

Ficha de Valorización de Resultados

101

HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

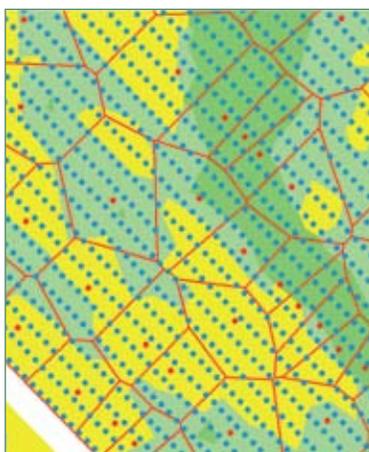
Agricultura de Precisión en Frutales

Proyecto de Innovación en las Regiones de O'Higgins y del Maule

Los análisis y resultados que se presentan en este documento han sido desarrollados a partir de las experiencias y lecciones aprendidas de la ejecución del proyecto financiado por FIA (proyecto precursor), cuyo propósito fue desarrollar una metodología para manejo sectorizado de huertos de manzano y duraznos utilizando imágenes multiespectrales e información digitalizada.

El proyecto avanza en el desarrollo de nuevas herramientas tecnológicas para el sector frutícola, en este caso para manzanos y durazneros. El proyecto da lugar a una herramienta tecnológica basada en el uso de imágenes multiespectrales, las que tomadas en tiempo real permiten identificar y magnificar las diferencias en los huertos y asociar estas diferencias a las causales en terreno. Gracias a esta herramienta se pueden hacer cambios oportunos y precisos en la gestión o manejo del huerto.

Las potencialidades de esta metodología se traducen en la posibilidad de gestionar el manejo del huerto por medio de la zonificación natural existente y establecer un procedimiento ordenado en la cosecha por madurez, aplicación de agroquímicos y riegos, entre otras labores culturales. Esto permite aplicaciones más precisas y evita la pérdida o contaminación por efecto de malas prácticas. Por otra parte, el contar con información digitalizada sobre las distintas variables y labores realizadas en toda la temporada de producción facilita el cumplimiento de las crecientes exigencias internacionales de trazabilidad.



Esta ficha resume los resultados y lecciones aprendidas de este proyecto, expuestos en detalle en el libro correspondiente de la serie



Agricultura de Precisión en Frutales

Proyecto de Innovación en las Regiones de O'Higgins y del Maule

<p>Origen</p>	<p>Esta ficha fue elaborada a partir del Libro de la Serie Experiencias para la Innovación Agraria, que sistematiza las experiencias y resultados obtenidos de la ejecución del proyecto “Desarrollo de una metodología nueva para manejo sectorizado de huertos de manzanas y duraznos, usando imágenes multiespectrales en tiempo real”. El proyecto fue ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA a través de su Centro Regional de Investigación Quilamapu en la VIII región, en asociación con la Universidad de Concepción, la Universidad de Talca. Además participaron las empresas: SIMAQ y Sociedad Agrícola San Manuel Ltda., en la VII región; Agro-Precisión Ltda. en la VIII región y Hacienda Rosa Sofruco S.A. en la VI región. El proyecto se realizó entre noviembre de 2003 y noviembre del 2007, con una duración de 48 meses, financiado por FIA.</p>
<p>Base conceptual de la herramienta</p>	<p>La herramienta desarrollada, Agricultura de Precisión (AP), también conocida como “Tecnología de Monitoreo Georreferenciado”, se basa en la captura remota de información y su validación con parámetros de huerto, para caracterizar las condiciones del predio y del cultivo. Al identificarse diferencias a nivel de sectores y/o subsectores del predio es posible diseñar un plan de manejo específico para cada uno de ellos, de acuerdo a sus necesidades y/o potencial productivo. La AP ha sido identificada como “un conjunto de actividades que incluyen la recolección de información que permiten tomar decisiones económicas y ambientalmente apropiadas para la producción de cultivos”. Su finalidad, es poder optimizar la calidad y cantidad de un producto agrícola, minimizando el costo a través del uso de tecnologías más eficientes y de menor efecto ambiental, optimizando el uso de los insumos agrícolas (semillas, agroquímicos y correctivos) en función de la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola.</p> <p>La agricultura de precisión convoca la optimización de la cantidad de agroquímicos aplicados en suelo y cultivos con la consecuente reducción de costos y de la contaminación ambiental, mejorando la calidad de las cosechas.</p> <p>La agricultura de precisión suele dividirse en 3 etapas:</p> <p>Etapas:</p> <p>Etapas:</p> <p>Etapas:</p> <p>La AP se apoya en el uso de tecnologías e instrumentos de alta precisión, dependiendo de las variables que se quiera medir, en concordancia con las condiciones locales en que se emplean. Dentro de las tecnologías concretas disponibles hoy para la aplicación de AP en la producción de frutales se pueden describir las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Sistema de Información Geográfica (SIG) consiste en el manejo de datos con una referencia espacial o “georreferencia”, que se representan geográficamente. • El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación satelital con el cual un observador puede determinar su posición en el planeta. • Percepción Remota corresponde a imágenes aéreas o satelitales de la superficie terrestre, captadas desde sensores instalados sobre plataformas espaciales. <p>Toda la información, luego de ser corregida y procesada mediante software de análisis especial, es clasificada en distintos niveles de vigor, mapas que representan el estado de desarrollo y estrés de tipo nutricional, hídrico, plagas o enfermedades, pudiendo ser una o todas las que inciden en las diferentes zonas generadas. Las imágenes multiespectrales obtenidas registran la refracción radiométrica de los huertos frutales (manzanos y duraznos), refracción que se separa en bandas espectrales desde las cuales se pueden obtener imágenes que permiten, por ejemplo, disponer de un mapa de vigor, mediante uso de índices vegetacionales.</p>
<p>La conveniencia económica para el agricultor</p>	<p>La incorporación de la herramienta AP en la gestión del predio permite optimizar el uso de los recursos productivos, tales como agua, fertilizantes, agroquímicos y mano de obra, lo que tiene efectos directos sobre la productividad del cultivo y sus costos, que se traduce en un mejor ingreso, lo cual debe ser analizado específicamente en cada caso.</p> <p>El costo del uso de esta tecnología es también variable y por una parte se tienen los costos relativos a la toma de datos e interpretación de los mismos y por otra, se deben considerar los gastos derivados de los cambios en la gestión o manejo del predio que resultan de la adopción de mejoras a partir de la información obtenida, por ejemplo, cambios en los sectores de riego (nuevos diseños), instalación de equipos contra las heladas, entre otros.</p> <p>Asimismo, el uso y beneficio de la AP es dinámico, pues permite ser usada una o cuántas veces se requiera, con distintos niveles de profundidad. Una primera experiencia podría ayudar a hacer un diagnóstico y realizar cambios gruesos en la gestión.</p> <p>La experiencia concreta del proyecto precursor permite realizar un ejercicio en términos de costos y beneficios sin y con el uso de la AP (Ver Cuadros).</p>

Claves de viabilidad

Es relevante indicar que se requieren adaptaciones de esta herramienta por localidad y condición agroclimática, y que la investigación debe acompañar la introducción de la AP, para determinar cuáles son las variables que mejor se relacionan con el cultivo en particular.

- **Experiencia previa y la validación de la tecnología AP en el cultivo objetivo.** En Chile existe experiencia en viñedos, en manzanos, frutales de carozo, arándanos y cultivos anuales.
- **Servicio validado que opere la tecnología y disponga del soporte técnico actualizado y perfeccionamiento tecnológico permanente.** En la actualidad varias empresas ofrecen servicios relacionados al uso de la AP. Los prestadores del servicio juegan un papel fundamental, toda vez que son ellos quienes manejan la tecnología.
- **Nivel tecnológico y de gestión.** El éxito del sistema exige un avanzado nivel de gestión predial que permita el análisis de la información, la implementación y su eficiente control.
- **Capacitación en el entendimiento y uso de la tecnología.** Tanto el agricultor como su equipo deben capacitarse en esta técnica y comprender sus alcances.
- **Capacidad financiera.** El agricultor que utilice AP debe considerar recursos para inversiones y costos.
- **Oportunidad de la implementación.** Cuanto más temprano y oportuna la información de las variables asociadas, mayores serán los beneficios generados por las buenas decisiones tomadas.

El valor del proyecto

El valor de esta herramienta tecnológica está muy relacionado con las potencialidades y externalidades que esta metodología tiene, y que se traducen en la posibilidad de gestionar el manejo del huerto por medio de variables como la zonificación y el establecer un procedimiento lógico y eficiente para:

- **Aplicación de insumos agrícolas.** Su aplicación eficiente implica una disminución de la contaminación ambiental, una disminución de los costos, menor riesgo para los operarios agrícolas en esas labores.
- **Aplicación de riego.** El riego eficiente tiene un impacto en la cantidad y calidad de la producción, disminuye el gasto del recurso agua y del recurso energía, ambos con efecto en el medio ambiente.
- **Cosecha.** El manejar indicadores de madurez zonificados en el huerto permite planificar o calendarizar con mayor precisión la cosecha y maximizar el retorno de su producción. Tiene efecto significativo en la logística de la cadena productiva y del proceso
- **Trazabilidad.** El contar con información digitalizada sobre las distintas variables y labores realizadas en todo el ciclo productivo, facilita el cumplimiento de las exigencias y normativas.
- **Incremento del porcentaje de fruta de exportación.** La adopción de tecnología AP permite corregir y disminuir los problemas de desuniformidad.
- **Competitividad de la agricultura chilena.** Esta tecnología ayuda a posicionar a las empresas en un nivel de competitividad igual o superior al de los países desarrollados, aumentando el horizonte de competitividad de la agricultura chilena.

CUADRO 1. Efecto en costos de producción en huerto de manzanos sin uso de AP (A), y con uso de AP (B). Ejemplo disminución de un 10%. (\$/Ha)

(A) - Huerto Escenario Base					(B) - Huerto Base con Agricultura de Precisión				
Labores culturales	Unidad	Cantidad	Precio	Total	Labores culturales	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Poda	JH	20	8.500	170.000	Poda	JH	20	8.500	170.000
Recoger y sacar ramillas	JM	0,5	18.000	9.000	Recoger y sacar ramillas	JM	0,5	18.000	9.000
Aplicación de fertilizantes (Fertirriego)	JH	3,8	8.500	32.300	Aplicación de fertilizantes	JH	3,42	8.500	29.070
Aplicación de fitosanitarios	JM	2,2	18.000	39.600	Aplicación de fitosanitarios	JM	2,2	18.000	39.600
Aplicación herbicidas	JM	0,2	18.000	3.600	Aplicación herbicidas	JM	0,2	18.000	3.600
Aplicación herbicidas	JH	0,5	8.500	4.250	Aplicación herbicidas	JH	0,5	8.500	4.250
Siega de malezas en hileras	JM	0,2	18.000	3.600	Siega en hileras	JM	0,2	18.000	3.600
Raleo manual	JH	22	8.500	187.000	Raleo manual	JH	19,8	8.500	168.300
Raleo químico	JM	0,1	18.000	1.800	Raleo químico	JM	0,09	18.000	1.620
Labores cosecha	JH	35	8.500	297.500	Labores cosecha	JH	35	8.500	297.500
Labores cosecha	JM	3,5	18.000	63.000	Labores cosecha	JM	3,5	18.000	63.000
Reparación estructura	JH	2	8.500	17.000	Reparación estructura	JH	2	8.500	17.000
Aplicación fitoreglulador	JM	0,3	18.000	5.400	Aplicación fitoreglulador	JM	0,3	18.000	5.400
SUBTOTAL				834.050	SUBTOTAL				811.940
Insumos					Insumos				
Fertilizantes (suelo y foliares)				396.964	Fertilizantes (suelo y foliares)				357.267
Insecticidas				144.353	Insecticidas				144.353
fitoreglulador				126.778	fitoreglulador				126.778
Fungicidas				75.290	Fungicidas				75.290
Herbicidas				30.740	Herbicidas				30.740
Otros (colmenas)				60.000	Otros (colmenas)				60.000
Electricidad	Kwh	4500	64	288.000	Electricidad	Kwh	4050	64	259.200
SUBTOTAL				1.122.125	SUBTOTAL				1.053.628
TOTAL				1.956.175	TOTAL				1.865.568

Fuente: Elaborado por los autores.

CUADRO 2. Costos de aplicación de la Agricultura de Precisión en un huerto de frutales (Escenario para 10 ha).

Ítem	Detalle	\$/Ha
1	Compra de bomba Scholander (\$600.000 Depreciada en 5 años)	600.000
2	Carga de bombona de hidrógeno (1 carga cada 10 has.)	100.000
3	HH de medición (2 hrs. Día * 2 días semana * 6 meses a \$1.120 /hr.)	115.360
4	Uso de maquinaria (tractor: 4 hrs. a la semana * 6 meses a \$7.200 /hr.)	741.600
5	Fotos aéreas (\$ 3.500 la Ha.)	35.000
6	Análisis de fertilidad de suelos (17 muestras a \$21.900 c/u).	372.300
7	Análisis foliar (8 muestras a \$22.500 c/u).	180.000
8	Mano de obra poda (3 días adicionales para marcas a \$6.400 JH).	19.200
9	Interpretación de datos	500.000
	Total para 10 hectáreas	2.663.460
	Total/hectárea	266.346

Fuente: Elaborado por los autores a partir del proyecto precursor.

CUADRO 3. Flujo de caja para un huerto de manzanos var. Royal Gala SIN Agricultura de Precisión

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7-15
Ingresos		-	-	1.612.500	3.263.700	6.037.845	6.853.770	6.853.770
Producción (kg)		-	-	10.000	20.000	37.000	42.000	42.000
Costos	553.037	658.555	832.592	1.135.682	1.607.928	1.893.965	1.956.175	1.956.175
Implantación	553.037	-	-	-	-			
Labores e insumos		658.555	832.592	1.062.432	1.409.928	1.627.465	1.595.675	1.595.675
Cosecha	-	-	-	73.250	198.000	266.500	360.500	360.500
MARGEN BRUTO	-553.037	-658.555	-832.592	476.818	1.655.772	4.143.880	4.897.595	4.897.595
Inversiones	-4.378.225	-84.250	-50.550					
CAPITAL DE TRABAJO	-658.555	-832.592						
FLUJO NETO CAJA	-5.589.818	-1.575.398	-883.142	476.818	1.655.772	4.143.880	4.897.595	4.897.595
VAN (12%)	11.744.677	(No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)						
TIR	26,35%							

CUADRO 4. Flujo de caja para un huerto de manzanos var. Royal Gala CON Agricultura de Precisión

Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7-15
Ingresos		-	-	1.612.500	3.225.000	5.966.250	6.772.500	6.772.500
Producción (kg)		-	-	10.000	20.000	37.000	42.000	42.000
Costos	553.037	658.555	832.592	1.135.682	1.607.928	1.893.965	2.222.521	2.162.521
Implantación	553.037	-	-	-	-			
Labores e insumos		658.555	832.592	1.062.432	1.409.928	1.627.465	1.595.675	1.595.675
Cosecha	-	-	-	73.250	198.000	266.500	360.500	360.500
Aplicación AP							266.346	206.346
MARGEN BRUTO	-553.037	-658.555	-832.592	476.818	1.617.072	4.072.285	4.549.979	4.609.979
Inversiones	-4.378.225	-84.250	-50.550					
CAPITAL DE TRABAJO	-658.555	-832.592						
FLUJO NETO CAJA	-5.589.818	-1.575.398	-883.142	476.818	1.617.072	4.072.285	4.549.979	4.609.979
VAN (12%)	10.726.937	(No considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación)						
TIR	25,47%							