



Foto: C. Otaño

# AGRICULTURA DE PRECISIÓN: ¿Qué es y cuánto se usa en Uruguay?

Ing. Agr. PhD Andres Berger<sup>1</sup>, Ing. Agr. MSc Ernesto Restaino<sup>2</sup>, Ing. Agr. Carlos Otaño<sup>3</sup>, Ing. Agr. PhD Jorge Sawchik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Cultivos de Secano

<sup>2</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

<sup>3</sup>Técnico Sectorial - INIA La Estanzuela

La agricultura de precisión involucra un conjunto de estrategias de manejo orientadas hacia un uso más eficiente de los recursos y por tanto contribuye a una intensificación sostenible. Como forma de aportar al conocimiento y perspectivas de esta temática, INIA realizó una encuesta donde releva y analiza el estado de situación y potencialidades de esta estrategia de manejo en los sistemas agrícolas del Uruguay.

El sector agrícola ha sufrido cambios tecnológicos constantes a través del tiempo, adaptando su productividad a las condiciones de desarrollo económico del país y en general mejorando de manera notable la productividad de los factores involucrados en el proceso productivo. Esta tendencia no es solo local sino global y está asociada a una mayor demanda de alimentos, a la escasez de mano de obra y a la inclusión de nuevas tecnologías, entre otros (Fischer, 2014; Fischer, 2018). En este proceso de intensificación sostenible contamos

con lo que se denomina agricultura de precisión. La agricultura de precisión es un conjunto de estrategias de manejo (ver recuadro) que, según el caso, el cultivo y el sistema productivo, se aplicarán de distinta forma. Algunos ejemplos de estrategias en agricultura de precisión que se usan hoy en Uruguay son:

- El manejo por ambientes, que consiste en identificar zonas de manejo uniformes dentro de la chacra, que no necesariamente respetan los límites de los alambrados

sino mas bien respetan la variabilidad de factores denominados “permanentes”: suelo y su interacción con la topografía que determinan diferencias de potencial de rendimiento de los cultivos (drenaje, fertilidad, capacidad de almacenaje de agua, etc.).

- El uso de banderilleros satelitales, sistemas de guía, pilotos automáticos y cortes por sección, que mejoran el confort del operario y la productividad, ahorran producto y facilitan el trabajo.
- La implementación de fertilización variable, que permite aplicar dosis de macronutrientes (N, P y K) diferentes, en función tanto de características de los suelos, necesidades de reposición y potencial productivo de los cultivos en diferentes zonas de una chacra. Estas permiten hacer un uso eficiente de los fertilizantes mejorando el retorno económico, se puede reducir las dosis con el objetivo de disminuir los excesos de aplicación en partes de la chacra y aumentar las dosis en lugares con deficiencias y/o alto potencial productivo en otras.
- La aplicación de herbicidas en forma selectiva, con sensores que encienden el pico de aplicación solo si hay una maleza presente, y que por lo tanto reducen la cantidad utilizada de herbicidas en forma importante, son tecnologías de agricultura de precisión.
- El registro de información, ya sea a través de monitores de rendimiento, sensores montados en la maquinaria o a través de sistemas externos de recolección de información vía satélites, drones o estaciones de colecta de datos, son también ejemplos de agricultura de precisión.

La agricultura de precisión es una estrategia de manejo que reúne procesos y analiza datos individuales, temporales y espaciales, que combinados con otra información del sitio apoya la toma de decisiones de manejo de acuerdo a la variabilidad estimada, buscando mejorar la eficiencia de uso de los recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y últimamente la sostenibilidad de la producción agrícola.

*International Society of Precision Agriculture, 2018*



Foto: A. Berger

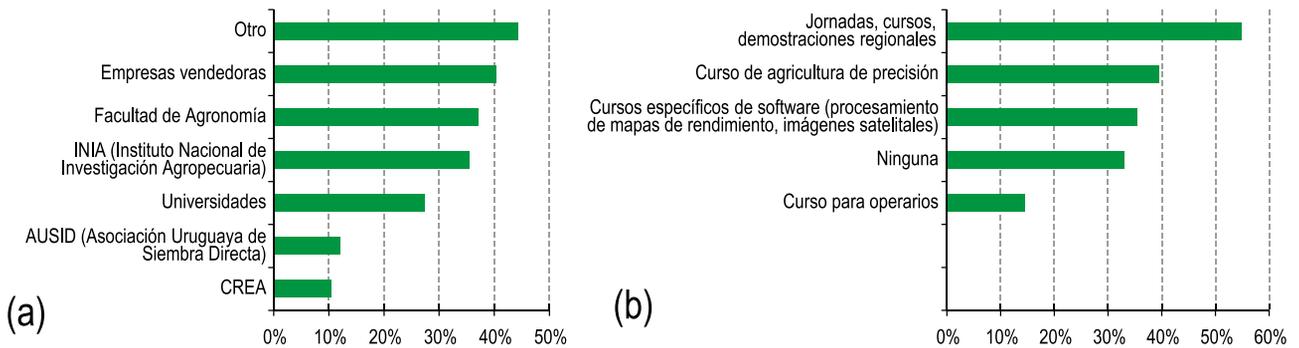
**Figura 1** - Fertilización variable de cultivos, considerando las necesidades del cultivo y la reposición de nutrientes extraídos en zafas anteriores para mantener una óptima nutrición mineral.

Todas estas estrategias incluyen por un lado un componente asociado a la tecnología de la maquinaria o equipamiento y por otro lado un componente asociado al conocimiento, a la estrategia de manejo en sí misma. La importancia de estos dos componentes depende del caso, hay ejemplos de tecnologías que requieren relativamente poco conocimiento, son de gran adopción y muy fácil uso, como los banderilleros satelitales, mientras que otras estrategias requieren un mayor grado de especialización como es el caso del manejo por ambientes o la integración de información de varios orígenes.

El objetivo de este trabajo fue relevar el estado de situación sobre el uso de tecnologías de agricultura de precisión en Uruguay. El trabajo se hizo en simultáneo con la encuesta que INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina) realiza en el tema desde hace años, y por lo tanto incluyó un formulario similar al utilizado por dicho Instituto. La encuesta fue de respuesta voluntaria y se difundió masivamente a través de los medios de INIA (red de correos electrónicos, revista INIA, sitio web). Estuvo activa mediante el portal SurveyMonkey entre el 10 de julio y el 10 de agosto de 2018.

Quienes respondieron la encuesta (124 personas) fueron mayormente asesores técnicos (62%) y productores propietarios (26%) y en menor proporción, productores arrendatarios, contratistas u operarios (6, 1 y 5% respectivamente). Estos indicaron además tener un alto grado de adopción tecnológica (ej. uso de computadora, email), coincidiendo con el tipo de público más cercano a INIA. La mayor parte además (87%), indicó tener estudios terciarios o universitarios.

Para los estratos de superficie producida, asesorada o trabajada, el número de respuestas fue similar (23% <250 ha, 23% 250-1000 ha, 26% 1000-5000 ha y 28% >5000 ha) lo cual indica un sesgo en términos de área



**Figura 2** - Respuestas a las preguntas, (a) “¿A través de quien conoció la agricultura de precisión?” y (b) “¿Asistió a capacitaciones específicas?” (n=124).

sobre la cual se recibieron respuestas a los productores/asesores de mayor tamaño en relación al número de productores existentes en cada categoría. El estrato de mayor área multiplicado por el número de respuestas indica una cobertura mínima de 175.000 ha para este estrato comparado con el área total cubierta por la encuesta cercana a 300.000 ha (aproximadamente un 25% del área agrícola nacional).

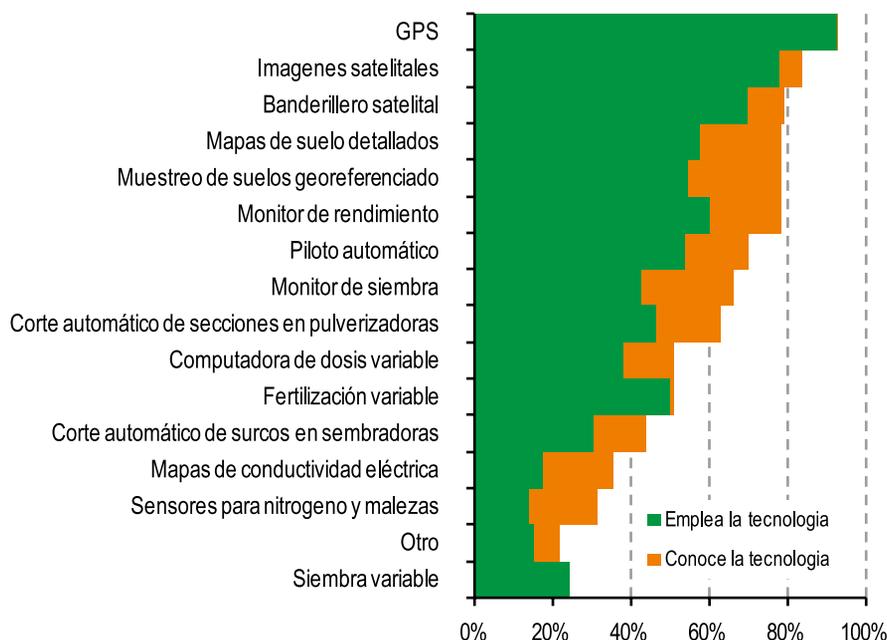
### CAPACITACIÓN Y CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Ante la pregunta de a través de quien conoció la agricultura de precisión, la mayor parte está orientada a empresas proveedoras, “otros” y las instituciones de generación de tecnología nacionales (INIA y Facultad de Agronomía). Concordando con esto, 67% de los par-

ticipantes respondieron haber asistido a alguna capacitación específica, dentro de los que se destacan el curso de agricultura de precisión de INTA y las “jornadas cursos y demostraciones regionales” (Figura 2 a y b).

### ¿QUÉ TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN SE UTILIZAN HOY?

Las tecnologías de muy fácil uso y bajo costo son las que normalmente se difunden más rápido (Lowenberg-DeBoer, 2003) y son, según la encuesta, también en este caso las que tienen mayor adopción (GPS, Banderilleros, imágenes) (Figura 3). Luego existe un número amplio de tecnologías que mantienen una diferencia entre quienes las conocen y quienes las emplean efectivamente. Dentro de este grupo se destacan con mayor nivel de uso: los mapas de suelo, muestreos de suelo,



**Figura 3** - Nivel de conocimiento y uso de diferentes tecnologías de agricultura de precisión (n=124).

**Cuadro 1** - Razones que llevaron a utilizar o no la tecnología de agricultura de precisión a los encuestados

Razones por las que utiliza (n=111)		Razones por las que no utiliza (n=44)	
Aumentar el beneficio económico	68%	Considera que falta especialización para utilizarlas	50%
Aumentar el rendimiento	63%	Escasos cursos de capacitación disponibles	43%
Disminuir el costo de producción	56%	Escasa capacitación de los operarios de maquinaria	41%
Mejorar el conocimiento del sistema de producción	52%	Pocas empresas de servicios de AP	39%
Minimizar el impacto ambiental	48%	Alto costo de los servicios de AP que se contratan (mapeo, dosis variable, ambientación etc.)	36%
Aumentar la calidad de la producción	43%	Alto costo de la tecnología	27%
Mejorar la gestión de la maquinaria	41%	Beneficio económico y agronómico no demostrado	18%
Usar las últimas tecnologías	33%	Falta de fuentes de financiamiento	18%
Disminuir el trabajo	32%	Otras	14%
Mejorar el control y trazabilidad de la producción	16%		
Otras	16%		
Mejorar la comercialización	7%		

y monitor de rendimiento, probablemente asociados a una estrategia de manejo por ambientes o manejo por zonas, muy difundida en Uruguay.

La lista continúa con algunas de las tecnologías de más reciente introducción. Entre estas hay dos que se destacan que son la fertilización y la siembra variable, que muestran una alta relación entre quienes la conocen y la utilizan, sugiriendo un potencial importante de crecimiento futuro.

Las razones para utilizar o no utilizar estas tecnologías son diversas (Cuadro 1). Las que se reportan promoviendo el uso, están asociadas principalmente a lo económico (aumento de beneficio o reducción de costos). Mientras que las razones para no utilizarlas están fuertemente asociadas a la capacitación o acceso a los servicios y en menor medida al costo, financiamiento e incertidumbre sobre el resultado.

Los cinco problemas más relevantes a la hora de implementar prácticas de agricultura de precisión tienen que ver con la mayor complejidad del proceso de producción, por la mayor sofisticación y por la incorporación de componentes que requieren mayor conocimiento para su uso. En orden, estos problemas son: 1) Se requiere mayor especialización para el procesamiento de datos (62%), 2) Escasa capacitación del personal (52%), 3) Incompatibilidad entre equipos o software (46%), 4) Escaso servicio técnico post venta de las empresas (39%) y 5) Escasa información agronómica para el manejo variable de insumos (36%). Estas respuestas coinciden de forma muy clara con la respuesta a la pregunta, ¿Qué necesita para mejorar la utilización de las técnicas y tecnologías de agricultura de precisión? (ver recuadro), para la cual las respuestas apuntan a la capacitación,

generación de información agronómica y generación de instancias de intercambio. Queda claro que las mayores dificultades están dadas por la complejidad del uso, la capacitación y la evaluación agronómica.

Al final de la encuesta, se planteó una pregunta libre, que fue contestada por la mitad de los encuestados de forma extensa. La mayoría de las respuestas hacen énfasis en la necesidad de contar con cursos de capacitación y difusión de resultados, mejorando el intercambio de experiencias.

**¿Qué necesita para mejorar la utilización de las técnicas y tecnologías de agricultura de precisión? (n=110)**

- Más capacitación (83%)
- Mayor información agronómica (76%)
- Instancias de intercambio y discusión con otros usuarios de agricultura de precisión (70%)



Foto: A. Berger

**Figura 4** - Trigo de alto rendimiento. El manejo del nitrógeno en forma variable permite distribuir mejor el fertilizante, aplicando dosis más altas solo donde es necesario, sin aumentar la dosis promedio aplicada en la chacra.

Por otra parte, la necesidad de validación de la conveniencia económica y ambiental de uso de tecnologías de agricultura de precisión, seleccionando aquellas que mejor se adapten a nuestro sistema productivo. También se plantea mejorar la orientación hacia soluciones adaptables a diferentes escalas de manejo, pensando en productores de escala menor en los que puede ser difícil amortizar equipamientos de alto costo. Esto se vincula al costo de la tecnología y a la forma de adaptarse.

Aquí uno de los puntos en los que se debería hacer énfasis es que, si bien muchas de las estrategias de manejo de agricultura de precisión están asociadas a maquinaria o equipamiento, hay otras prácticas que no lo están necesariamente y solo requieren cambios en la forma de realizar las actividades o procesos (ej. muestreo de suelos por zonas). Normalmente la dificultad existe al trasladar un manejo de precisión a grandes escalas, para lo cual, sí, es necesario contar con equipamiento que lo permita operativamente, además del conocimiento y capacidad de gestión asociados.

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DE LA ENCUESTA

Si bien se trata de una encuesta de respuesta voluntaria que solo fue respondida por una parte de los productores-asesores, dada la cobertura que se logró, creemos que es una muestra representativa de aquellos que se encuentran más familiarizados con el tema y por lo tanto de sus necesidades, dudas y avances logrados.

Los puntos más destacables a nuestro entender son:

- Hay grandes avances de adopción, sobre todo de las tecnologías de más fácil uso (guiado, GPS).

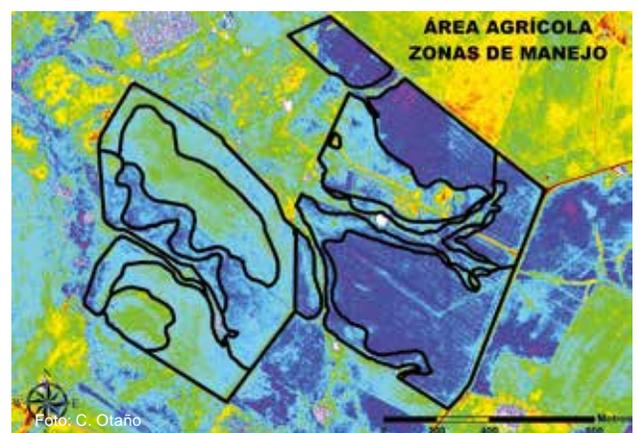
Es muy destacable que tecnologías de mayor complejidad como muestreo de suelos geo-referenciado, mapas de suelos (ej. manejo por ambientes) presentan un grado de difusión y adopción importante.

- Existe la demanda de mejorar la capacitación, difusión de resultados de validación local con resultados agronómicos confiables que demuestren la conveniencia de su uso.
- Existe una mayor tendencia al desarrollo y adopción en los productores-asesores de mayor escala, probablemente presionados por la necesidad operativa y facilitada por la capacidad de amortizar equipamiento de mayor costo (para los que las soluciones ya vienen incorporadas). En contrapartida, los productores de menor escala tienden a encontrar más dificultades para adoptar estrategias de agricultura de precisión.
- Asociado a este último punto, existe una asociación muy fuerte entre lo que se entiende como agricultura de precisión y la capacidad de maquinaria (esto es, lo que la maquinaria puede hacer); el foco es menor en que la agricultura de precisión es una estrategia de manejo, de toma de decisiones y de asignación de los recursos. Como tal, se refiere a como podemos organizar, distribuir y asignar los recursos dentro del establecimiento o del potrero.

Fischer, R. A., & Connor, D. J. (2018). Issues for cropping and agricultural science in the next 20 years. *Field Crops Research*, 222(March), 121–142. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.03.008>

Fischer, T., Byerlee, D., Edmeades, G., Byerlee, D., Edmeades, G., & Fischer, T. (2014). Crop yields and global food security. Australian Centre for International Agricultural Research, 1–660.

Lowenberg-DeBoer, J. (2003). Precision Farming or Convenience Agriculture. Australian Society of Agronomy. "Solutions for a better environment". Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, 2-6 Feb. 2003, Geelong, Victoria. Web site [www.regional.org.au/au/asa](http://www.regional.org.au/au/asa)



**Figura 5** - Mapa de ambientes o zonas de manejo uniformes (trazos negros) solapado con imagen en falso color de alta resolución de dos chacras comerciales en Colonia.