para la producción de madera.

Se pronostica que la superficie de producción forestal mundial (superficie utilizada para la producción de madera, pulpa, papel y leña) aumentará en aproximadamente 60% entre los años 2010 y 2050, lo que es equivalente a un total de 15 millones de km<sup>2</sup>.

Se cree que la superficie utilizada para cultivos agrícolas se expandirá en alrededor de un millón de km<sup>2</sup> entre los años 2010 y 2030. Luego del peak de expansión, la superficie disminuirá, particularmente en Norteamérica, Brasil, Rusia, sur de Asia y China. Esto se basa en el supuesto de una disminución en el crecimiento poblacional de los países OCDE y los BRIICS (Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica), la estabilización de la ali-

mentación y un aumento en los rendimientos, debido a los mejoramientos tecnológicos.

Por su parte, las áreas designadas para pastoreo y forraje continuarán la expansión que mantenían hasta el año 2010 y aumentarán en un millón de km<sup>2</sup> extra para el año 2030. Luego de esto, se cree que disminuirán.

Todas estas presiones generan la pérdida de biodiversidad y la degradación del ecosistema, lo cual tiene severas implicancias en la población rural. Cerca de 70% de los pobres del mundo viven en áreas rurales y dependen directamente de la agricultura para sobrevivir; por lo tanto, si no se toman las medidas adecuadas, se podrían ver seriamente afectados.

## - Chile y la biodiversidad

Un ejemplo en Chile es la Ley de Bosque Nativo<sup>4</sup>, vigente desde el año 2008, que fue creada con el objeto de proteger, recuperar y mejorar este recurso forestal, con el fin de asegurar la sostenibilidad forestal y la política ambiental. Esta ley contempla un sistema de incentivos para la preservación de los bosques nativos, las formaciones xerófitas, las actividades silviculturales para obtener productos no madereros y las actividades destinadas a manejar y recuperar estos bosques.

Chile es uno de los pocos países del mundo en que se ha visto aumentada la superficie de bosques. Según el Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, realizado por Conaf en el año 2011, la superficie de bosque nativo aumentó de 13.430.602 ha en 1997 a 13.599.610 ha en el año 2011. Lo mismo sucedió con las plantaciones forestales, que aumentaron de 2.119.005 ha en 1997 a 2.872.007 en 2011.

Algunos de los programas que se están implementando a nivel del Ministerio de Agricultura y sus servicios son el Programa de promoción y uso sustentable de los recursos genéticos forestales de Chile, el cual tiene como objetivo promover el uso sostenible de estos recursos y resguardar el patrimonio genético para las futuras generaciones, además de facilitar su uso para la investigación y fines productivos; el inventario nacional continuo de ecosistemas fores-

<sup>4</sup> Ley N° 20.238 de Bosque Nativo, año 2008.

tales de Chile, el cual tiene como objetivo generar la información base sobre las existencias y potencialidades de los recursos forestales asociados a los ecosistemas nativos en las regiones de Los Lagos, Los Ríos y La Araucanía, y el Sistema de incentivo al manejo e investigación del bosque nativo, el cual tiene como objetivo fomentar y promover el manejo del bosque nativo e incentivar la investigación de los ecosistemas forestales mediante la Ley de Bosque Nativo, entre otros programas.

Para fiscalizar y fomentar la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad, se están implementando, por ejemplo, el Programa de control de especies exóticas invasoras, que permitirá el control y erradicación cuando han sido introducidas en islas o ecosistemas frágiles; el Sistema nacional de anillamiento de aves silvestres, que permitirá la captura de aves silvestres para su estudio, tanto en aspectos biológicos como ecológicos; el Plan de conservación de carnívoros silvestres, el cual permitirá enfrentar el conflicto entre los carnívoros silvestres y la ganadería, para tomar medidas de manejo del ganado que impidan su caza por parte de pumas y zorros, con el fin de prevenir la cacería furtiva de estos animales, y la Política de conservación y uso sustentable del musgo pompón (*Sphagnum magellanicum*), que permitirá asegurar la extracción sostenible del musgo pompón mediante la implementación de una política de conservación que lo califique como un recurso natural renovable, entre otros.

## - La biodiversidad y el cambio climático

La biodiversidad juega un rol importante en la adaptación y mitigación del cambio climático. Un ejemplo de esto es que se estima que los ecosistemas marinos y terrestres en conjunto almacenan alrededor de 1.500-2.500 gigatoneladas (Gt) de carbono y son un sumidero neto anual de 3,55 Gt de dióxido de carbono. Por otro lado, la deforestación y el cambio de uso del suelo son responsables del 20% de las emisiones antropogénicas de gases con efecto invernadero; por lo tanto, la mantención y la restauración de los ecosistemas pueden ayudar a mitigar las emisiones de GEI y aumentar el secuestro de carbono.

Los cambios en la temperatura y en los regímenes de precipitación influyen la distribución de las especies y de los ecosistemas. A medida que la temperatura aumenta, los ecosistemas y la distribución de las especies tienden a cambiar a latitudes más altas o a mayores altitudes. Esta migración causa que algunos ecosistemas disminuyan su tamaño y que otros se expandan. El cambio climático también puede alterar la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas, interrumpiendo servicios

tales como la regulación del agua y el secuestro y aprovisionamiento de carbono y llevando a una disminución general de la biodiversidad.

## El agua

El agua, componente indispensable para la vida, también se ha visto afectada, en su calidad y cantidad, por factores humanos tales como el crecimiento de la población, el crecimiento de los ingresos y las actividades económicas.

A la fecha, el crecimiento económico y las dinámicas poblacionales han afectado los ciclos hidrológicos en mayor proporción de lo que lo ha hecho el clima. Sin embargo, para 2050 el cambio climático se convertirá posiblemente en el principal factor de su deterioro. El crecimiento en el PIB provoca que aumenten la demanda por recursos hídricos y las descargas de contaminantes agrícolas e industriales, como también la demanda por la generación eléctrica. La agricultura, por su parte, necesita incrementar notoriamente su producción, para enfrentar la demanda de alimentos en 2050. La agricultura tiene un impacto en la disponibilidad de agua, alterando los escurrimientos y compitiendo con otros usos superficiales o subterráneos de ella, y en su calidad, a través de la liberación excesiva de nutrientes o microcontaminantes al agua superficial y subterránea.

La urbanización disminuye los costos per cápita de conexión a las redes de agua, pero, por otro lado, a medida que la población se vuelve más numerosa, se requiere una mayor inversión para la conexión a la infraestructura de agua y a los alcantarillados. La urbanización también conduce a la necesidad de infraestructura para el control de inundaciones, debido a que las superficies selladas alteran las escorrentías de las aguas lluvias e impiden el recargo de los acuíferos subterráneos y, por lo tanto, aumentan los riesgos de inundaciones.

Según el modelo utilizado por la OCDE, se observa que a nivel agregado las mejoras graduales en la eficiencia en el uso del agua no serán suficientes. El rápido crecimiento en la demanda de agua para la producción de electricidad, la industria y el abastecimiento urbano son susceptibles de entrar en una competencia más aguda por el agua disponible para la agricultura en las próximas décadas.

La innovación juega un rol principal en promover el manejo sostenible de los recursos hídricos. Ejemplos de esto incluyen sistemas de riego eficientes y técnicas agrícolas ecológicas para reducir la pérdida de fertilizantes; la investigación en cultivos; las tecnologías de tratamiento del agua, como las membranas



y las técnicas de filtración, y los tratamientos avanzados de aguas residuales.

Se estima que en el último siglo la demanda de agua aumentó dos veces más rápido que el crecimiento poblacional. La agricultura ocupó la mayor cantidad de agua, con un 70% del total de la demanda mundial de agua fresca. En el año 2000, luego del riego, el mayor uso fue para la generación de electricidad, primariamente para el enfriamiento térmico.

En los países de la OCDE, la extracción total de agua superficial no ha cambiado desde 1980, a pesar de un aumento en la extracción de agua para el suministro público y un pequeño aumento en la cantidad utilizada para el riego. Esta estabilidad se puede explicar por la utilización de técnicas de riego más eficientes; la disminución de industrias de uso intensivo de agua, como la minería; la mayor eficiencia del uso del agua en la generación termoeléctrica de energía; el aumento en el uso de tecnologías de producción limpia, y la disminución de las fugas en las redes de cañerías. Esta estabilización también refleja las sequías, es decir, que el agua no estaba físicamente disponible para su extracción en algunas regiones, por lo que no se podía extraer.

Las principales preocupaciones a nivel de los países OCDE son el uso ineficiente del agua (incluyendo las pérdidas a través de fugas en los sistemas de suministro) y sus consecuencias ambientales y socioeconómicas, como son, por ejemplo, el descenso de los caudales de los ríos, la escasez de agua, la salinización de los cuerpos de agua dulce en regiones costeras, los problemas en la salud de las personas, la pérdida de humedales y de la biodiversidad asociada, la desertificación y la reducción en la producción de alimentos.

Se proyecta que la demanda de agua aumentará significativamente, desde 3.500 km<sup>3</sup> en el año 2000 a cerca de 5.500 km<sup>3</sup> en 2050, lo que representa un 55% de aumento. Esto se debería principalmente al crecimiento en la demanda de la industria manufacturera, la electricidad y el uso doméstico. En todas partes del mundo el aumento de la demanda para estos usos competirá con la demanda para riego, disminuyendo la cantidad de agua disponible para la agricultura.

Un aumento en la demanda podría exacerbar el estrés hídrico en muchas cuencas fluviales, particularmente en aquellas áreas que están densamente pobladas. El número de personas viviendo en estas cuencas se espera que aumente bruscamente, desde 1.600 millones en 2000 a 3.900 millones en 2050, lo que representa más de 40% de la población mundial.

Para ese entonces alrededor de tres cuartos de las personas que enfrentarán un severo estrés hídrico vivirán en los países BRIICS.

El cambio climático provocará modificaciones en los ciclos hidrológicos de los recursos de agua fresca. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) proyecta que los cambios se observarán primeramente a través de aumentos de la temperatura, aumento del nivel del mar y variabilidad de las precipitaciones. Habrá cambios en la cantidad, el momento, la forma e intensidad de las precipitaciones y en el escurrimiento promedio anual. La frecuencia e intensidad de los eventos extremos, tales como inundaciones y sequías, aumentarán, lo mismo que la temperatura del agua y la evapotranspiración, y se deteriorará su calidad.

Se prevé en el mundo un posible agotamiento de las aguas subterráneas, que son el mayor recurso de agua dulce que existe en la tierra (sin considerar el agua almacenada como hielo). Ellas representan más de 90% de los recursos de agua dulce disponible. Las aguas subterráneas además juegan un rol principal en mantener los sistemas de agua superficial a través del flujo hacia lagos y ríos.

En la última mitad del siglo XX, el boom del uso de las aguas subterráneas en agricultura ha mejorado los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria para mil millones de agricultores y consumidores; pero su agotamiento puede ser la principal amenaza para la agricultura de riego, sobrepasando incluso a la acumulación de sal en los suelos. El rápido agotamiento de estas aguas se debe al explosivo aumento de los sistemas que actualmente las utilizan para el riego. El volumen usado de ellas está sobre las tasas de recarga en varias regiones. En países con grandes superficies semiáridas, más de un tercio del agua de riego es extraído con bombas desde el suelo. La sobreexplotación de estos acuíferos traerá problemas ambientales, como por ejemplo una disminución en la calidad del agua, la reducción de los caudales y la desecación de los humedales.

El agotamiento, aunque sea de una pequeña porción del total del volumen de las aguas subterráneas (en algunos casos un pequeño porcentaje), tiene efectos substanciales en los recursos de agua. Por ejemplo, en algunos casos puede provocar hundimientos de la tierra, lo que genera una reducción permanente de la capacidad de almacenamiento del acuífero y un aumento en la susceptibilidad a daños por inundación. Estos efectos externos pueden convertirse en factores limitantes para el futuro desarrollo de los recursos de aguas subterráneas.

Las inundaciones, las tormentas y las sequías tienen implicancias en la salud, el ambiente y el desarrollo económico. El número de estos eventos ha aumentado a nivel mundial en las últimas tres décadas, siendo supuestamente los principales impulsores de estos desastres la creciente población mundial y la expansión de las áreas construidas.

Un factor importante para considerar en la calidad del agua es su contaminación, de la cual es responsable en gran parte la agricultura, debido al mal uso de fertilizantes y plaguicidas. La presión ejercida por la agricultura en la mayoría de los países OCDE ha disminuido entre los años 1990 y mediados de los 2000, por una disminución de los excedentes de fertilizantes y del uso excesivo de plaguicidas.

A pesar de este mejoramiento, los niveles absolutos de nutrientes y de la contaminación por plaguicidas se mantienen significativos en la mayoría de los países OCDE. En casi la mitad de estos países la concentración de nutrientes y plaguicidas en aguas superficiales y subterráneas en áreas agrícolas excede los límites recomendados para el agua potable.

Otra preocupación es la contaminación con residuos agrícolas de los acuíferos profundos, donde la recuperación natural de la contaminación puede demorar décadas.

Un nuevo frente de preocupación son los microcontaminantes y sus efectos en los ecosistemas acuáticos y la salud humana. Éstos incluyen medicamentos, cosméticos, agentes de limpieza o residuos de biocidas (herbicidas, fungicidas), los cuales, producto de los drenajes urbanos, la agricultura y el escurrimiento de aguas lluvias, entran a los cuerpos de agua. Éstos pueden poner en riesgo la salud de las personas, lo que se puede ver acrecentado por la combinación de múltiples contaminantes, que pueden crear presiones adicionales en los organismos.

Estos microcontaminantes tienden a ser persistentes, lo que los hace muy difíciles de eliminar a través de las tecnologías tradicionales, de manera que se acumulan en los cuerpos de agua y sedimentos, aumentando su concentración.

## - Chile y el agua

El Ministerio de Agricultura, entendiendo lo necesario de este recurso, ha diseñado una serie de proyectos y planes para la producción agrícola sostenible, que le permita mantener la competitividad del sector a nivel mundial y, por otro lado, proteger los recursos ambientales para el desarrollo agropecuario y

forestal. Además, está implementando una serie de medidas para evitar las prácticas nocivas y contaminantes utilizadas en el pasado.

Desde el año 2010 está operando un programa para determinar la huella del agua de los principales productos agrícolas y pecuarios del país y se establecieron estrategias para el manejo eficiente de los recursos hídricos, lo que permitirá dar un valor agregado en información a los productos para la exportación.

En el año 2011 se intensificaron los estudios para conseguir la optimización de la conducción de agua, mediante la evaluación de filtraciones en canales de regadío a través del uso de termografía y el control de filtraciones por medio de métodos no convencionales, con el objetivo de generar información base sobre la pérdida de agua en los canales. De esta forma se evaluarán los daños producidos por el terremoto de 2010 en la infraestructura de regadío, para incrementar las zonas de riego a través de la focalización de recursos para la reconstrucción.

En temas de producción limpia, se están implementando programas como el diseño de buenas prácticas agrícolas en cultivos hortícolas para la Región de Antofagasta (bases técnicas para desarrollar sistemas agrícolas bajo condiciones de "producción limpia"), para producir alimentos inocuos a través de tecnologías de manejo integrado de plagas, buen uso y manejo de plaguicidas y sanidad microbiológica.

La Comisión Nacional de Riego (CNR), servicio dependiente del Ministerio de Agricultura de Chile, fue creada con el objetivo de asegurar el incremento y mejoramiento de la superficie regada del país. Conscientes del problema que la escasez de agua puede causar en la agricultura y en el país, ha desarrollado el Plan Nacional de Riego, para evitar que los recursos hídricos con potencial de riego se viertan al mar.

Para esto, entre otras medidas, se está aumentando la infraestructura de embalses en el país, para llegar a una tasa de embalses de 222 Hm<sup>3</sup>/año y de esta forma aumentar la superficie de riego de 1,1 millones de hectáreas a 1,7 millones de hectáreas. El gobierno ha priorizado la construcción de seis embalses que iniciarán su operación antes de 2022.

## Perspectivas para Chile hacia el año 2030

La situación de Chile actual revela que el cambio climático podría provocar una redistribución de los cultivos tradicionales hacia mayores latitudes y afectaría la ubicación de la producción de cultivos de alto valor agregado, con una redistribución de las zonas

productivas y la composición de la oferta de productos, debido a la escasez de agua para el riego en las zonas de menor latitud del país. Estas condiciones podrían afectar las ventajas comparativas que posee el sector agrícola y para evitar esto se propone poner énfasis en la innovación en todos los niveles de la producción.

Se cree que el sector agrícola podría enfrentar desafíos mayores para el año 2030, a causa de factores externos, como el cambio climático y estándares de calidad más exigentes.

Para hacer frente a esto es necesario disponer de un sistema de innovación más efectivo, que permita sobrellevar los problemas de producción del país y apoyar al sector para que pueda adaptarse y se reduzcan los efectos adversos derivados de estos cambios.

Chile, a pesar de ser un país de larga extensión, dispone de una superficie arable bastante limitada. En parte por esta razón, la producción agrícola se ha desplazado hacia áreas de laderas frágiles, susceptibles a la erosión.

En general, el país es muy dependiente de los recursos de riego, sobre todo en las regiones del norte, donde son escasos. En los últimos años se ha observado una disminución de la pluviometría y un cambio en el régimen de su distribución, lo que genera que la expansión agrícola hacia el norte del país esté limitada por la disponibilidad de este recurso.

En las temperaturas se ha observado un aumento total estimado en 0,8° C desde 1960 a la fecha, con áreas donde la temperatura mínima ha aumentado y otras, como las costeras, donde las temperaturas máximas han decaído.

En las próximas décadas el país se vería afectado por los efectos, poco conocidos actualmente, del cambio climático. Se pronostica que las temperaturas subirán en un promedio de 0,3° C por década. Las precipitaciones de lluvia tendrán una mayor variabilidad y habrá aumento de estas precipitaciones en los lugares de mayor altura y en las regiones con altas latitudes.

Se pronostica también una disminución de las áreas arables del país, debido principalmente a la degradación de los suelos y a la expansión urbana. Los sistemas agrícolas de alto valor, como los frutales y hortalizas, irán ocupando gradualmente los suelos de mejor calidad, y los menos rentables, como es el

caso de los cereales, serán empujados a tierras de menor calidad.

El uso de energía fósil y de fertilizantes aumentará, por una disminución en la mano de obra y una intensificación de los sistemas de producción agrícola.

La generación de energía será uno de los grandes desafíos para el país durante las próximas décadas.

Para enfrentar esta situación se diseñó la Estrategia Nacional de Energía, la cual tiene como finalidad adoptar una posición clara respecto del desarrollo futuro de la matriz energética, y delinea las principales orientaciones y medidas que se tomarán para contar con los recursos energéticos suficientes y competitivos para sostener el crecimiento y lograr el desarrollo. Esta estrategia se basa en seis pilares fundamentales: la eficiencia energética, el despegue de las energías renovables no convencionales (ERNC), la definición del rol de las energías tradicionales, la elección de un nuevo enfoque en la transmisión eléctrica, la generación de un mercado eléctrico más competitivo y la integración eléctrica regional.

## Conclusiones

Se puede observar que todos los factores antes descritos están íntimamente relacionados y repercutirán en mayor o menor medida en el ambiente y en la agricultura.

Ya es posible observar el impacto que están generando las distintas actividades humanas en el ambiente, como la contaminación de aguas, aire y suelo; la pérdida de biodiversidad, las variaciones en temperatura y precipitaciones y el aumento de los gases con efecto invernadero, entre otros.

Para evitar posibles efectos indeseados, es necesario que se comience a tomar medidas adecuadas en el tiempo correcto, ya que aún no es posible determinar todos los efectos que estos cambios tendrán en el ambiente y que finalmente repercutirán en la agricultura, la cual depende directamente de los recursos naturales.

A nivel nacional, el Ministerio de Agricultura está preocupado de estos temas y cómo pueden afectar a la agricultura y al país, por lo cual está realizando una serie de medidas para reducir el impacto que pueden generar. Algunos de estos esfuerzos fueron citados anteriormente en este texto.