



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
ODEPA



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
FIA

Análisis de Vulnerabilidad del Sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos y Edáficos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático



Capítulo I - Resumen Ejecutivo

Impactos Productivos en el Sector Silvoagropecuario de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático

*Ejecutor: Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED)
Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile*

Diciembre 2008

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR SILVOAGROPECUARIO, RECURSOS HÍDRICOS Y EDÁFICOS DE CHILE FRENTE A ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I – IMPACTOS PRODUCTIVOS EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO DE CHILE FRENTE A ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio presenta una proyección de los impactos productivos de los cambios climáticos en Chile en el sector silvoagropecuario, para mediados del siglo XXI (años 2040 a 2070), realizada para dos escenarios: A2 y B2, previstos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su nombre en inglés) y la comparación con el clima actual (fines del siglo pasado). El escenario B2 corresponde a un escenario más benigno, donde el anhídrido carbónico crece en forma sostenida pero no muy acentuadamente, en cambio el escenario A2 tiene un crecimiento de anhídrido carbónico que se acelera hacia fines del siglo alcanzando niveles mucho mayores.

A partir de los cambios proyectados a través del modelo PRECIS, de temperatura, precipitación y radiación solar, se establecieron las modificaciones que estos cambios generarán sobre el conjunto de variables climáticas derivadas tales como los días-grado, horas de frío, período libre de heladas, déficit y excedentes hídricos, número de heladas y de días cálidos, períodos secos y húmedos, período de receso vegetativo, evapotranspiración potencial e índices de humedad. Para evaluar el comportamiento de los cultivos frente a las variaciones del clima se utilizó el modelo SIMPROC (Simulador de la Productividad de Cultivos) desarrollado por el grupo de trabajo de Centro de Agricultura y Medio Ambiente, AGRIMED, de la Universidad de Chile, utilizado en la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático. El modelo simula el crecimiento y producción de los cultivos, integrando los principales procesos ecofisiológicos y su regulación climática. Una de las mayores ventajas del modelo SIMPROC frente a otros modelos de cultivos, es que realiza la simulación de manera iterativa, es decir, el modelo considera todas las fechas de siembra, para día del año, y escoge la fecha que maximice el rendimiento. Esta iteración permite determinar los posibles desplazamientos en las fechas de siembra que podrían tener los cultivos anuales bajo nuevos escenarios climáticos. Esto es esencial debido a que sería un error evaluar el comportamiento futuro de un cultivo suponiendo que se mantiene la misma fecha de siembra actual. En el caso de las especies frutales lo que representa la mayor movilidad es la fecha de maduración de los frutos.

El modelo SIMPROC integra en el tiempo las respuestas ecofisiológicas de los cultivos frente a los estímulos climáticos. El crecimiento es simulado entre la emergencia y la cosecha. A partir de la intercepción de la radiación solar y del área foliar, simula en cada instante la producción fotosintética bruta. Una vez considerados los costos respiratorios se establece el potencial de producción de materia seca, proceso en el que influyen las temperaturas y la disponibilidad de agua en el suelo. Mediante un balance hídrico del suelo se establece el grado de satisfacción de las demandas hídricas del cultivo, lo que a su vez, regula la velocidad del crecimiento. El modelo simula la fenología del cultivo a partir de la acumulación de días-grado, variable de base para establecer en todo instante la edad fisiológica del cultivo. A partir de ésta, se modula el coeficiente de reparto del crecimiento entre los distintos órganos de la

planta, así como la sensibilidad de la misma frente a eventos catastróficos como las heladas, el estrés térmico y la sequía. El área foliar del cultivo crece hasta que la fenología gatilla la senescencia, momento a partir del cual comienza a disminuir el área de hojas expuesta a la radiación solar y, con ello, la fotosíntesis hacia el final del ciclo.

Todos los modelos globales coinciden en que se producirá una aridización en la zona central y sur del país, y a la vez, un aumento de la pluviometría en el extremo austral. La temperatura tendería a aumentar en el territorio nacional, en el mar y en Argentina en mayor grado en el escenario A2 y en menor medida en el B2.

En la zona central, en el escenario A2, se esperan disminuciones en la precipitación de 25% y 35% para el año 2040 y 2070 respectivamente. Este hecho, junto al aumento de unos 2 °C a 4 °C de la temperatura media, podría desplazar las actuales zonas climáticas hacia el sur. La isoterma de 0 °C podría subir varias centenas de metros en la cordillera de los Andes, lo que reduciría la precipitación sólida en las cuencas, favoreciendo un aumento del escurrimiento invernal en perjuicio del estival.

La mayor parte de los cultivos anuales podrían cambiar sus fechas de siembra, lo que compensaría una situación climática adversa. Este hecho se debe a que la atenuación del régimen de heladas permitiría adelantar en varios meses la fecha de siembra de los cultivos de verano, lo que permitiría aprovechar parcialmente las precipitaciones invernales.

En el caso del trigo en riego, el aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y A2 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie. Esto afectará más nítidamente a las zonas costeras y precordilleranas, que perderán sus excepcionales potenciales actuales, homogenizándose con la situación del valle central. En toda la costa hasta la Región de los Ríos, se esperan disminuciones promedio de las temperaturas de entre 5% y 10% en el escenario A2 para el año 2040. Los rendimientos del trigo en secano disminuyen en todo el norte y centro del país debido a la mayor incidencia de sequías. En la costa y valle central de la zona central, habrá disminuciones de entre un 10% y un 20% en los rendimientos. A partir de la precordillera de la Región del Bío Bío hacia el sur, en todas las zonas, se observa un aumento gradual en los rendimientos, que son del orden del 30%, llegando a un 100% de aumento en algunos sectores de la precordillera de las regiones de los Ríos y los Lagos.

Dado que el maíz es un cultivo exigente en temperatura, el potencial de producción se expandiría considerablemente en el escenario A2 para el año 2040 con respecto a la situación actual. Desde la Región de Coquimbo hasta la del Bío Bío, se produce una disminución en los rendimientos en todo el valle central en un rango que varía entre 10% y 20%. Inversamente, en la costa y precordillera se observa un aumento en los rendimientos que llegan hasta un 50%. En la zona sur, desde la Región de la Araucanía, los rendimientos aumentarían hasta situarse en una franja de 60% a 200% de incremento. En el extremo austral los rendimientos tienden a mantenerse invariados debido a las compensaciones de efectos positivos -mayor temperatura, con el consecuente aumento de las temperaturas invernales-, y negativos -mayor precipitación, que conduce a mayor incidencia de enfermedades-.

Siendo el maíz un cultivo de verano con elevadas exigencias térmicas, su cultivo en secano es marginal, por cuanto se le cultiva en Chile en climas con verano cálido y seco. Las deficiencias hídricas estivales reducen drásticamente el potencial de

rendimientos de este cultivo en seco, por lo cual, a pesar de las pequeñas variaciones proyectadas en los nuevos escenarios climáticos, los rendimientos de este cultivo seguirán siendo marginales y de baja rentabilidad en seco, alcanzando potenciales de producción inferiores a cuatro toneladas por hectárea.

La papa es un cultivo que se beneficia de los climas suaves, sin temperaturas diurnas muy elevadas y con noches frescas que estimulan la formación de los tubérculos. Por esta razón, en el escenario actual las mejores condiciones de producción se sitúan tanto en la costa como en la precordillera entre las regiones de O'Higgins y de la Araucanía, alcanzando rendimiento que superan las 40 toneladas. En los escenarios futuros, en general, la zona norte presenta una reducción en los rendimientos de entre un 10% y un 20%. En la zona centro-norte, y hasta la Región de O'Higgins, existen disminuciones en los rendimientos en hasta un 30%. Más al sur, entre Talca y Temuco, se prolonga esta situación pero sólo en el valle central, mientras que en la costa y precordillera se esperan aumentos en los rendimientos en hasta un 50%. Desde la Región de la Araucanía al sur, los rendimientos aumentan hasta llegar a incrementos de entre 150% y 200% en la Región de los Lagos. En seco, en general, y especialmente en la zona central, se mantienen las bajas productividades. Los aumentos se producirían en la costa de la Región del Bío Bío y desde Valdivia hasta Coyhaique.

Los rendimientos del frejol se mantienen en los escenarios futuros para toda la zona norte, centro y centro-sur del país. Esto se debe al corto ciclo del frejol (tres a cuatro meses). Desde la Región de la Araucanía hacia el Sur aumenta la productividad entre 10% y 20%, llegando hasta 100% en la Región de Los Lagos. En general los rendimientos tienen a mantenerse muy parejos en toda la zona central y sur del país, en torno a las 4,5 toneladas por hectárea al año.

En el caso de la remolacha en riego, en el valle central, entre la Región de Valparaíso y la ciudad de Talca, se producirán aumentos en los rendimientos de hasta un 50% en algunas comunas. Por el contrario, en la costa y precordillera, el aumento de las temperaturas asociado a los escenarios A2 2040 y A2 2070 provocará una aceleración del ciclo de vida, reduciendo los rendimientos de esta especie. Es decir, se producirá una homogenización con la situación del valle central. Desde la Región de la Araucanía al sur el aumento de las temperaturas invernales incrementa el potencial productivo, factor que domina sobre cualquier efecto negativo que pudiere provenir de los cambios en el régimen pluviométrico.

Los frutales extenderían su área de cultivo hacia las regiones de Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. A diferencia de los cultivos anuales, en este caso no existe la posibilidad de mover las fechas de inicio del ciclo de vida. Cabe, además, considerar que los impactos serán de tres naturalezas distintas: efectos sobre los rendimientos, efectos sobre la calidad de la producción y efectos sobre la sanidad (incidencia de plagas y enfermedades). Los efectos sobre los rendimientos son probablemente los más fáciles de proyectar, mientras que los efectos sobre la calidad de la producción son los más difíciles. Un hecho común para todas las especies frutales será la aceleración de los procesos de fructificación, reduciendo el tiempo de desarrollo de los frutos, y con ello la producción, junto con aumentar la precocidad de la madurez.

Hay especies, como la vid, donde la calidad de la producción es particularmente dependiente del clima, especialmente frente a la combinación de las temperaturas diurnas, nocturnas y la luminosidad. Siendo las propiedades organolépticas de los frutos variables de elevados requerimientos climáticos, es muy fácil que una nueva

combinatoria de las variables que las determinan, afecten a la calidad de la producción.

Una constante para las especies de clima templado (hoja caduca) es que el aumento de las temperaturas mínimas les resulta desfavorable para la obtención de color y, en ciertos casos, afecta su contenido de azúcar. Por otra parte, el aumento de las temperaturas invernales puede tener un importante efecto positivo sobre las poblaciones de insectos, afectando con ello la sanidad de los frutales. Las temperaturas extremas son, generalmente, las que controlan las tasas de reproducción de los insectos, de modo que el incremento de las temperaturas mínimas relajará el control que éstas realizan en la actualidad sobre el número de generaciones de una misma plaga durante el año. Es decir, la primera generación podría aparecer más temprano en primavera y multiplicarse hasta más tarde en otoño. En el caso de las enfermedades provocadas por hongos y bacterias, las condiciones de los nuevos escenarios podrían favorecer una mayor proliferación de éstas. Este hecho está asociado a temperaturas mínimas y máximas más elevadas, junto al aumento de las precipitaciones de primavera y verano.

Las especies subtropicales podrían mejorar su potencial en casi todas las regiones. En el caso de los naranjos, el aumento de las temperaturas invernales mejora las condiciones de producción en todo el territorio, salvo en una franja costera que se mantiene térmicamente deficiente y algo limitante para la obtención de buenos rendimientos. A este mejoramiento contribuye fuertemente la disminución de las heladas invernales y primaverales que amenazan la viabilidad de las flores. Es altamente probable que las condiciones climáticas de los nuevos escenarios mejoren la calidad de los frutos, pues el alza en las temperaturas mínimas podría reducir la acidez. En la zona norte el potencial mejora considerablemente, especialmente en los valles de la Región de Tarapacá. En la precordillera central las condiciones mejoran haciendo al cultivo viable desde el punto de vista económico, especialmente en condiciones de laderas abrigadas de las heladas

El bosque plantado de pino radiata ampliaría su zona de producción hacia la Región de Los Lagos. Por el contrario, en la zona central (regiones Metropolitana, de Valparaíso y de O'Higgins) el potencial productivo podría deteriorarse. En los escenarios futuros las condiciones de producción se deterioran considerablemente en el centro-norte (regiones comprendidas entre Coquimbo y Metropolitana) como consecuencia del aumento del déficit hídrico. Este deterioro va disminuyendo hacia el sur hasta desaparecer en la Región de la Araucanía, a partir de la cual el potencial productivo mejora significativamente. Especiales incrementos de potencial se proyectan a partir de la Región de Los Ríos y hasta Chiloé. Esto es una consecuencia del mejoramiento en las temperaturas de primavera y otoño, que alargarán el ciclo anual de crecimiento de esta especie.

En el caso del eucalipto glóbulos, el potencial productivo se deteriora en la Región de Coquimbo como consecuencia de la menor pluviometría. Por la costa de la zona central, se registran aumentos del potencial productivo debido al mejoramiento de las temperaturas invernales, e igual situación ocurre en la precordillera. A partir de la Región de la Araucanía, se proyecta un aumento del potencial productivo de esta especie, como consecuencia del mejoramiento de las temperaturas invernales y de la disminución del número e intensidad de las heladas. Las regiones de Los Ríos y de Los Lagos mejoran notablemente su potencial productivo.

En el escenario actual la producción de biomasa de las praderas anuales comienza a ser significativa desde la Región de Coquimbo hacia el sur. En el límite norte de la Región de Coquimbo se observan productividades medias tan bajas como 100 o 200 kilogramos de materia seca por hectárea al año. La productividad crece gradualmente hacia el sur en la medida que las precipitaciones aumentan, llegando a su máximo en la Región de Aysén, donde se optimiza la combinación entre la disponibilidad de agua y de temperatura. En buenas condiciones de crecimiento las productividades herbáceas pueden superar los 7000 kilogramos por hectárea al año. Los nuevos escenarios climáticos muestran la gran sensibilidad de la productividad de las praderas naturales en relación con la precipitación. Se aprecia una caída en la productividad de las praderas anuales entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Esto probablemente ocurre como una respuesta a la menor disponibilidad de agua en el suelo. Hacia el sur se observa un aumento en los rendimientos en la parte central del país de hasta un 200%. En la parte oriental de la cordillera de los Andes, en el extremo sur, se esperan disminuciones de la productividad como consecuencia de una reducción de la radiación solar de hasta un 15%.

En la región altiplánica la productividad de las praderas aumentaría como consecuencia de la mayor caída pluviométrica de los escenarios futuros respecto de la situación actual. Entre la Región de Atacama y la de Los Ríos se produce una clara disminución de la productividad de las praderas, asociada a una intensificación de los períodos secos. En el extremo austral las praderas aumentan su productividad en el sector occidental de la cordillera de los Andes, fenómeno asociado a una mayor pluviometría, alzas en las temperaturas y aumentos en los niveles de radiación solar.

En algunos sectores del valle central (regiones de Valparaíso y Metropolitana) la disminución de las heladas invernales, el alza de las temperaturas y los importantes aumentos en la radiación solar, en hasta un 14%, compensan al efecto negativo de la menor pluviometría, trayendo como consecuencia leves aumentos en la productividad en torno al 10%. Es probable que un invierno más templado en la zona central, aumente la eficiencia de uso de las precipitaciones (kilogramos por hectárea, por milímetro de agua) como consecuencia de un inicio más temprano del crecimiento en otoño-invierno.

Las necesidades de riego, en el caso de los cultivos, muestran aumentos o disminuciones dependiendo de la zona del país. En general, de la Región de la Araucanía al sur, los incrementos en las necesidades de riego se hacen más notable debido a un aumento en la evapotranspiración, que a la vez es producida por alzas en los niveles de radiación solar. Por otra parte, todos los frutales analizados, presentan aumentos en los requerimientos de riego en todo el país, lo que sugiere la necesidad de crear y mejorar la infraestructura de riego de dichas regiones.

Con respecto a los riesgos de sequías, en general aumentarían en la zona central. En la zona sur, para las siembras de invierno, el riesgo de sequía tiende a mantenerse constante o a disminuir levemente, debido a que en esta zona sólo disminuirán las precipitaciones de primavera y verano. Además, producto del alza en las temperaturas, se acortarán los ciclos de vida de estas especies, disminuyendo la exposición de los cultivos a los meses de primavera y verano. En el caso del trigo, los riesgos de sequía en la zona central aumentarán gradualmente en los nuevos escenarios como consecuencia de la disminución de las precipitaciones y del aumento de la evapotranspiración. A partir de la Región de la Araucanía, en algunos sectores, se aprecia una leve disminución de estos riesgos en las siembras de otoño-invierno, como consecuencia del acortamiento del ciclo vegetativo, lo que le permite a las

siembras reducir sus niveles de exposición a este azar. En el maíz los riesgos de sequía se mantienen extremadamente altos en toda la zona central del país. A pesar de que se proyecta una disminución de la precipitación de hasta un 25% en la zona central en el escenario A2 para el año 2040, se aprecia sólo un leve aumento en los riesgos de sequía en las siembras invernales, debido al acortamiento del ciclo de vida, con la consecuente reducción de la exposición este riesgo. En las regiones de Los Ríos y de Los Lagos, los riesgos se mantienen en el mismo orden de magnitud que en la actualidad.

En el caso de riesgos de heladas, se proyecta una disminución en todas las fechas de siembra, la cual se va atenuando hacia el sur. Como consecuencia de la disminución del número e intensidad de las heladas, el trigo y las papas registran disminuciones considerables de riesgo de exponerse a este fenómeno en todas las fechas de siembra, aún en la zona sur. En muchas localidades el riesgo de heladas para estas especies tiende a desaparecer para todas las fechas de siembra en el escenario A2 al año 2070. En el caso del maíz, más sensible a este azar, se atenúan igualmente los niveles de riesgo a heladas pero con mayor moderación y manteniendo las formas actuales.

Se analizó también el riesgo de lluvias dañinas. Este riesgo está referido a precipitaciones superiores a 10 milímetros por día en períodos críticos como siembra, floración y cosecha. En general, el riesgo de lluvias dañinas es bajo en Chile, especialmente en las siembras de primavera-verano. En los nuevos escenarios climáticos se proyecta una disminución de este riesgo como consecuencia de la declinación pluviométrica, lo que es más notable en la zona centro-norte, y se atenúa en cierto grado hacia el sur. Las siembras de otoño son la que exhiben los mayores riesgos de lluvias dañinas debido a que la floración tiende en estos casos a ocurrir dentro del período de lluvias. En el centro-norte estos riesgos se mantienen por debajo de 0,15 y tienden a duplicarse en el sur del país. En todos los casos existe un riesgo próximo o igual a cero para las siembras de primavera.

En síntesis, los impactos productivos de los nuevos escenarios climáticos varían de acuerdo a la especie y las regiones de Chile en que se ubiquen. Por la complejidad de las interacciones atmósfera-continente-océano, en una misma región se esperan cambios diferentes dependiendo de la dominancia de la continentalidad y del efecto oceánico. De esta manera, los escenarios climáticos futuros sugieren que los cambios para la agricultura dependiendo de la región, pueden ser negativos o positivos. La mayor interrogante surge de los cambios negativos de la hidrología de la cordillera de Los Andes, lo que requeriría de una fuerte acción de mejoramiento y ampliación de la infraestructura de regulación hidrológica para compensar los cambios en la estacionalidad de la escorrentía.