

## JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ CASASNOVAS

Profesor de Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Agricultura de Precisión en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de Lleida

# En un futuro muy próximo, la agricultura será de precisión o no será una agricultura rentable y sostenible



*TIERRAS.- ¿Cómo definiría a la Agricultura de Precisión (AP) y en qué se diferencia de la denominada agricultura inteligente o Smart Farming?*

JOSÉ A. MARTÍNEZ.- La Agricultura de Precisión es el nuevo paradigma tecnológico de la agricultura, que comenzó su andadura hace algo más de unos 25 años pero que está tomando un gran auge y expansión en los últimos 5 años. Esta nueva forma de concebir la agricultura está aquí para quedarse. En un futuro muy próximo, la agricultura será de precisión o no será la agricultura de la que se espere una rentabilidad económica o que sea sostenible.

¿Qué significa que la agricultura sea de precisión? Significa adoptar estrategias de manejo de los suelos, de los cultivos y de los insumos, que estén orientados a

- \* Agricultura de precisión (AP) es la que lleva a adoptar estrategias de manejo del suelo, el cultivo y los insumos orientadas a obtener el mayor rendimiento y la mejor calidad minimizando el impacto ambiental y aportando solo los insumos necesarios, en los puntos requeridos y en el momento oportuno
- \* El gran salto de la AP en Europa puede que venga en un futuro muy próximo de la mano de nuevas políticas medioambientales, que exijan planes de tratamiento diferencial de las parcelas en función de su potencial productivo en aspectos como el abonado, los fitosanitarios o el riego
- \* En explotaciones más grandes el acceso a la AP puede ser directo y en las más pequeñas estas tecnologías tendrán que llegar de la mano de empresas de servicios, pero los agricultores deben vigilar siempre que estén gestionadas por profesionales cualificados
- \* No tenemos una formación técnica acorde a la tecnología agrícola que se comercializa hoy en día y los planes de estudio en las escuelas de ingeniería agrícola/agrónomos no se adaptan al avance de la AP, por lo que los técnicos que salen de las escuelas no ha recibido formación suficiente en estas materias

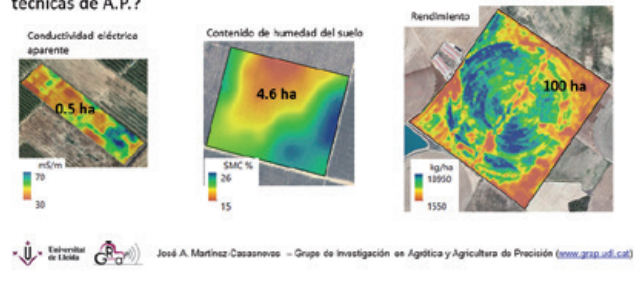
obtener un mayor rendimiento y mejor calidad minimizando el impacto ambiental, aportando solo los insumos necesarios, en los sitios de la parcela requeridos y en el momento oportuno. Para ello debemos conocer cómo varía el potencial productivo de cada punto de la parcela, ya que no suele ser homogéneo.

Así, la AP utiliza tecnologías de sensores y de la información geográfica para obtener y analizar datos sobre la variabilidad del cultivo y de los factores de producción, con el objeto de mejorar el diagnóstico, la toma de decisiones y la eficiencia en el uso de insumos. Una vez conocemos esta variabilidad tenemos que tomar decisiones sobre qué hacer en cada sitio de la parcela y aplicarlo mediante las tecnologías de tratamiento variable, de manera que cada sitio de la parcela reciba su dosis adecuada (fertilizantes, pesticidas, agua de riego, etc.) en función del potencial de rendimiento, vigor o calidad del cultivo.

En cuanto a la diferencia de términos entre Agricultura de Precisión y *Smart Farming*, algunos opinan que son términos similares. Así, *Smart Farming* sería lo mismo que AP, pero con un término más fácil de comparar con otros similares como las *Smart Cities*, *Smart Buildings*, *Smart Health*, etc. Para otros, sin embargo, el término *Smart Farming* sería un paraguas más amplio que englobaría lo que entendemos como AP, incluyendo además otras tecnologías aplicadas a la agricultura como la Internet de las Cosas, redes *Wireless*, sistemas Big Data, drones, robots, etc.

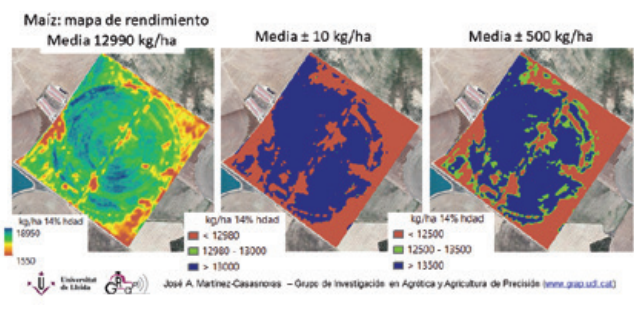
**Figura 1. La variabilidad en cualquiera de las características que se analicen en una parcela independientemente de su tamaño hace que la aplicación de técnicas de agricultura de precisión pueda resultar conveniente y rentable.**

**“Pregunta del millón” reformulada:** ¿mi parcela es lo suficientemente variable para recuperar el coste adicional que supone conocer su variabilidad y aplicar técnicas de A.P.?



**Figura 2. Los tres mapas muestran que a medida que se intenta afinar más la diferencia de rendimientos en cada punto de una parcela se observa lo importante que es la variabilidad y la conveniencia de ajustar de la forma más precisa posible la gestión localizada de cualquier tipo de inputs.**

**La paradoja del rendimiento medio y la necesidad de aplicar tecnologías de Agricultura de Precisión**



**AGRÍCOLA ANTÓN**  
 983 797 717 (Valladolid)  
 923 531 120 (Salamanca)  
 983 797 717 (Zamora)  
 P. I. La Vega. Parcela 28  
 47100 Tordesillas / www.agricolaanton.es  
 agricolaanton@agricolaanton.es

**AGRÍCOLA PUENTE MORENO**  
 921 495 165  
 El Príncipe, 7  
 40141 Abades / www.agricolapuentemoreno.com  
 maquipuente@hotmail.com

**MAQUINARIA AGRÍCOLA PUENTE**  
 920 301 422  
 P. I. Tierra de Arévalo. Madrigal de las Altas Torres, 1  
 05200 Arévalo  
 ropuca@hotmail.com

**TALLER MARCOS MAQUINARIA**  
 979 163 952  
 Alfareros, Parcela 114, 30  
 34004 Palencia / www.tallermarcos.com  
 administracion@tallermarcos.com

**VALLADOLID  
SALAMANCA  
ZAMORA**

**SEGOVIA**

**ÁVILA**

**PALENCIA**

**ES.KVERNELAND.COM**  
WHEN FARMING MEANS BUSSINESS

*TI.- Con la aparición de los drones, los sensores, las cámaras, los satélites... ¿Está empezando a cambiar el concepto de maquinaria agrícola tal y como lo conocíamos? ¿Existe en España una necesidad real de aplicar estos nuevos conceptos en la actividad agraria?*

J.A.M.- Realmente esto es así. En los coches, la incorporación de sensores como los receptores de GPS nos permite desde hace ya unos años usar los navegadores. Más recientemente, otros sensores como los de ultrasonidos o los de detección electromagnética nos ayudan a aparcar. En la maquinaria agrícola es lo mismo, pero enfocado por ejemplo al autoguiado, al peso georreferenciado de la cosecha, a la siembra o tratamiento variable en base a mapas de prescripción basados en el vigor del cultivo calculado a partir de imágenes, a la detección y tratamiento de malas hierbas en tiempo real, etc.

En España existe la necesidad de implementar estos conceptos en la actividad agraria, ya no solamente para mejorar el rendimiento de los cultivos y obtener mayores beneficios, sino también para ser más respetuoso con el medio ambiente. En otros países como en Estados Unidos o Australia se estima que entre el 20% y 80% de las explotaciones agrícolas utiliza algún tipo de tecnología relacionada con la AP. En Europa, sin embargo, este porcentaje como máximo alcanza el 20%. No obstante, el gran salto en Europa (y en España por tanto también), puede que venga en un futuro muy próximo de la mano de nuevas políticas medioambientales, que exijan planes de tratamiento diferencial de las parcelas de acuerdo a su potencial productivo. De esta forma, se podrá llegar a exigir que la fertilización, el aporte de agua de riego, o también los tratamientos fitosanitarios sean solo los necesarios para cada sitio de la parcela. Todo llegará, y en este momento no estamos ya tan lejos, ya que la tecnología para hacer esto posible, tanto de aplicación como de control, está disponible.

*TI.- ¿Es cierto que la implantación de la AP en la agricultura española se estaría produciendo a varias velocidades, en función de la tipología de cultivos y explotaciones en las que se aplica? ¿Cuál es el grado de aceptación de estas prácticas en España en comparación con los países de nuestro entorno?*

J.A.M.- Yo pienso que sí. Los cultivos que van a la cabeza son los extensivos, principalmente el maíz, por ser un cultivo de alto rendimiento y donde el coste de los insumos es una parte muy importante del coste de producción. Por ello cada vez se está intentando "afinar" más en las dosis de siembra de acuerdo al potencial de rendimiento del suelo, abonado nitrogenado variable, dosis de riego, etc. Además, el impulso en los cultivos

extensivos también viene dado por la implementación en la maquinaria de los avances tecnológicos de autoguiado en base a GPS, monitores de rendimiento, maquinaria de aplicación variable de fertilizantes, fitosanitarios, etc. No obstante, la viña también es un cultivo pionero en España en la aplicación de las técnicas de AP. El ejemplo lo tenemos en Raimat (Lleida), que ya en el año 2001/02 empezó a hacer mapas de cosecha con monitores de rendimiento instalados en las vendimiadoras. Posteriormente, la viticultura de precisión se ha ido expandiendo a otras regiones y explotaciones y hoy día es quizá el cultivo permanente donde más aplican estas tecnologías.

Respecto a los tipos de explotaciones, diría que al pequeño agricultor le cuesta todavía entrar en la aplicación de técnicas de AP. Ve un coste añadido que le parece que no compensa con los beneficios que pueda obtener. Además, que nadie se engañe, la AP no produce resultados de la noche a la mañana. No siempre se trata de tirar más fertilizante en las zonas que parecen con menos vigor en una imagen, sino que hay que conocer las causas de la variabilidad, y pueden ser difíciles de cambiar... como por ejemplo las propiedades de los suelos. No obstante, pienso que hay todavía un gran trabajo por hacer a través de las cooperativas para que el pequeño/mediano agricultor "se enganche". Sería mejor adelantarse que esperar a que la aplicación de técnicas de AP venga impuesta por políticas de tipo medioambiental. Llevaríamos mucho ganado, tanto a este nivel como también a nivel económico.

En España estamos cada vez más concienciados y estamos también a la altura de los países de nuestro entorno mediterráneo en cuanto a la implantación de estas tecnologías.

*TI.- ¿En qué cultivos extensivos y/o intensivos cree que la AP tiene un mayor potencial y cuáles serían las razones que lo explicarían? En el caso concreto de los cultivos de cereal, ¿En qué fase de desarrollo estaría la AP en España?*

J.A.M.- Como he dicho anteriormente, la viña es el principal cultivo leñoso en cuanto a la aplicación de técnicas de AP, quizá también por el valor añadido de la calidad del producto final. En frutales todavía no hay tanta penetración. Por ejemplo, nosotros en la Universidad de Lleida los principales trabajos de I+D sobre AP han sido en viña y en cultivos extensivos, pero no en frutales, siendo Lleida una de las principales zonas frutícolas del país. Quizá en fruticultura se están aplicando más sensores de suelos, para la monitorización del riego. Si la calidad de la fruta no se valorase básicamente por el color y el calibre quizá se avanzaría más en la aplicación de las técnicas de AP en fruticultura.

En los cultivos de cereal es donde creo que se está avanzando más en la aplicación de las técnicas de AP en el día a día de las explotaciones. Por ejemplo, desde hace un par o tres de años se está extendiendo la siembra variable del maíz en base a imágenes de vigor de históricos de cultivos en cada parcela. También el abonado variable, tanto de fondo como de cobertera. Nosotros trabajamos con explotaciones en que se obtienen mapas de cosecha con monitores de rendimiento, tanto en trigo y cebada como en maíz. Además, alguna de estas ya ha optado por contratar la cosechadora a empresas que les puedan ofrecer este servicio, ya que el mapa de cosecha, si está bien hecho, es el certificado de cómo es la variabilidad real del producto final. Poco a poco se va avanzando, y como he dicho antes, en un futuro muy próximo, la agricultura será de precisión o no será rentable y medioambientalmente sostenible.

*TI.- ¿El tamaño de las explotaciones resulta determinante para efectuar un uso óptimo de las herramientas de AP? ¿Es cierto que en explotaciones de un tamaño reducido es aún más necesaria la implementación de este apoyo tecnológico, tanto desde un punto de vista económico como medioambiental?*

J.A.M.- Esta es la pregunta del millón en AP. Observen las imágenes que se incluyen en esta entrevista y ustedes mismos la podrán contestar. La figura 1 muestra tres parcelas de tres explotaciones distintas, con tamaños y cultivos muy diferentes (frutales, viña y maíz). ¿Son uniformes? No, todas son variables. Pues entonces todas tienen oportunidad para aplicar técnicas de AP, lo único que hace falta es que el agricultor vea cómo le afecta esta variabilidad al rendimiento y calidad del cultivo y decida sobre si quiere tener una parcela más homogénea o bien decidir sobre cosecha selectiva, por ejemplo en viña, etc.

Respecto a la segunda pregunta, no pienso que en explotaciones de un tamaño reducido sea más necesaria la implementación de este tipo de apoyo tecnológico. La necesidad puede ser en todo tipo de explotaciones. Lo que pasa es que a las más grandes les resulta más fácil adquirir tecnología y las más pequeñas quizá tengan que recurrir a empresas de servicios. Pero atención, mi consejo es que si recurren a empresas de servicios deben asegurarse que detrás haya buenos ingenieros agrónomos.

*TI.- ¿Qué soluciones puede ofrecer la AP en el apartado del riego?*





## Maquinaria Agrícola e Industrial

### Desde 1924



**Nueva tecnología de maquinaria para la limpieza y selección de semillas, leguminosas y frutos secos**

- Maquinaria para la limpieza y selección de semillas 
- Maquinaria para el transporte neumático 
- Maquinaria para el secado de granos 
- Maquinaria para procesado de arroz 
- Maquinaria para extracción de aceites 

**3jb selección y tratamiento, S.L.** C/. Tte. Coronel Valenzuela 5 - 5º I - 50004 ZARAGOZA - [www.jubus.com](http://www.jubus.com) - [jubus@jubus.com](mailto:jubus@jubus.com)  
 Talleres y Comercial: Avda. Falsest, 34 - 43206 REUS (Tarragona) - Tel. 977 32 60 80 - Fax. 977 32 39 28

Represente en Castilla y León:  **COFAMA, S.L.** Tel. 983 40 16 40

J.A.M.- A este respecto nosotros en Lleida estamos en una zona de regadío, servida por una red de embalses en ríos pirenaicos, así que -de momento- la falta de agua no es un gran problema. No obstante, sí que hay un cambio hacia sistemas de riego más eficientes y hacia el diseño o rediseño de los sistemas de riego para adaptarse a la variabilidad de los suelos. Hasta ahora los sistemas de riego (por aspersión, goteo) se diseñan sin tener en cuenta la variabilidad de la capacidad de retención de agua del suelo. Lo que importa es que en



todos los puntos de la parcela llegue la misma presión y se pueda servir la misma cantidad de agua. Pero con esto lo que hacemos es que, dependiendo del tipo de suelos en cada parte de la parcela, unos suelos puedan regarse en exceso y otros no reciban la cantidad de agua necesaria para que el cultivo obtenga un buen rendimiento. ¿Conocéis la paradoja del rendimiento medio? En la figura 2 mostramos un ejemplo. El mapa de la izquierda es el rendimiento en cada punto de una parcela de maíz obtenido mediante una cosechadora con monitor de rendimiento. El rendimiento medio fue de 12.990 kg/ha. En el mapa del centro se muestran los puntos que tienen ese rendimiento medio  $\pm 10$  kg/ha. Son los de color verde. ¿Los veis? Es difícil, ¿no? En el mapa de la derecha se muestran en verde los del rendimiento medio  $\pm 500$  kg/ha. Tampoco es la mayoría de la parcela ¿Qué quiere decir esto? Cada uno que saque sus conclusiones, pero se debería dejar de diseñar las cosas para las dosis medias por hectárea y empezar a pensar en la situación de cada zona más concreta dentro de una parcela. Con esto podremos ahorrar todo tipo de inputs, incluso el agua.

*TI.- ¿La escasez de superficie cultivable puede llegar a ser un problema grave en los próximos años? En este sentido, y gracias a los constantes avances tecnológicos en este sector, ¿Es factible a medio plazo la creación de soportes artificiales distintos al factor suelo o tierra que se utiliza actualmente para producir alimentos?*

J.A.M.- No soy un experto en los cultivos hidropónicos, pero esta forma de cultivo puede ser una de las posibles soluciones a la escasez de alimentos frescos, o

bien una alternativa en lugares donde el clima o el suelo no es adecuado para el cultivo. Ahora hay gente que cultiva sus propias hortalizas en los jardines o incluso terrazas o balcones de sus casas. Esto se puede convertir en una práctica cotidiana en el futuro próximo.

*TI.- ¿Las plantas 'inteligentes' creen que pueden ser el complemento perfecto para la AP, en tanto que pueden maximizar el aprovechamiento de los inputs ya de por sí racionalizados en su aplicación? ¿Qué innovaciones podemos esperar en este terreno?*

J.A.M.- Sí, las plantas inteligentes son otra pieza más en el engranaje de la agricultura del futuro. En nuestro grupo de investigación en la Universidad de Lleida estamos trabajando en la identificación de 'smartpoints' o puntos inteligentes de una parcela de cultivo. Estos puntos pueden ser plantas concretas, como en el caso de viña o plantaciones frutales, o simplemente puntos de la parcela, que sean representativos de zonas de variabilidad de crecimiento y/o comportamiento de las plantas. Se eligen con el fin de sensorizar estos puntos y/o individuos y conectarlos a sistemas de información y de decisión por medio de tecnología IoT (*Internet of Things*). Aquí entran las empresas relacionadas con la fabricación/instalación de sensores (de suelo o de planta) que, aunque hace mucho tiempo que se emplean en agricultura para, por ejemplo, el control de la humedad del suelo o del estado hídrico de la planta, ahora se están conectando con el paradigma de la variabilidad intraparcularia, es decir, con la agricultura de precisión. Para una implementación real todavía tenemos que avanzar en el desarrollo de métodos estadísticos para la selección de los puntos/plantas inte-

ligentes que representen la variabilidad de la parcela y en la conectividad con los sistemas de decisión experta.

*TI.- La adaptación prácticamente a la carta de las distintas variedades de semilla a las zonas donde se cultivan y su tratamiento diferenciado a nivel de parcela, ¿es uno de los retos más importantes que tiene la AP en los próximos años? ¿Hasta dónde puede avanzar toda la tecnología que actualmente están desarrollando las casas comerciales en este apartado?*

J.A.M.- La siembra variable, por ejemplo en maíz, es uno de los avances en AP que más se está extendiendo en los últimos años gracias a los servicios de siembra que ofrecen las casas comerciales. Dentro del servicio se incluye el mapa de prescripción que, por lo que yo he visto, se basa en históricos de la evolución del índice de vegetación NDVI a partir de imágenes de satélite. El cómo lo hace uno u otro es una “caja (bastante) cerrada”, ya que hay intereses comerciales.

Incluso algunos productores de semillas ofrecen la posibilidad ya no solo de la siembra variable, sino el servicio de seguimiento del cultivo mediante imágenes de satélite y recomendaciones sobre el riego. En mi opinión está bien, pero los mapas de prescripción de siembra no deberían basarse únicamente en la información obtenida por satélite. Hay que pisar el campo, saber cómo son los suelos, sus propiedades y la variabilidad de estas en la parcela. Y para ello debe haber agrónomos detrás. Es decir, mapas de prescripción de siembra sí, pero no únicamente en base al vigor observado del cultivo anterior, sino con más información de campo sobre las limitaciones de la parcela —como drenaje, salinidad, textura, etc.— que pueden no ser observables en las imágenes. No obstante, los mapas solamente basados en el índice de vegetación son, por supuesto, mejor que nada.

*TI.- ¿Cuál es el margen de mejora que existe actualmente en el aprovechamiento de la AP en España? ¿Este margen depende en exclusiva de quien desarrolla la tecnología o de los propios usuarios? A nivel general, ¿Tenemos una formación técnica acorde a la tecnología agrícola que se comercializa hoy en día?*

J.A.M.- En AP estamos empezando y los que llevan unos años implementando técnicas de AP están aprendiendo. Los que llevamos años investigando, también. Aprendemos día a día, y cada día aparecen cosas nuevas, por lo que no podemos parar de aprender y el recorrido es enorme. Así pues, el margen de mejora es enorme, tanto para los agricultores como para los desarrolladores.

No obstante, estamos en un sector que es bastante reaccionario al cambio. Por ejemplo, imagina una bodega tradicional que cultiva viña desde hace 50 años

y hasta ahora ha ido cultivando sus cepas, elaborando, vendiendo su vino y obteniendo un beneficio comercial. ¿Por qué debe cambiar y adoptar nuevas tecnologías de AP, que encima le van a suponer un coste adicional? Las tendencias cuesta cambiarlas y primero hemos de ver el beneficio que supone al vecino que experimenta. Pues esta es la situación de la adopción de cambios en la agricultura, que se adoptan por legislación o porque el servicio se ofrece de forma gratuita (como ahora pueden ser los mapas de prescripción de siembra variable en maíz, o mapas de cosecha).

Hace falta más formación. La agricultura cada día está más tecnificada y la interpretación de la variabilidad intraparceldaria y toma de decisiones en base a esta variabilidad es compleja. Si antes podía costar decidir cuánto nitrógeno echar en cobertera al maíz, imagínate ahora que una parcela puede ser variable y haya que decidir cuántas zonas de variabilidad y qué dosis en cada zona.

¿Tenemos una formación técnica acorde a la tecnología agrícola que se comercializa hoy en día? No. Los planes de estudio en las escuelas de ingeniería agrícola/agrónomos no se adaptan al avance de la tecnología y conocimientos relacionados con la agricultura tecnológica de precisión. Esto es peligroso, ya que el agrónomo que sale de las escuelas no ha recibido -o ha recibido muy poca- formación específica sobre AP. Os invito a buscar en Google: plan de estudios “agricultura de precisión”. Veréis que en el grado de ingeniería agrícola solamente una universidad en España ofrece asignaturas directamente relacionadas con esta temática. Es precisamente la Universidad de Lleida, en el Grado en Ingeniería Agraria y Alimentaria que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Luego hay alguna otra universidad que tiene alguna oferta de asignaturas en algún máster.

Nosotros, en Lleida, como venimos investigando en AP desde el año 2002, cuando se pusieron en marcha los nuevos grados de Bolonia para adaptar los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior, vimos la oportunidad de introducir asignaturas específicas sobre AP y, no obstante, alguna sólo pudo introducirse como asignatura optativa. Así pues, esta es otra de las realidades de la AP en España, que los agrónomos se tendrán que formar principalmente en el día a día de su trabajo y/o haciendo algún curso de especialización. Este es el motivo por el cual en el mundo de la AP se están incorporando otro tipo de titulaciones más relacionadas con la tecnología, pero que (ojo!) desconocen la fisiología de las plantas, los suelos, las necesidades de riego, de fertilización, las plagas, los fitosanitarios, en definitiva, la agronomía. Esto puede hacer fracasar ▶▶▶



la introducción de la AP en España o que su adopción sea más lenta.

¿Puedo poner un ejemplo que conozco? Una empresa creada por ingenieros del ámbito tecnológico -que no son agrónomos-, ofrece a un agricultor el servicio de captar una imagen de vigor con un dron y recomendarle la dosis de nitrógeno en cobertera del maíz. El agricultor contrata el servicio y la empresa le ofrece el mapa de la parcela con una gradación de colores (de rojo, menos vigor, a verde más vigor). Le dice también la cantidad de nitrógeno a aportar en cada zona: más nitrógeno en las zonas con menos vigor y menos en las de más vigor, donde la planta se desarrolla más. La prescripción fracasa, ya que en las zonas de menos vigor las plantas no se desarrollan por problemas que tiene el suelo de drenaje y salinidad. En las zonas de más vigor el cultivo no alcanza su máximo rendimiento ya que no se les ha aportado el suficiente nitrógeno. Resultado, el agricultor pierde dinero y no quiere oír hablar más de la AP. Si la empresa hubiese incorporado algún agrónomo seguramente hubiese hecho la recomendación adecuada y el agricultor podría creer en las posibilidades de la AP.

Necesitamos unos planes de estudio más ágiles, con menos resistencia al cambio y adaptados a la nueva realidad cambiante de la agricultura. También necesitamos empresas de base tecnológica que incorporen Agrónomos para ofrecer recomendaciones adecuadas. Todos somos necesarios en equipos multidisciplinares.

*TI.- La generación, procesamiento e intercambio de datos en agricultura es la clave del Smart Farming... ¿El agricultor corre el riesgo de perder autonomía y poder de decisión ante las grandes empresas o corporaciones que son las que tienen los medios necesarios para manejar de forma óptima tanta información?*

J.A.M.- Sí, creo que sí. La siembra del maíz por empresas productoras de semillas puede ser un ejemplo. Otro ejemplo son las empresas que producen maquinaria -tractores, monitores de rendimiento, etc.- y que, para hacer laboreo, tratamientos, cosecha, etc., de precisión tienes que conectarte a su servicio de posicionamiento con señal RTK. Te conectas, pero de paso les estás enviando todos los datos. Es como Google, que sabe todo lo que hacemos y donde estamos en todo momento, por tanto, nuestros hábitos, etc., que luego se emplean para hacernos propuestas comerciales.

*TI.- ¿Cuáles son para usted los principales avances tecnológicos en la AP y el Smart Farming? ¿Las mejoras más significativas son aquellas relacionadas con el software?*

J.A.M.- Por una parte, cada día hay avances tecno-

lógicos, pero por otra, su incorporación real al día a día de las explotaciones agrícolas no avanza tanto. Yo creo que un avance importantísimo ha sido el lanzamiento de la misión Sentinel-2 de la Unión Europea, que pone a disposición del público y empresas el uso de imágenes corregidas radiométrica y geoméricamente con un tamaño de píxel de 10 m, el cual es más que suficiente para monitorizar los cultivos en la mayoría de explotaciones dedicadas al cultivo de extensivos.

Es decir, el que quiere dar sus primeros pasos en AP lo puede hacer con poca inversión, ya que puede hacer el seguimiento de la variabilidad intraparciliar cada 5 días. A partir de aquí se pueden hacer mapas para la siembra variable, fertilización variable, ver cómo funciona el riego, etc. Para esto ya necesitaremos de otra tecnología que puede depender más de empresas de servicios. Ahora los avances que esperamos irán orientados a la interconexión de los sensores, imágenes, datos fisiológicos del cultivo, variación del contenido de humedad y de nutrientes en el suelo, datos meteorológicos, etc. Todo ello en grandes bases de datos -Big Data- alimentando sistemas expertos de decisión. Pero yo, que soy un gran defensor de la profesión de Ingeniero Agrónomo, no me imagino todo esto sin Agrónomos en cualquier parte de la cadena de la AP.

*TI.- ¿En un futuro será normal ver trabajar en el campo máquinas como el tractor autónomo o los robots que aplican insumos? ¿Esto puede llegar a ser una realidad no muy lejana o cree que estamos adelantándonos en exceso a la evolución tecnológica que es capaz de asimilar este sector?*

J.A.M.- Pues claro que puede llegar a ser normal. Cuando yo acabé la carrera de Ingeniero Agrónomo en el año 1989 estábamos en una época que la informática era totalmente incipiente. Lo que abundaban era las máquinas de escribir. Fíjate ahora. Lo mismo podríamos decir de los coches, de los móviles, etc., y también de la maquinaria agrícola. Poco a poco la pequeña explotación agrícola ha ido dando paso -y continua- a grandes empresas que compran o alquilan tierras para explotarla a un nivel más industrial. Esto conlleva la automatización, para abarcar más en menos tiempo y de una forma más eficaz, también con menos personal.

Yo creo que el salto a lo que me preguntas no es inmediato, ni en un futuro a muy corto plazo, pero llegará. La inercia es lenta, pero el sector lo asimilará. Ahora lo primero debería ser interpretar bien un mapa de variabilidad intraparciliar y conocer las causas de dicha variabilidad. Aquí está la primera clave para que podamos empezar a mejorar el rendimiento de los cultivos en cada parcela.