



Aplicación de la agricultura tecnológica 4.0

Stanley Best S. – Paula Vargas Q., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO N° 148

La generación y difusión de la tecnología son los motores del crecimiento económico moderno en la agricultura sustentable. La agricultura ha pasado por diferentes etapas de desarrollo tecnológico en su historia, desde lo que podemos decir Agricultura 1.0 (uso del arado), Agricultura 2.0 (revolución industrial e inicio de mecanización agrícola), Agricultura 3.0 (agricultura de precisión o inicio de uso de asesoramiento e inteligencia en máquinas) hasta lo que hoy llamamos la Agricultura 4.0 o revolución asociada a uso de inteligencia artificial y big data para el escalamiento tecnológico agrícola. Se incorpora, así, el uso de tecnología en la visión de que cada vez es más necesario apuntar a una agricultura sostenible y más productiva que pueda satisfacer los desafíos de seguridad alimentaria local, regional y global del siglo 21.

La clave en este proceso es la tecnología como factor de producción, gracias a los cambios realizados en aspectos tales como la naturaleza de los bienes producidos, los mercados y la competencia internacional. Todo esto es consecuencia del incremento de la tecnología en los bienes y servicios, derivado de aspectos fundamentales como el conocimiento científico, avances en diseño, inteligencia artificial, automatización, softwares, descubrimientos biológicos, entre otros.

Los puntos claves para acelerar el crecimiento del país, van a depender de la innovación y del desarrollo tecnológico como fuentes de crecimiento de la

productividad y competitividad, a nivel empresarial y nacional.

Desafortunadamente, la infraestructura agrícola e institucional, privada y pública, difiere enormemente en este punto, pero tienen en común el reto sustancial de adquirir datos oportunos, a partir de los manejos de sitios específicos, en conjunto con herramientas tecnológicas de analíticas, que permiten mejorar la calidad y los rendimientos apuntando a la eficiencia de la toma de decisiones.

El mayor desafío es buscar avances asociados a las tecnologías habilitantes dentro del sector agrícola, tanto en el ámbito local como en el internacional, mediante la adquisición de procesos y la gestión de servicios avanzados (datos, computación y tecnología) de la información, que ofrecen la oportunidad de aprovechar este conocimiento en nuevos formatos, para lograr sistemas agrícolas más productivos y sostenibles a nivel nacional.

Así, se enfatiza el uso de información y tecnologías emergentes, para sintetizar y entregar herramientas de decisión que permitan mejorar la rentabilidad del agricultor usuario. Estas actividades a menudo dependen de la interacción de distintos sistemas: sensores, tecnologías de la información y comunicación (TIC´s), procesamiento de imágenes, análisis y modelos matemáticos estadísticos e ingeniería mecánica, entre otros.

La introducción de tecnologías de precisión dentro de las actividades normales de la agricultura involucra costos adicionales; pero los resultados se expresan en disminución de costos de operación, aumento de la eficiencia, mejora de la calidad de los productos y reducción del impacto medioambiental negativo.

Con un uso eficiente de la tecnología de información se pueden obtener ventajas competitivas, pero es preciso encontrar procedimientos acertados para mantener tales ventajas.

Misión y visión de la agricultura 4.0

La mirada está puesta en optimizar la cadena de producción, mediante el uso de tecnologías por medio

de la generación de nuevos profesionales del área de investigación y desarrollo orientados a la agricultura digital.

Bajo esta premisa se pretende mantener y desarrollar la excelencia científica y la utilidad social, para que sean legitimadas como contribuyentes especiales al desarrollo sostenible de la industria agrícola en sus dimensiones económica, ecológica y cultural.

Implementación de la agricultura de precisión 4.0

Esta nueva agricultura se pone en práctica mediante la adopción de cuatro etapas o módulos:



Figura 1 . Esquema de trabajo de la agricultura de precisión 4.0.

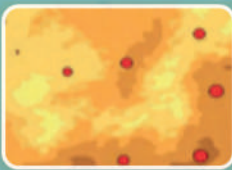
Sistemas de evaluación de la variabilidad espacial y temporal de predios

La variabilidad espacial debe ser considerada como un pilar fundamental para poder entender el comportamiento del cultivo a nivel macro y micro, lo que permite cuantificar la interacción con el medio ambiente, por medio del monitoreo del estado vegetativo de las plantas, expresado por el índice de vigor. Éste se relaciona a la actividad fotosintética que genera un ecosistema con interacciones sobre las condiciones variables de suelo, hídricas y climáticas. Este punto es clave para ir resolviendo los problemas de rendimiento y calidad de producción, y poder aumentar la competitividad.

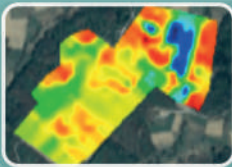
Las imágenes satelitales y las proporcionadas por drones son la única forma, económicamente viable, de recolectar información espacialmente distribuida de huertos de cultivos y frutales, siendo ésta la base de cualquier sistema de Agricultura de Precisión.

Lo que se busca es generar dos módulos de procesamiento de imágenes provenientes de los satélites (Sentinel 2A y 2B y Landsat 8) y las obtenidas por drones de la interacción planta y agroecosistema, cuantificando su impacto sobre el rendimiento y calidad de producción.

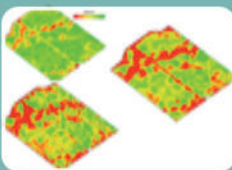
Para ello, se establece una metodología que contempla los siguientes pasos:



Utilización de la rastra electromagnética, para describir la variabilidad de suelo en parcelas de ensayo.



Utilización de imágenes satelitales para caracterizar la vegetación. Se establecerán fechas críticas de evaluación, a nivel macro y micro.



Utilización de datos históricos satelitales para analizar la dinámica de vegetación.



Obtención de muestras de suelo en los puntos de monitoreo establecidos y obtención de parámetros físico-hídricos para la caracterización de suelo, en parcelas de ensayo.



Interacción con la información agroclimática para generar zonas diferenciadas.

Monitoreo continuo de variables

Los sistemas remotos y herramientas de diagnóstico permiten una gestión completa del campo, utilizando la tecnología GPS para mapear con precisión la variación del suelo a través del monitoreo de disponibilidad de agua, nutrientes del campo, detección de plagas o enfermedades. Ello se hace con la finalidad de mejorar el uso de los recursos disponibles, mediante aplicaciones de forma variable, según la necesidad de cada cuartel del predio. Esto se relaciona con la inserción y evaluación de sensores de monitoreo, ajustados a variabilidad espacial del terreno, para optimizar los procesos de producción (faenas tecnológicas agrícolas).

En la actualidad existen diferentes sistemas de evaluación que nos permiten conocer, día a día, el desarrollo fenológico del cultivo, el desarrollo de los frutos, las condiciones del suelo y del riego, y detectar la presencia de plagas y enfermedades en nuestros campos. Algunos de estos sistemas son:

- Equipos ópticos de captura aplicados a calidad y detección de plagas, malezas y enfermedades.
- Sensores espectrográficos aplicados a calidad de la fruta, a fertilidad y monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo.

- Sensores de humedad de suelo y estrés hídrico en plantas de diferentes tipos. (TDR, FDR, electromagnéticos, etc.).
- Equipos de auto jerarquía (drones y UAV) para monitoreo y captura de data ópticas (imágenes RGB, Termal, Multiespectral).
- Software de alerta temprana.
- Equipo de selección en pre-cosecha.

Estas herramientas de gestión tienen real impacto cuando ya se han detectado las zonas de mayor y menor eficiencia dentro del cultivo, a través de las segmentaciones prediales. Los puntos de monitoreo determinado, según las zonas, se pueden georreferenciar con las herramientas que tengan incorporado GPS o al ir asociadas a equipos smartphone. Esto permite automatizar los procesos de evaluación e ir generando una base de información continua año a año y, por ende, ir alimentado un sistema de gestión asociado a una plataforma web que da origen a la Big Data de campo. Con el tiempo, ésta se convierte en una herramienta automatizada para tomar medidas correctivas en función de la demanda específica del cultivo, corregir zonas críticas y aumentar los rendimientos promedios del cuartel.

Otra gran ventaja es que permite disminuir el impacto del cambio climático sobre el cultivo.



Figura 2. Sensores aplicados en campo para monitoreo.

Lo que se busca es desarrollar, adaptar y calibrar diferentes herramientas tecnológicas que permitan ser integradas por GPS o smartphone, para monitorear la interacción planta-suelo-agua, basada en las zonificaciones.

Sistemas de logística de producción

Los sistemas de logística hacen referencia a una estructura de procesamiento, almacenaje y visualización de la información. Hoy en día existen muchas empresas que prestan servicios de plataformas online, para estructurar la información generada desde campo hasta el destino final de la producción. Muchas de ellas operan de forma aislada e independiente.

El futuro de la agricultura digital debe orientarse a encontrar una plataforma única que permita converger toda la información, con la finalidad de promover un sistema amigable entre los usuarios que integre cada una de las herramientas y sensores inteligentes, ayudando a los productores, encargados de campo y empresas exportadoras a obtener la información necesaria para manejar el campo de forma oportuna, optimizando la cadena de producción y comercialización del producto final.

Al hablar de gestión de la información, no sólo se hace referencia al control de la producción, sino también a un sistema de trazabilidad de las cosechas y comercialización que permite organizar las empresas y las exportadoras.

Estructura de una plataforma de gestión predial

Ésta debe tener, esencialmente, cuatro componentes para automatizar la información:

- **Base de datos:** se debe tener una arquitectura de almacenamiento de información que permita la escalabilidad del sistema y la comunicación con otros a través de API's.
- **Mapserver:** gestor de mapas de internet.
- **Estadísticas:** sistema de gestión gráfica de la información del huerto.
- **Descargas:** implementación de consultas de información almacenada.

Esta plataforma tiene por finalidad incorporar la información digital de campo en sistemas de gestión, para el uso adecuado y oportuno de los usuarios.

Difusión, transferencia y capacitación

Por otro lado, para que los productores puedan adquirir nuevas herramientas tecnológicas y compenetrarse de sus ventajas, deben existir lugares donde se podrá, por un lado, aprender el funcionamiento de los equipos y, por otro, interactuar en terreno con los equipos. Esto lleva a la implementación de los Smart Fields o Campos Inteligentes, entidades que se encuentran en desarrollo en todas partes del mundo.

En Chile, INIA está empezando a implementar esta tecnología en sus campos propios. De esta manera, se promoverá el uso e implementación de la agricultura de precisión 4.0 en toda la cadena productiva del sector agrícola nacional.