

## Capítulo 1

# Cambio climático: Impulso a la introducción tecnológica

Stanley Best S., Paula Vargas Q., Hernán Aguilera P.

### 1.1. Cambio climático en la agricultura

A lo largo de los últimos años se ha podido apreciar cómo la actividad humana se ha visto influenciada por la aceleración del cambio climático debido a la quema de combustibles fósiles, deforestación y cambios en el uso de suelo que aumentan la emisión de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, generando un incremento en la temperatura de la Tierra. Algunas de las consecuencias incluyen el derretimiento de glaciares, el aumento de las precipitaciones y de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos, y modificaciones en las estaciones del clima. El ritmo acelerado del cambio climático, junto con el aumento de la población y de los ingresos a nivel mundial, amenazan la seguridad alimentaria en forma global. La agricultura es extremadamente vulnerable a estos cambios. Así se ha podido evaluar que el impacto del cambio climático, en cuanto al aumento de temperaturas (Figura 1.1.) y reducción de precipitaciones (Figura 1.2.) en los últimos años, ha sido relevante.

Lo expuesto tendrá un impacto relevante en la reducción de disponibilidad hídrica (agua acumulada en cordillera), la cual se está viendo cada año más disminuida (Figura 1.3.), teniendo un alto impacto en el riego en primavera - verano, acompañado de una mejora significativa de la eficiencia del riego en los sistemas productivos.

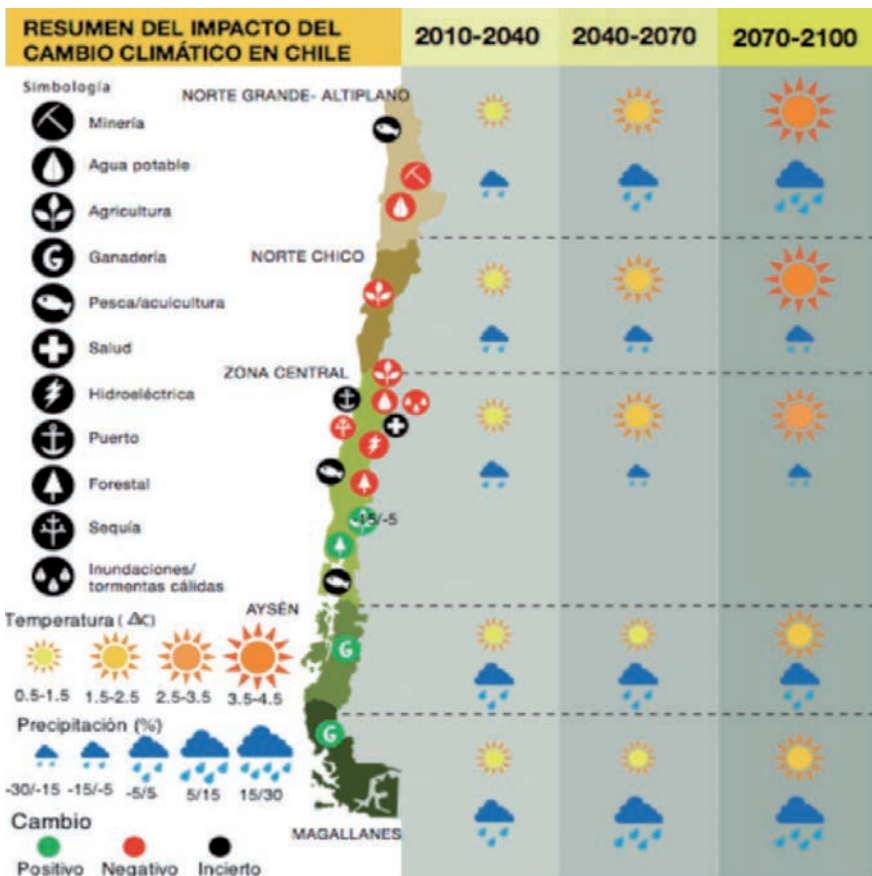
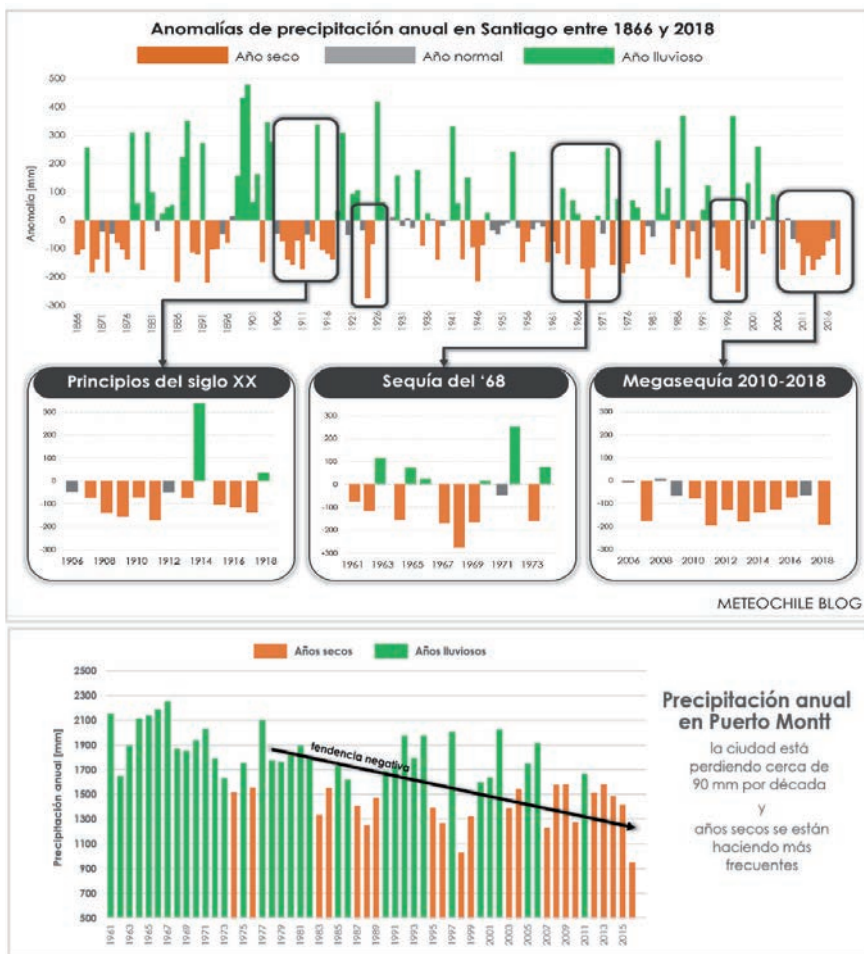
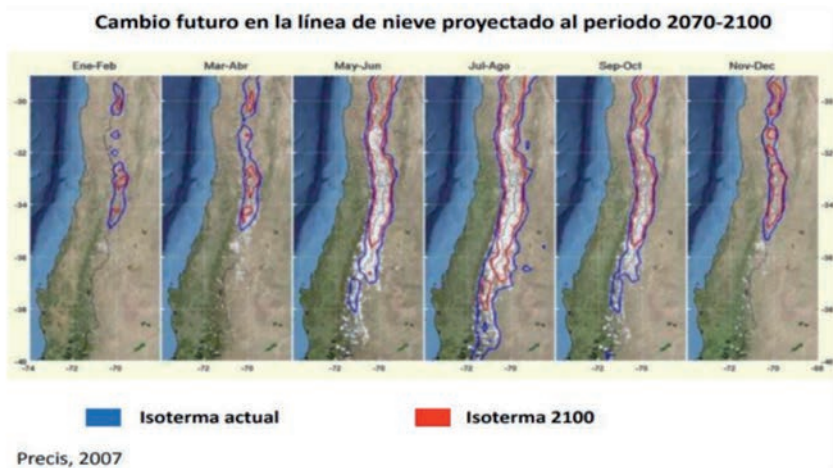


Figura 1.1. Resumen del impacto del cambio climático en Chile. (Fuente: CEPAL, 2012).

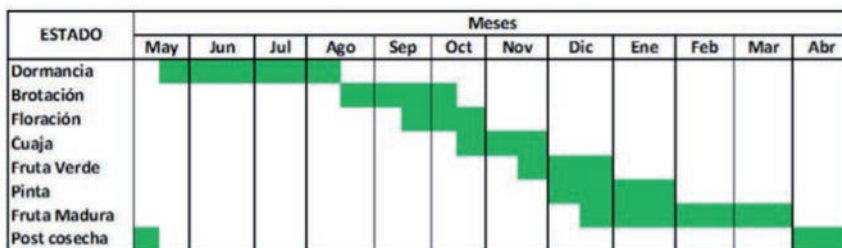


**Figura 1.2.** Anomalías de precipitaciones en Santiago (superior) y Puerto Montt (inferior). (Fuente: Cortés, C. 2020).



**Figura 1.3.** Situación actual y futura de la línea de nieve en la Cordillera de los Andes (Fuente: Central Energía. 2011).

Cabe destacar que todos los cultivos poseen un desarrollo fenológico asociado a etapas que están bastante bien establecidas en la mayoría de ellos (Figura 1.4.). Estas etapas están altamente afectadas (en magnitud) por cambios climáticos. Además, en periodos críticos, el impacto de carencia hídrica, nutricional o golpes térmicos, tienen un altísimo impacto en los resultados productivos y, por ende, de rentabilidad, factor cada día más común en el sector agrícola.



**Figura 1.4.** Diagrama referencial de estados fenológicos del arándano, zona sur de Chile. (Fuente: elaboración propia).

Sumado a lo anterior, el cambio climático asociado al aumento de las temperaturas, provoca la propagación de plagas y enfermedades, haciendo el control de estas más complejo y caro, y por ello con mermas importantes de rendimiento. El aumento de las temperaturas y el cambio en los regímenes pluviales (disminución) tendrán efectos directos sobre el rendimiento de los cultivos, así como efectos indirectos a través de los cambios en la disponibilidad de agua de riego, causando menores rendimientos producto del estrés hídrico en las plantas.

Por otra parte, el comportamiento de los mercados nacionales e internacionales, están provocando una alta presión en los sistemas productivos, que obligan a una urgente actualización tecnológica para poder mantener la rentabilidad del negocio agrícola. En conjunto a lo antes expuesto, los cultivos de exportación como el arándano, por su importancia estratégica deben mantenerse, aunque su estancamiento tecnológico ha frenado el aumento de productividad y calidad en los mismos, con una consiguiente reducción de la expansión de superficie plantada, factor explicado por la menor rentabilidad de estos.

Sobre la base de las condiciones restrictivas productivas asociadas al cambio climático, existe en Chile un déficit en la utilización de nuevas y mejores tecnologías en la agricultura nacional y regional, principalmente por desconocimiento, falta de capacitación y actores que presten este tipo de servicios con una relación precio y calidad aceptables para el productor, en cuanto a la visión de sus resultados potenciales que generen un ecosistema cooperativo comercial. Ello implica que no hay una transferencia práctica adecuada de estas tecnologías hacia los productores, lo que pone un freno al desarrollo de servicios tecnológicos asociados, que puedan abordar las brechas tecnológicas necesarias para reducir el impacto del cambio climático.

Para esto, es necesario contar con metodologías que puedan ser empleadas eficientemente en las áreas de producción. La organización e incorporación de toda la información predial en sistemas digitales, permite el posterior análisis de la misma; sin embargo, esta por sí sola no permite identificar la variabilidad espacial de calidades, rendimientos y factores productivos, si no se incorpora el aspecto espacial (geográfico) y temporal (evolución) de los mismos, siendo estos últimos los que realmente permiten sectorizar los problemas.

Basados en los avances computacionales y en instrumentación electrónica, se han desarrollado nuevas tecnologías en la agricultura, las cuales son aplicadas normalmente en países desarrollados (nuestros competidores). Dichos avances han dado paso a un término en el ambiente llamado Agricultura de Precisión. La agricultura tradicional, a diferencia de la agricultura de precisión, toma a los campos agrícolas como homogéneos y la aplicación de insumos no incluye la variabilidad espacial y temporal de la producción, como tampoco el análisis de las causas de esa variabilidad. Las ventajas de la agricultura de precisión sobre la tradicional son claras y contundentes, debido a la posibilidad de utilizar los insumos de manera cada vez más criteriosa con dosis adecuadas y de acuerdo a los requerimientos del cultivo en asociación a la condición de clima altamente variable. El manejo del ambiente permite la adecuada aplicación de insumos en las áreas necesarias y en donde la respuesta de esta intervención tiene un beneficio económico.

El concepto de agricultura de precisión supone el uso de tecnologías tales como sistemas de posicionamiento geográfico (GPS), sistemas de información geográficos (SIG), sistemas de análisis de información amigables, sensores electrónicos, controladores, entre otros, con los cuales los productores podrán crear un muy detallado plano de su operación productiva. La meta de la agricultura de precisión es el manejo espacial no uniforme de los predios, con el fin de reducir el uso de inputs productivos y mejorar la productividad predial en forma ambientalmente limpia. Así, la subdivisión de los predios no debe ser como tradicionalmente ocurre (por potreros o bloques), sino en zonas que presenten condiciones similares de producción (zonas de manejo homogéneas), transformándose esto, en una prioridad en la carrera de la maximización de la eficiencia de los recursos y competitividad de nuestra agricultura, ajustándose al cambio climático de una forma sostenible y amigable con el medio ambiente.

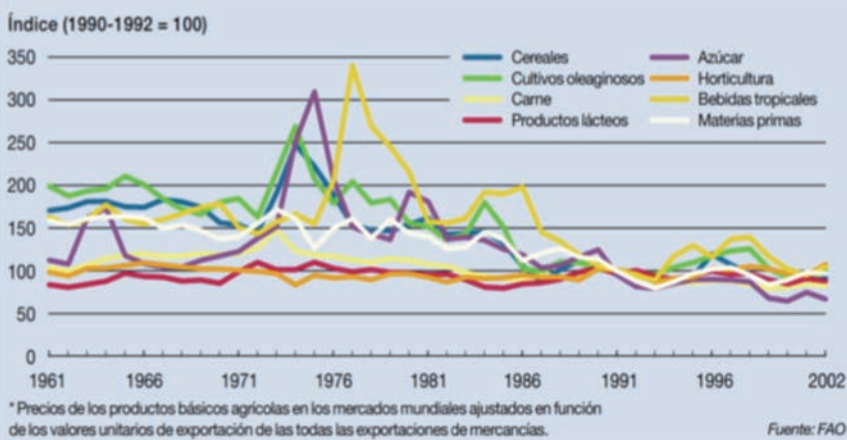
De lo antes expuesto, se ve que en la tecnología actual, si bien se ha alcanzado lo requerido para definir la variabilidad productiva de un predio, los sistemas que permiten la captura de datos y los de gestión de la información para facilitar su entendimiento y aplicación no existen en un nivel apropiado. Pero, por otra parte, el monitoreo en tiempo real, capacidades de sistematización, analíticas y técnicas de visualización de información, ofrecen la oportunidad de mejorar los flujos de información y la autonomía de las empresas dentro de la cadena de suministro, proporcionando herramientas para monitorear y responder a las exigencias del mercado y también a reducir el impacto del cambio climático. La rentabilidad es una preocupación clave para los

participantes en esta cadena de suministro, en función del valor del producto, cantidad vendida y los costos de producción. Por lo tanto, una combinación de diversas tecnologías que proporcionan las herramientas para satisfacer la calidad del producto, seguridad y rentabilidad es necesaria para mantener las cadenas de suministro y formar parte de una aproximación de precisión a la gestión agrícola de este rubro.

Si se piensa en el carácter globalizado del esquema económico actual, una forma objetiva de visualizar el avance tecnológico, y por ende, nuestra brecha tecnológica, es analizar a los principales competidores de Chile a nivel internacional. Bajo este punto de vista, es importante destacar los avances sustanciales que existen en el manejo de estas tecnologías en distintos países del hemisferio sur que compiten con Chile, como Argentina, Brasil, Australia, entre otros.

Al igual que el resto de sus competidores, Chile opera en una dinámica de mercado altamente cambiante. Desde luego, enfrenta una demanda más informada y masiva que tiene nuevos requerimientos, entre ellos, aspectos funcionales y atributos nutritivos de sus productos de exportación. Compite con una oferta que ha ido desarrollando conocimiento y tecnología para responder a las nuevas exigencias de los consumidores, donde el elemento diferenciador de mayor peso es la calidad. Para superar esta situación, se requiere mejorar e incorporar tecnologías y optimizar la coordinación de los diferentes actores del sistema exportador, apuntando a una gestión de calidad. En este último punto, es claro que los países desarrollados han avanzado en implementación de tecnologías. Uno de los puntos claros que se visualiza en el contexto de este diagnóstico y también a nivel mundial, es el uso de agroquímicos, donde estos países más que ir avanzado en mayores aplicaciones, se estabilizan o van a la baja por la disminución o estabilización de los precios pagados por productos (más bien estabilizados en los commodities) que disminuyen la competitividad y hacen más importante la eficiencia de uso de insumos.

## Precios reales\* de los grupos de productos básicos agrícolas, 1961-2002



**Figura 1.5.** Evolución de precios de productos agrícolas (estabilización en precios de commodities) (Fuente: FAO, 2004).

En el marco de estos significativos cambios, algunos factores persisten. Por ejemplo, la gran distancia respecto de los grandes mercados objetivos en términos de cantidad y calidad de los cultivos, la tendencia de crecimiento de la población que alcanzará aproximadamente 9.000 millones en el año 2050, los efectos del cambio climático en el desarrollo de cultivos particularmente en relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, la erosión y reducción de la diversidad de cultivos, el consistente incremento de la demanda por productos saludables e inocuos, y finalmente la alta necesidad de rentabilizar los cultivos para los productores. Para enfrentar los factores de cambio señalados, tanto de la demanda como de las condiciones tecnológicas que debe incorporar la oferta para responder a sus exigencias, Chile presenta brechas indispensables de abordar, siendo la más importante el avance en el desarrollo y uso de tecnología (Figura 1.6.) por el sector productivo.





**Figura 1.6.** Tendencias más importantes que afectarán a la agricultura en el corto plazo. (Fuente: Country finance Group, 2015).

Cabe destacar que esta tendencia de incorporación tecnológica agrícola es ya global. Actualmente existen grandes avances en el sector asociados a desarrollos tecnológicos en países más evolucionados. El caso de Nueva Zelanda, donde se ha puesto como prioridad encontrar formas de gestionar el suelo para permitir, tanto el crecimiento económico, como la protección del medio ambiente. Esto porque dicho país posee un 55 % de la tierra bajo la agricultura, la silvicultura y la horticultura (apoyando > 25 % del PIB), dentro de su visión. Temas como la agricultura de precisión, asociado al manejo de inputs productivos, está tomando gran relevancia dentro de las políticas de Estado en la agricultura (Figura 1.7.).



**Figura 1.7.** Tendencias de desarrollo tecnológico en agricultura planteados por el National Land Resources Center, Nueva Zelandia, 2014. (Fuente: Collins, 2014).

Sin embargo, es difícil para las empresas navegar a través de la extensiva, pero dispersa experiencia de información asociada a desarrollos tecnológicos, que permitan lograr los productos que son requeridos por ellas en un formato práctico.