

## Capítulo 5

# Nuevas líneas de innovación para la adaptación al cambio climático a través de una agricultura sustentable

Paula Vargas Q., Valentina Alarcón P., Fabiola Flores P.

### **5.1. Sistemas de monitoreo no destructivo a través de óptica de espectrometría y tecnología (OST- SMART) para el control y gestión de la variabilidad espacial de la producción y la calidad**

La agricultura se enfrenta a grandes desafíos, como el estancamiento del rendimiento y calidad debido a la disminución de la tierra cultivable provocado por la degradación de suelos, manejos agronómicos deficientes, escasa disponibilidad de agua, entre otros factores, como consecuencia del cambio climático. En este escenario, se dificulta la producción de alimentos para una creciente población que, se estima, superará los 9.700 millones para 2050 y será bajo condiciones limitantes de recursos naturales. Por lo tanto, es urgente rediseñar la agricultura para hacerla más eficiente y efectiva en uso de recursos, y lograr la sostenibilidad.

Se hace necesario diagnosticar el estado de los cultivos, en términos de trazabilidad y producción, para aumentar la eficiencia en rendimiento y calidad de la producción, evitando pérdidas económicas. Actualmente, la agricultura está sufriendo un estancamiento en los retornos al productor, situación que se torna compleja con el cambio climático. Este provoca un aumento de los costos de producción asociados a los insumos hídricos, energéticos y mano de obra, lo que incide en el resultado productivo y económico de los cultivos. Por ello, la meta es mejorar la productividad a través de la calidad, para que permita obtener mejores precios de venta, tanto en fresco como para procesos agroindustriales.

Por otra parte, el cambio climático afecta la calidad y condición de los frutos, la maduración y, en general, el comportamiento de cada variedad. Hoy en día se cuenta con metodologías o herramientas que evalúan la calidad de las frutas, dando un diagnóstico directo a través de un análisis químico. Sin embargo, estas metodologías son poco utilizadas, debido al tiempo de entrega de resultados por parte del laboratorio (costo/beneficio). Debido a esto, los análisis químicos limitan la toma de decisiones de forma oportuna, afectando los planes de logística de producción y comercialización. Las otras vías utilizadas corresponden a recomendaciones bibliográficas, quedando sujetas a la experiencia e intuición del técnico o asesores de campo, que muchas veces son erráticas, debido a que no están realizadas para cada condición edafoclimática específica, como se explicó en los capítulos anteriores y que, asociadas a la inestabilidad climática, causan enormes pérdidas en la calidad comercial de la producción. El factor calidad y condición de fruta es un ejemplo de ello, ya que pueden variar entre un 50 y 80 % en el campo, dependiendo de la interacción de los manejos agronómicos y el cultivo, que además son gravemente afectados por los cambios climáticos, trayendo consigo fluctuaciones de temperatura, lluvias inoportunas y, en algunos casos, escasez hídrica. Estos, al ir asociados a técnicas agrícolas ineficientes, afectan negativamente la calidad de las frutas, tanto para procesos agroindustriales, como para las ventas en fresco. Es necesario intervenir de forma rápida e innovadora, con la ayuda de sensores (espectroscopía), que permitan generar una herramienta que diagnostique parámetros agronómicos sobre las podas y la calidad de frutos, y que puedan ser utilizados como estándar de segregación, ayudando a los productores a tomar medidas correctivas ante la inestabilidad climática que afecta a los cultivos.

El Programa de Agricultura de Precisión de INIA, junto a Hortifrut S.A., ejecutó entre 2018 y 2021, el proyecto “Sistemas de monitoreo no destructivo a través de óptica de espectrometría y tecnológica (OST- SMART) para el control y gestión de la variabilidad espacial de la producción y calidad en uvas y arándanos basado en herramientas de agricultura de precisión que para mitigar el efecto del cambio climático”, dentro de la línea de Biosensores, consistente en la calibración de un equipo de uso comercial de bajo costo, para evaluar la calidad y condición de las frutas (arándanos y vides). En arándanos permite obtener los valores de grados brix, antocianinas, polifenoles, materia seca, firmeza y acidez titulable, y en bayas de uvas se obtienen valores de fenoles, brix y acidez titulable. El desarrollo propuesto permitirá a los encargados de campo, visualizar en tiempo real la situación específica de sus predios, asegurando diagnóstico instantáneo de la evolución de frutos.

El proyecto contó con datos provenientes de todas las zonas productivas, con una duración de 4 años y más de 5 mil datos por variable, para ajustar los modelos quimiométricos a un  $r^2$  de 95 % de eficiencia, los que fueron montados dentro de un servidor para alojar los datos y predecir. Hoy está en fase de validación en distintos campos distribuidos dentro Chile, que son parte de la producción nacional para cuantificar la efectividad.

Este equipo mide de forma instantánea, en menos de 1 minuto, los valores, que podrán ser obtenidos en un smartphone conectado a un servidor, donde se alojarán los datos colectados por el usuario y su georreferenciación, para localizar las muestras y poder proyectar la información dentro del predio y generar mapas de cosecha diferenciados. Además, puede ser utilizado en packing y en el destino de llegada de las frutas para validar la calidad de bayas.

El sensor seleccionado es preciso, de fácil uso y de bajo costo y permite abarcar un gran número de muestras en tiempo limitado. Además, impide pérdidas por análisis y al estar asociado a las herramientas de AP e IOT, permite una rápida conexión, generando adecuadas respuestas para intervenir de una forma óptima en las logísticas de producción y comercialización.



**Figura 5.1.** Esquema de herramienta del Laboratorio Digital. (Fuente: elaboración propia).

Los productores obtendrán información real y de rápido acceso sobre el direccionamiento de estado de la calidad en la temporada, por medio de un sensor a un equipo móvil conectado con un servidor de datos. Este proyecto está siendo dirigido para almacenar datos actuales y de los últimos años, permitiendo a los agricultores visualizar proyecciones de las próximas temporadas, siendo capaces de medir la susceptibilidad del cultivo en distintos parámetros agroclimáticos.

Además, reúne la información de la calidad asociada a la detección de puntos evaluados con el sensor Smart a través del huerto, y en conjunto serán capaces de determinar las logísticas de cosecha y producción. Este proyecto concluye con un nuevo servicio digital, que abre nuevos horizontes para Fertialert, Scuat fungi alert y la adaptación de nuevas herramientas para el rubro agrícola que sirve para determinar y detectar un diagnóstico del cultivo y la producción de forma remota.

Cabe señalar que este proyecto, respaldado por los Start-Up internacionales de sensores presentes en Chile, cuenta con la colaboración de la viña Valdivieso, interesada en mejorar la calidad de sus vinos.

# Comentario final

El actual reto de la agricultura es un enfoque de sistemas sinérgicos para la gestión y la toma de decisiones, tanto productivas como en las estrategias de comercialización. No hay una varita mágica que puede lograr todos los objetivos o tareas, por lo que los productores deben aprender a utilizar una variedad de métodos y aprovechar múltiples tecnologías para lograr, en última instancia, un mayor éxito que se mide en ganancias por hectárea.

El beneficio se puede lograr a partir de la reducción de los insumos, el aumento de los rendimientos o una combinación de ambos. Pero mientras más productores de tecnología y datos implementan en su enfoque a los sistemas individuales, mayor es el grado de dificultad que encuentran en la fusión de esta información con el fin de generar los resultados deseados.

La empresas hortofrutícolas requieren avanzar en nuevos desarrollos que rentabilicen a sus productores mediante la utilización de nuevas tecnologías que potencien, tanto los rendimientos, como la calidad de los productos que se producen, que sea de fácil utilización e interpretación por los usuarios de campo con repuesta eficiente y oportunas, ya que su principal objetivo es potenciar a los grandes, medianos y pequeños agricultores para que alcancen altos niveles de rendimientos, y así procurar que sea un negocio estable y duradero en el tiempo, logrando abastecer en su totalidad la demanda del mercado a causa del aumento de la población.

La rentabilidad del rubro está en mejorar el manejo agronómico con mayor precisión en las decisiones de campo con sistemas en nube (IoT), lo que permite monitorear, tanto diariamente, como año a año los resultados, permitiendo así a profesionales y técnicos, rentabilizar sus tiempos y, por ende, el de los productores, reduciendo la inestabilidad de los retornos, factor que fidelizará estos con la empresa.

Las combinaciones entre hardware y software son innovadoras en el desarrollo de una industria moderna acorde a los requerimientos del mundo actual, permitiendo optimizar los insumos asociados a producción y generando nuevas oportunidades para el empleo agrícola.

Chile necesita crecer en cuanto a desarrollo e inserción de nuevas tecnologías que maximicen la eficiencia de los sectores agropecuarios, específicamente el área frutícola, que representa más del 60 % de la producción agrícola.

La producción de arándanos, al ser un atractivo comercial para exportación, está dando origen a nuevos competidores como Uruguay, Argentina, Perú y México, más el constante aumento de la oferta de arándanos en fresco, lo que obliga a los productores a intervenir de forma rápida e innovadora con la ayuda de tecnología de información y comunicación (TIC), aplicada a la agricultura digital que permita mantener el liderazgo como país exportador de arándanos del hemisferio sur.

# Literatura consultada

Central Energía, 2011. Efectos del cambio climático en la generación hidroeléctrica en Chile. Central de información y discusión de energía en Chile. <http://www.centralenergia.cl/2011/01/17/efectos-del-cambio-climatico-en-la-generacion-hidroelectrica-en-chile/>

CEPAL, 2012. La economía del cambio climático en Chile. Gobierno de Chile. <http://hdl.handle.net/11362/35372>

Collins A., 2014. Status, trends & priorities in soil management. National Land Resource Centre. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/docs/WS\\_managinglivingsoils/Collins\\_NZ.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/WS_managinglivingsoils/Collins_NZ.pdf)

Cortés, C., 2020. Megasequía, la historia continúa. <https://blog.meteochile.gob.cl/2018/12/28/megasequia-la-historia-continua>

Escola A., Martínez J. y Arno J., 2017. Agricultura de Precisión: ¿Qué se oculta detrás del nombre? Universidad de Lleida. <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/65447/025715.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Gilabert, M. A., González-Piqueras J., y GarcíaHaro F., 1997. "Acerca de los índices de vegetación", Revista de Teledetección. España.

Country Finance Group, 2015. Entrevista con agricultores en Francia, Alemania, Polonia y Gran Bretaña.

Kader, A., 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. Acta Hort. 485, 203-208.

Kreimer, P. (2003). Las TICs en la agricultura de precisión, ceditec (centro de difusión de tecnologías ETSIT-UPM).

Martínez-Casasnovas J., 2018. Tierras Agricultura. Recuperado de <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/64588/027158.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez J., y Arnó J., 2014. Centro de investigación en Agrotecnología. [http://www.acenologia.com/dossier/dossier143\\_0614.htm](http://www.acenologia.com/dossier/dossier143_0614.htm)

Oficina de estudios y políticas agrarias, 2019. Panorama de la agricultura chilena. Ministerio de agricultura, Chile. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2004. El estado de los mercados de productos básicos agrícolas. Dirección de información Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/y5419s/y5419s.pdf>

Planet Precision Ag Ebook., 2018. Precision Ag Insights from Frequent Imaging. Smarter Farming. <https://assets.planet.com/docs/planet-precision-ag-ebook-2018-smarter-farming.pdf>

Prakash, S., Wu, X., y Bhat, S.R., 2012. History, Evolution, and Domestication of Brassica Crops. *Plant Breeding Reviews* 35:19-82.

Red Agrometeorológica de INIA, 2020. Frutales y cultivos, grados día. Agrometeorología. [https://agrometeorologia.cl/grados\\_dia/GD\\_5\\_AYER](https://agrometeorologia.cl/grados_dia/GD_5_AYER)