

POSIBLES IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA CHILENA

La actividad agrícola podría verse afectada por un incremento de los días-grado en algunas regiones, y por una mayor demanda hídrica.

Carlo Montes V.

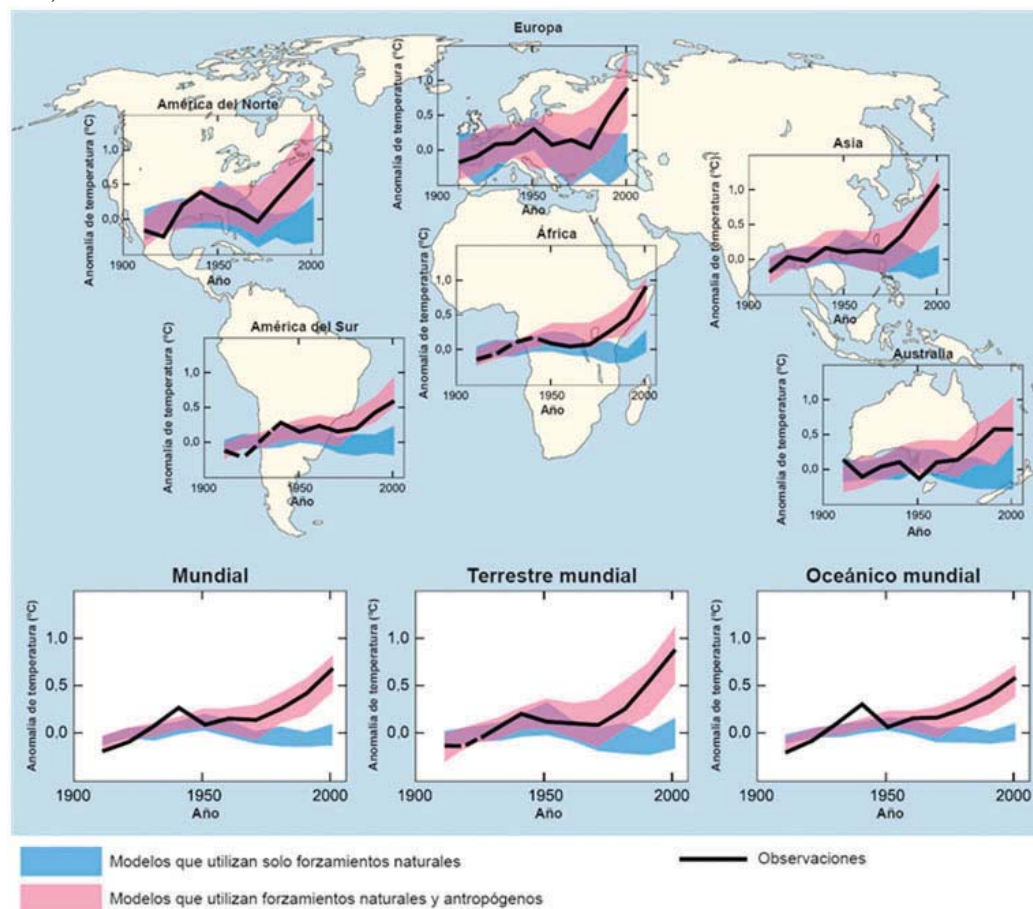
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
carlo.montes@ceaza.cl

CEAZA

Durante las últimas décadas, dado el notable aumento de nuestra población, las actividades humanas han provocado cambios importantes en la composición atmosférica. Prueba de ello es el incremento observado en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que se encuentran el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el dióxido de carbono (CO_2). Este último es el que ha experimentado los mayores aumentos. Las emisiones de GEI generadas por actividades humanas han crecido en un 70% entre 1970 y 2004, con un incremento en la concentración de CO_2 de 21 a 39 gigatoneladas (1 Gt = mil millones de toneladas). La principal causa ha sido la utilización de combustibles de origen fósil como fuente de energía, seguida por procesos físicos relacionados al uso del suelo, como la deforestación, entre otros.

Las propiedades físicas de los GEI dan como resultado una

Figura 1. Evolución de la temperatura superficial observada y simulada con un conjunto de modelos climáticos globales (franjas de color).



Fuente: IPCC, 2007.

modificación del balance global de energía. Los cambios en las concentraciones de GEI, aerosoles y en la cubierta terrestre, han alterado dicho balance, debido a su efecto en la absorción, dispersión y emisión de radiación en la atmósfera y superficie. Este efecto se denomina forzamiento radiativo, el cual es considerado como un indicador de la importancia de cada factor sobre la intensificación del efecto invernadero natural y, a su vez, del calentamiento global. Producto

de dicho calentamiento, se generan modificaciones en las variables atmosféricas como la precipitación o la magnitud del viento, transformaciones que en conjunto se conocen como "cambio climático".

El clima es en sí variable, y ha experimentado muchos cambios en el tiempo, siempre manteniéndose el equilibrio energético de la Tierra. Los mecanismos de variabilidad climática natural van desde los ciclos de la órbita terrestre, que definen un tipo de

forzamiento orbital del clima, hasta las erupciones volcánicas, o fenómenos comúnmente conocidos, como lo es El Niño, entre otros. Resulta muy probable que la modificación del equilibrio energético de la Tierra provocada por factores como el aumento de los GEI sea la causante del incremento en las temperaturas globales registradas en el último siglo. Como una manera de determinar el impacto relativo sobre tales cambios de los forzamientos provocados por el

hombre y los forzamientos naturales, se han realizado simulaciones con modelos climáticos globales que consideran ambos forzamientos de manera conjunta y separada. La figura 1 muestra una comparación entre los cambios observados en la temperatura superficial y los resultados de dichas simulaciones. Estos resultados muestran que es muy improbable que el aumento global de las temperaturas sea explicable por causas de origen natural, lo que puede ser tomado como una evidencia importante de la influencia de las actividades humanas en la evolución global del clima durante las últimas décadas.

Escenarios futuros

Para poder realizar proyecciones acerca del clima en el futuro, se requiere, en una primera etapa, construir los llamados escenarios de emisiones. Esto consiste en realizar proyecciones de desarrollo social y económico futuro (crecimiento demográfico, fuentes de energía, cambio tecnológico, etc.), las cuales poseen emisiones de GEI asociadas. Tales escenarios constituyen representaciones de la evolución futura de las emisiones y concentraciones de GEI basadas en hipótesis sobre la evolución socioeconómica y sus relaciones. Posteriormente, las tasas de emisiones y concentraciones futuras son utilizadas para realizar simulaciones climáticas globales y generar así escenarios de cambio climático, los que representan las posibles variaciones espaciales y temporales

del sistema climático para un tiempo futuro.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, "Intergovernmental Panel on Climate Change", creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) ha generado cuatro familias de escenarios de emisiones, por lo que existen a su vez varios escenarios de cambio climático. En general, se espera a nivel global para fines del siglo XXI que las temperaturas aumenten en promedio entre 1°C y 4°C, considerando umbrales extremos. Muy importante de tener en cuenta es que, si bien existen varios escenarios y modelos climáticos, todos los resultados obtenidos coinciden en que la temperatura aumentará.

A diferencia de la temperatura, hay una mayor incertidumbre en cuanto a los cambios esperados para la precipitación. Se espera que modificaciones tales como la expansión hacia los polos de los sistemas de alta presión subtropicales –como el Anticiclón del Pacífico Suroriental–, generen cambios en los patrones de precipitación. Así, es muy probable que las zonas adyacentes a tales sistemas atmosféricos, como la zona central de Chile, experimenten una disminución en las precipitaciones, mientras que podrían aumentar en latitudes altas. Existen, sin embargo, factores que hacen que las proyecciones para la precipitación sean inciertas. Por ejemplo, la incapacidad de los modelos climáticos globales de representar la topografía compleja, como Los

Figura 2. Campos de temperatura (°C) promedio de octubre a marzo para el clima actual y los escenarios futuros B2 y A2.

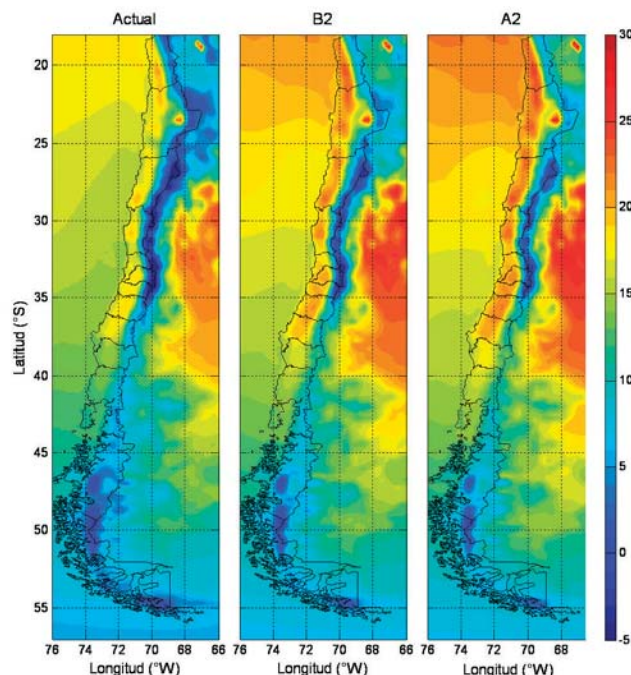


Figura 3. Acumulación de días-grado durante octubre a marzo para el clima actual y los escenarios futuros B2 y A2.

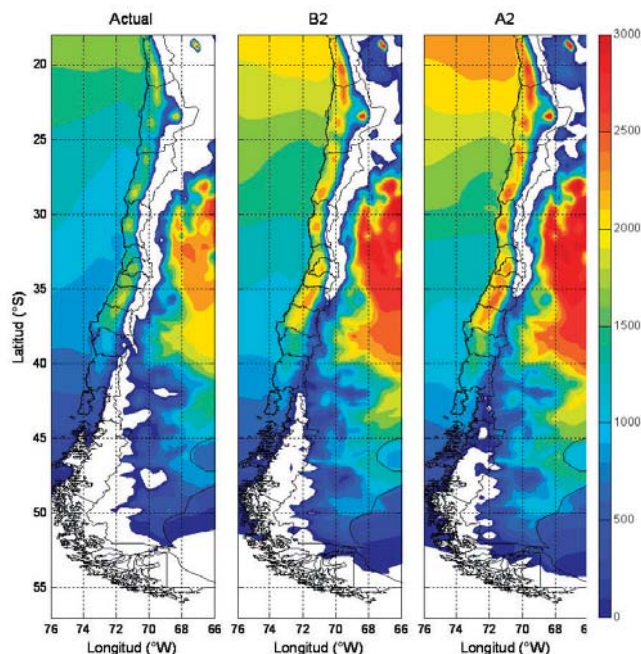


Figura 4. Cambio en la acumulación de días-grado de octubre a marzo entre las regiones de Coquimbo y Biobío, para los escenarios futuros B2 y A2.

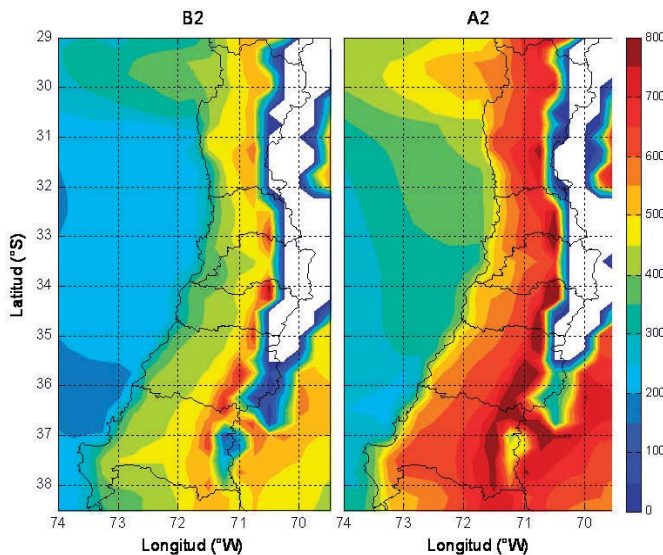
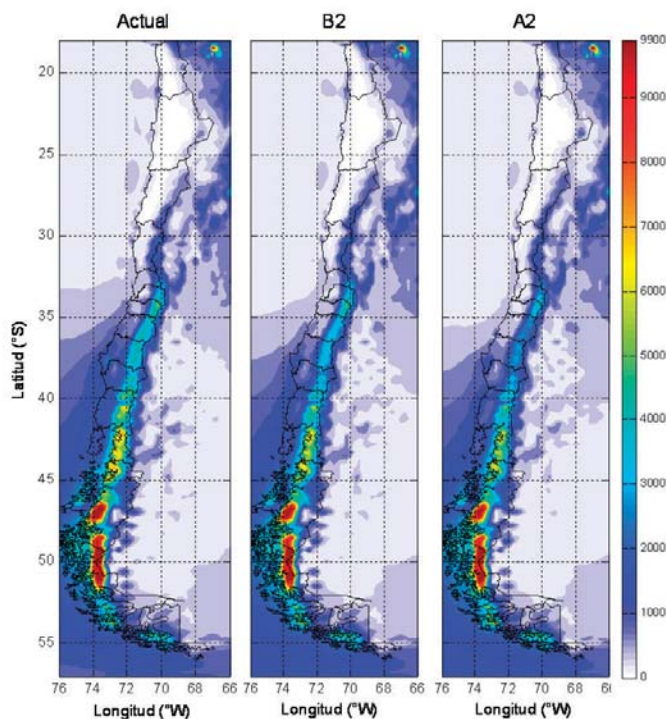


Figura 5. Campos de precipitación total anual (mm) para el clima actual y los escenarios futuros B2 y A2.



Andes, o los mecanismos de variabilidad entre décadas, como El Niño/La Niña. Si a lo anterior se añade la naturaleza caótica del sistema climático, se hace necesario afrontar la variabilidad climática futura en términos probabilísticos, vale decir, analizando los resultados de múltiples simulaciones.

Cambio climático en Chile

La información discutida previamente proviene de la utilización de modelos climáticos globales. Dichos modelos poseen resoluciones espaciales que llegan hasta los cientos de kilómetros, lo que no permite establecer a escala local los cambios en las variables meteorológicas y procesos de interés en agricultura, como los de superficie. Esto es de mucha relevancia en regiones con terreno complejo, como Chile, donde cerca del 80% de la superficie corresponde a zonas montañosas. Para resolver medianamente dicha dificultad se utilizan modelos de mayor resolución espacial, llamados modelos climáticos regionales, los que utilizan como condiciones de contorno a los modelos globales, y realizan una interpolación dinámica de sus resultados. En nuestro país, en el año 2006, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) encargó al Departamento de Geofísica (DGF) de la Universidad de Chile la realización de simulaciones regionales, como parte del Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI. En dicho estudio se empleó el modelo regional

PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies), desarrollado por el Hadley Center del Reino Unido, utilizando como condiciones laterales al modelo global HadCM3.

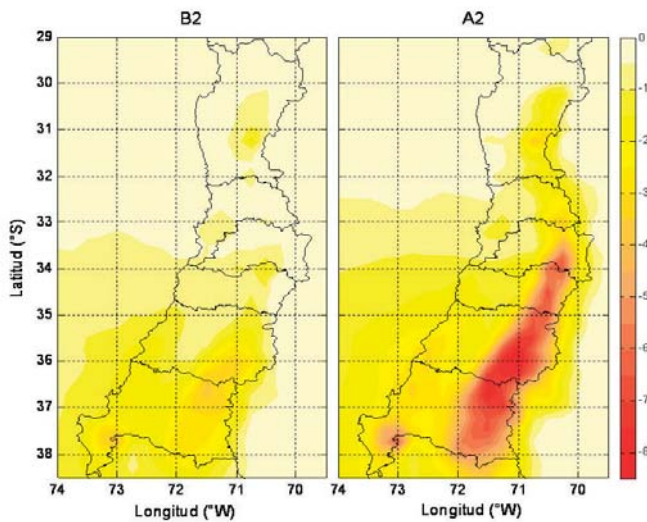
Como ya se indicó, se ha creado una serie de escenarios de emisiones de GEI. El estudio del DGF consideró tres escenarios: clima actual, B2 y A2. Para obtener una representación del clima actual se realizó la simulación para el período 1961-1990, utilizando las concentraciones de GEI registradas en los últimos años. Para los escenarios futuros B2 y A2 se simuló el período 2071-2100, considerando las concentraciones de GEI señaladas por el IPCC, donde A2 corresponde a las estimaciones de mayor concentración.

Variables de mayor interés agrícola

Algunos análisis de las variables de mayor interés en agricultura, como lo son la temperatura y la precipitación se presentan en las líneas siguientes.

En la figura 2 (página 45) se muestra el campo promedio de temperatura en superficie, en el período de octubre a marzo, para el clima actual y los dos escenarios futuros, sobre el dominio espacial completo de PRECIS. Ambos escenarios muestran un aumento importante de la temperatura superficial promedio en Chile, el cual es superior en el escenario A2. Las zonas agrícolas ubicadas en los valles centrales y partes bajas podrían sufrir aumentos de 2 a 3°C en un escenario B2, y de 3 a 4°C en A2.

Figura 6. Cambio en la precipitación total anual (mm) entre las regiones de Coquimbo y Bío Bío, para los escenarios futuros B2 y A2.



El cambio es más acentuado en las zonas altas de Los Andes y en el norte del país. Allí se estiman incrementos de hasta 5°C o superiores en un escenario A2, más marcados en los meses de verano. Lo anterior se invierte para el extremo norte, ya que la región altiplánica presentaría aumentos relativos más pronunciados durante los meses de invierno.

Una forma práctica de cuantificar el impacto del cambio en las temperaturas sobre la agricultura es cuantificando la acumulación de días-grado (DG). La figura 3 (página 45) muestra la acumulación de DG (sobre 10°C) para el período octubre-marzo en los tres escenarios climáticos. Los contornos en blanco corresponden a aquellas zonas en las cuales no ocurre acumulación de DG, debido a que la temperatura media no supera los 10°C. Se observa que aquellas regiones del país que poseen acumulaciones promedio para el clima

actual del orden de 1.500 DG podrían llegar en un futuro a cerca de 2.000 DG, considerando un escenario B2, y a cerca de 2.700 DG en A2.

Si se analiza los DG entre las regiones de Coquimbo y Biobío, en donde se concentra gran parte de la agricultura del país, se aprecia claramente el incremento importante en la acumulación durante la temporada agrícola. La figura 4 muestra la modificación en DG acumulados para el clima futuro, el que puede variar en promedio entre 500 DG (B2) y 700 DG (A2).

Impacto en la seguridad del agua

Se espera que este aumento en las temperaturas provoque impactos que pueden ser positivos o negativos desde el punto de vista agrícola, dependiendo de la zona y la especie considerada. Es probable que la menor duración del ciclo de crecimiento

esperable para las especies frutales, como resultado del aumento en las temperaturas, reduzca el potencial productivo de tales especies debido a la disminución de las posibilidades de fotosíntesis. Se sabe que la síntesis de compuestos asociados a la calidad de las frutas (aromas, color, etc.) está en gran parte determinada por las temperaturas nocturnas, de manera que la mayor temperatura y la consecuente disminución de días fríos podrían generar una disminución de la calidad de dichos productos.

En la figura 5 se muestran los campos de precipitación total anual para los tres escenarios climáticos. De la misma manera que para las temperaturas, se observa una distribución espacial muy similar a la existente en el clima actual, es decir, con montos de precipitación que aumentan hacia el sur y en las zonas cordilleranas, pero con variaciones en sus valores absolutos. En términos generales se espera un cambio positivo en la precipitación en la pendiente Este de Los Andes (Argentina) y una disminución en la pendiente Oeste (Chile). Para el caso de nuestro país, estos patrones muestran una baja en la precipitación anual para todo el territorio y en los dos escenarios futuros, lo que se acentúa en el escenario A2 y en las zonas cordilleranas. En la zona central la disminución en las precipitaciones es generalizada, lo que hace presuponer un alto impacto en la seguridad del agua en agricultura.

La zona de clima mediterráneo podría sufrir disminuciones significativas en precipitación.

Considerando las regiones de Coquimbo a Biobío, se observan cambios importantes en la cantidad de agua caída al año (figura 6). Se aprecian disminuciones de 200 mm o más en las tierras bajas, y aun superiores para las zonas altas en Los Andes. Este probable escenario de precipitaciones supone un alto impacto negativo para la agricultura, originado por una parte en la menor disponibilidad del recurso, tanto para su uso directo como para su acumulación, y, por otra, debido a una mayor competitividad, dada la mayor demanda por distintos sectores sociales.

Existe evidencia física importante del impacto de las actividades humanas sobre la composición atmosférica y el clima. Es muy probable que dicho impacto se traduzca en cambios en los actuales patrones del clima. Según las proyecciones, es probable que el aumento de temperatura en Chile sea inferior al promedio global. Sin embargo, los cambios suponen un nuevo escenario ambiental para la agricultura, lo que puede traducirse, por ejemplo, en la modificación de las fechas de siembra de cultivos invernales o la ampliación hacia el sur de la superficie con frutales. Las modificaciones en la temperatura y otras variables generan un escenario de mayor demanda hídrica por parte de los cultivos, lo que unido a la menor disponibilidad proyectada, resultan en una situación preocupante, especialmente en la agricultura más vulnerable como lo es la de secano, y obligan a avanzar en el uso más eficiente del agua de riego. **Ta**