

## Ficha de Valorización de Resultados

117

### HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

## Agricultura de Precisión Aplicada a la Fertilización Nitrogenada en Cultivo de Trigo

Proyecto de Innovación  
en Regiones del Biobío,  
de La Araucanía y de Los Lagos

La herramienta “agricultura de precisión” (AP) considera la variabilidad natural de los factores y condiciones de producción de un área determinada, y engloba un grupo de tecnologías que permiten la aplicación de insumos productivos en forma variable dentro de un potrero, en función del potencial de rendimiento y/o calidad del cultivo.

En este contexto, la agricultura de precisión postula que: para realizar un manejo eficiente del cultivo, es necesario aplicar sólo los nutrientes que cada zona del predio requiere, lo que repercute en un uso más eficiente de los insumos (con una posible disminución de los costos) y además en una producción pareja y óptima en rendimiento y calidad, y en un menor impacto sobre el ambiente dada la reducción de las cargas de fertilizantes y agroquímicos.



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



## Agricultura de Precisión Aplicada a la Fertilización Nitrogenada en Cultivo de Trigo

Proyecto de Innovación en las Regiones del Biobío, de La Araucanía y de Los Lagos

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Origen</b></p>  | <p>Esta ficha fue elaborada a partir de la publicación que sistematiza los resultados, experiencias y lecciones aprendidas en la ejecución del proyecto financiado por FIA “Optimización del rendimiento, calidad y rentabilidad en la producción de trigo a través del uso más eficiente de fertilizantes, mediante la metodología de agricultura de precisión”. Fue ejecutado entre octubre de 2006 y agosto de 2009, por el Centro Regional de Investigación de Quillamapu del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), y los agentes asociados Empresa Lobert S.A. (Temuco), Empresa Agromaster S.A. (Valdivia) y el Agricultor José Gabriel Muñoz Muñoz (Yungay), en la regiones del Biobío, de La Araucanía y de Los Lagos.</p>  |
| <p><b>Tendencias en el mercado</b></p>                        | <p>Según cifras de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), durante la temporada 2008/09 los cultivos anuales nacionales abarcaron una superficie estimada de 671.050 hectáreas, cuyo 41% (280.598 ha) corresponde a trigo, de la cual, cerca del 72% corresponde a cultivos de trigo en secano y el 21% a cultivos bajo riego.</p> <p>La mayor superficie de cultivo se concentra entre las regiones del Maule y la de Los Lagos, con más del 90% de la superficie nacional; entre éstas, la de mayor superficie cultivada es la Región de La Araucanía, con 107.431 ha (38,3% de la superficie nacional), seguida por la del Biobío, con 84.519 ha (30,1%).</p> <p>La producción nacional de trigo en la temporada 2008/09 fue de 1.145.172 toneladas, es decir, 7,5% menos que la de la temporada anterior (1.237.573 t). Esta disminución se explica principalmente por la disminución de los rendimientos, los que alcanzaron los 40,8 q/ha (nacional) en la temporada 2008/09, un 10,8% menor que la temporada anterior (45,7 q/ha).</p>   |
| <p><b>Base conceptual de la herramienta</b></p>               | <p>La agricultura de precisión (AP) incluye diversas actividades, como la recolección y el manejo de información, las cuales permiten tomar decisiones técnicas, económicas y ambientales apropiadas para la producción de cultivos, ya que asume la variabilidad espacial y temporal de las propiedades de variables como suelo, malezas, plagas, enfermedades y rendimientos, entre otras. Por otro lado, la agricultura tradicional no internaliza dichas diferencias y aplica un manejo homogéneo de los factores de producción como fertilización, riego, cantidad de semillas y agroquímicos, entre otros.</p> <p>La AP postula que: para realizar un manejo eficiente del cultivo, es necesario aplicar sólo los nutrientes que cada zona del predio requiere, lo que repercute en un uso más eficiente de los insumos (con una posible disminución de los costos) y además en una producción pareja y óptima en rendimiento y calidad, y en un menor impacto sobre el ambiente dada la reducción de las cargas de fertilizantes y agroquímicos.</p> <p>Etapas de la AP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico y recolección de la información</li> <li>• Análisis de la información</li> <li>• Aplicación de los manejos diferenciales</li> <li>• Seguimiento</li> </ul> <p>Tecnologías asociadas a la AP en el cultivo de trigo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de posicionamiento global (GPS)</li> <li>• Sistema de Información Geográfica (SIG)</li> <li>• Monitor y mapas de rendimientos</li> <li>• Monitor de calidad de granos</li> <li>• Determinación del índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI)</li> <li>• Información meteorológica</li> <li>• Rastra eléctrica</li> </ul> |
| <p><b>Acercamiento a la valorización de la innovación</b></p> | <p>Para ejemplificar el valor económico que representa el uso de la herramienta de AP se describe la situación actual del negocio de cultivo de trigo. Posteriormente se realiza el mismo ejercicio considerando la implementación de la herramienta de AP y se establecen, a modo de sensibilización, diferentes dosis de nitrógeno (N) y rendimientos (q/ha). El Cuadro 1 muestra los indicadores financieros para ambos casos.</p>  |



## Claves de viabilidad

El éxito de la aplicación de esta tecnología va acompañado de una serie de aspectos relacionados con la propia tecnología y su validación, así como con las capacidades de los usuarios.

### Aspectos relacionados con la herramienta:

- Validación y puesta a punto de la tecnología. Para que la agricultura de precisión pueda ser aplicada efectivamente a un cultivo determinado, es indispensable que se haya validado para las condiciones bajo las cuales será utilizada.
- Competencias y capacidades técnicas en la industria de servicios. La AP es una tecnología de alta especificidad técnica y dinamismo, ya que requiere información de un ambiente productivo en constante cambio; por lo tanto, deben generarse las competencias humanas necesarias en el manejo del instrumental y de los programas computacionales que el sistema exige, para que estén operativos y disponibles para el productor potencial que desee utilizar la herramienta en su cultivo de trigo.
- Asesoría técnica. La correcta implementación de esta tecnología requiere de conocimientos y capacidades que muchas veces los productores no poseen; por ello, la asesoría por parte de especialistas en agricultura de precisión es fundamental. En la actualidad varias empresas ofrecen sus servicios relacionados con su uso.
- Capacitación en el uso de la tecnología. Para que la información generada durante la puesta en práctica de esta tecnología sea comprendida por los usuarios, es fundamental que exista capacitación en el conocimiento de la técnica y de su implementación.
- Actualización y perfeccionamiento tecnológico. En este aspecto los prestadores del servicio juegan un papel fundamental, ya que deben conducir las mejoras de la herramienta tales como la incorporación y ajuste rápido de tecnologías de apoyo que ayuden a hacer más precisa su gestión y disminuir los costos.

### Aspectos relacionados con los usuarios:

- Nivel tecnológico y de gestión avanzado. El uso eficiente de la herramienta exige un cierto nivel de gestión por parte del agricultor, de manera que el análisis de la información, la implementación y su control alcancen su mayor potencial de beneficio.
- Capacitación en el entendimiento y uso de la tecnología. Es importante que el agricultor se capacite él mismo y también a todo el personal que participa en la implementación de la herramienta.
- Oportunidad de la implementación. Cuanto más temprano se tenga información cuantitativa y cualitativa de las variables asociadas a la explotación, mayor serán los beneficios producto de las buenas decisiones tomadas oportunamente.
- Asociatividad. Es importante la inserción de los agricultores en asociaciones o programas de desarrollo comunitario, ya que le permite a los pequeños productores reducir los costos de implementación de la tecnología AP y alcanzar una mejor comprensión de ella, dado el alto nivel de asesoría, gestión y conocimiento tecnológico que requiere.
- Capacidad financiera. El agricultor que utilice esta herramienta debe conocer el financiamiento requerido, considerando las inversiones y costos de la implementación de la herramienta, así como los costos de manejo que derivan de las decisiones de gestión tomadas con la información generada por la herramienta.

## Asuntos por resolver

La AP se encuentra mundialmente en un nivel de desarrollo que permite su aplicación inmediata; no obstante, para su aplicación en las condiciones locales existen algunos asuntos que se deben resolver, como los siguientes.

- Puesta a punto de la tecnología
- Generación de información aplicada, medición de otras variables
- Validación de la tecnología en superficies más amplias
- Masificación del uso de esta tecnología y transferencia de la información
- Ampliar la experiencia y adaptación en otros cultivos
- Evaluación de maquinarias y equipos

## El valor de la herramienta

La tecnología de la AP es fundamentalmente una herramienta de apoyo a la gestión del manejo productivo de una explotación agrícola. Tiene como gran ventaja la posibilidad de monitorear las condiciones del predio y del cultivo, describir tales condiciones de manera objetiva y mapear (georreferenciar) un predio o un potrero en función de los factores productivos.

La AP permite generar un conjunto de información con un alto grado de precisión, que facilita la implementación de programas de manejo específicos, de acuerdo a las condiciones de la explotación y de los resultados que se espera obtener de ella. Todo esto redundará en beneficios tales como:

- Optimización de los recursos productivos (agua, suelo, insumos, mano de obra, maquinaria y otros), lo que determina un mejor manejo de los costos.
- Uso eficiente de los fertilizantes de acuerdo a los potenciales productivos de rendimiento y calidad, a fin de optimizar la producción y aumentar la productividad del cultivo.
- Determinación de zonas con comportamiento diferencial en el crecimiento del cultivo, lo que posibilita mejorar la calidad de los productos a cosechar, al existir un manejo de mayor precisión.
- Manejo general del cultivo más amigable con el medio ambiente o con menor impacto medioambiental, como consecuencia de evitar el uso excesivo de pesticidas o fertilizantes. Ello disminuye el impacto que en general producen estos agroquímicos sobre el ambiente y sobre los acuíferos subterráneos cuando se aplican en forma convencional.

## Alcance de la herramienta

La agricultura de precisión es ampliamente utilizada en otros países del mundo como Argentina, Estados Unidos y Canadá, entre otros, sin embargo, en Chile su aplicación es reciente.

Dada la alta variabilidad de los factores que determinan los rendimientos y calidad de los cultivos, sumada al elevado costo de los insumos, el futuro de la AP se estima auspicioso, ya que para ser competitivo se debe ser muy eficiente en el uso de los recursos.

El proyecto precursor que originó este documento logró avances importantes en la generación de información aplicada a las condiciones agroecológicas y de gestión de la producción nacional de trigo, principalmente respecto de la toma de decisiones relacionadas con los “sitios específicos” de manejo de la fertilización nitrogenada.

La AP se presenta como una buena alternativa para producir un cambio en la rentabilidad del trigo, ya que con esta nueva herramienta el productor puede tomar decisiones dirigidas a optimizar el uso de sus suelos, así como de los insumos productivos, considerando la variabilidad en su predio y modernizando su sistema de manejo.

### CUADRO 1. Indicadores financieros

| Indicador         | Cultivo sin AP | Cultivo con AP |
|-------------------|----------------|----------------|
| VAN 12% (\$)      | -1.073.618     | 33.542.878     |
| TIR (%)           | 9              | 23             |
| Margen bruto (\$) | 1.190.463      | 18.446.985     |

#### Supuestos utilizados para la obtención del margen bruto de una hectárea de cultivo de trigo:

Horizonte productivo: 10 años

Superficie: 150 hectáreas

Precio quintal trigo: \$9.500

Rendimiento productivo: 80 q/ha (sin AP); 90 q/ha (con AP)

Dosis nitrógeno: 200 U/ha (sin AP); 150 U/ha (con AP)