



■ Nota de tapa

# La agricultura digital

## (Segunda nota)

### Nuevos roles, nuevas competencias formativas

■ **El nuevo paisaje de la agricultura asistida**

**E**l de la ‘agricultura digital’ es un universo multiforme todavía en conformación. Simplificando, podríamos decir que la producción agrícola es otro de los escenarios de la actividad humana que es posible asistir y aun reproducir mediante el uso de lenguajes y herramientas de la informática. Se trata de un nuevo horizonte productivo, aún

desordenado pero en rápida expansión.

El principio motor es que todo puede ser almacenado como dato, recombinado informáticamente, cotejado con parámetros preestablecidos, detectado, ordenado y/o seleccionado por funciones algorítmicas especialmente diseñadas. La segmentación analítica de una realidad concreta y su recombinación interpretativa son

en definitiva las bases de un encuentro posible entre las ciencias de la computación y cualquier otra actividad productiva. Lo mismo ocurre con la combinación entre la robótica, la mecánica y la óptica, potenciadas asimismo por tecnología digital. En perspectiva, es infinita la secuencia posible de entrelazamientos de campos virtuales representados en conjuntos inteligentes constituidos, hasta ahora, por solo dos elementos: el cero y el uno<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Hasta ahora, porque ya se preannuncia una nueva era, la de la informática cuántica, que en esencia significará la agregación de decimales a la estructura binaria del lenguaje actual.

Ya vimos en una primera incursión exploratoria<sup>2</sup> algunas de las características del nuevo “ecosistema” que va conformándose en torno a la creciente interacción entre estos dos campos del saber -y del hacer- materialmente tan opuestos como el de la informática y la agricultura. Un “ecosistema” difuso, decíamos, en el que aparecen nuevos actores, provenientes -genéricamente hablando- de las ciencias de la computación, que van ingresando al territorio de las disciplinas tradicionales con su oferta de soluciones tecnológicas que no siempre resuelven con la misma eficacia los problemas reales y más inmediatos del productor. Hasta aquí al menos, se trata de un nuevo mercado en el que la oferta prevalece todavía sobre la demanda; una demanda que, a su vez, va siendo modelada no solo por los requerimientos actuales de mayor productividad y/o competitividad, sino por la gradual incidencia de un enfoque más integral, atento ahora a los reaseguros de sustentabilidad.

El acercamiento productivo entre recursos informáticos y agronomía, relativamente reciente, en aceleración dada la potencialidad de sus beneficios y tendencialmente irreversible, se presenta hoy en un escenario todavía algo caótico -al menos sería así en nuestro país- en el que el intercambio entre personas de distinta formación es condición necesaria, pero no siempre suficiente para el desarrollo de soluciones útiles para las necesidades de la agricultura de hoy, pensando en el mañana. En esta segunda nota intentamos respondernos entonces acerca

de uno de los interrogantes consecuentes: ¿cuál es el perfil profesional necesario de los nuevos agentes de la innovación tecnológica para la práctica agronómica así enriquecida? Transcribimos aquí dos respuestas posibles implícitas en el comentario que, al respecto, obtuvimos de dos de nuestros consultados. Por un lado, Gabriel Tinghitella, en una segunda parte de su generosa colaboración con esta revista, dada su calidad de docente universitario y de animador en AACREA de encuentros entre productores y desarrolladores de nuevas propuestas tecnológicas. Por otro lado, Germán Bollero, en cuanto jefe del Departamento de Ciencias de los Cultivos del Colegio de Agricultura de la Universidad de Illinois, EE.UU.

Los fragmentos de una larga entrevista a Bollero que transcribimos aquí son aquellos que contribuyen a establecer las similitudes entre ambos testimonios, especialmente acerca de las nuevas competencias a incluir en la formación de estos nuevos agentes del desarrollo agroalimentario. Las diferencias entre ambos contextos -la realidad argentina y la estadounidense, especialmente en lo que concierne a la conexión entre ámbitos de formación y empresas y a la disponibilidad presupuestaria de las respectivas universidades estatales- son sin duda un aspecto a tener en cuenta en otro nivel de examen comparativo. En estas primeras exploraciones visitamos el territorio y señalamos la tendencia. Cómo llegar en nuestro país a lo que imaginamos necesario y cómo proyectarlo será materia de ese otro abordaje posible.

<sup>2</sup> Ver “La agricultura digital. Territorios de la oferta y la demanda” en Avance Agroindustrial 38-2 .



# Nuevos agentes de desarrollo tecnológico. Su formación

Ing. Agr. Gabriel Tinghitella. Responsable del Área de Innovación de la Unidad de I+D de AACREA

*En exclusiva para Avance Agroindustrial*

## ■ Soluciones “digitales”. Desconexión entre oferta y demanda

**M**uchas de estas nuevas propuestas o soluciones tecnológicas no se desarrollan como la mayoría de las tecnologías agropecuarias tradicionales. En buena parte de los procesos de desarrollo de estas últimas aparecía un factor limitante y se trabajaba para removerlo; la demanda traccionaba a la oferta. Actualmente, la relación en gran medida se ha invertido. En el agro aparecen muchos actores no tradicionales que ofrecen una gran cantidad y diversidad de soluciones tecnológicas; no todas son de fácil adopción y muchas de ellas vienen a complementar tecnologías preexistentes. Como ejemplo, vale el de los sensores para la aplicación selectiva de herbicidas, un desarrollo que integra software con fundamentos ópticos. Esta nueva tecnología permite identificar malezas en barbechos y disminuye significativamente la aplicación de herbicidas, reportando ahorros que, en función del nivel de enmalezamiento del lote y su heterogeneidad espacial, puede oscilar entre el 50 y el 90% de los productos aplicados. Eso sin dudas implica una mejora tanto económica como ambiental. Adicionalmente la reducción de la carga de agroquímicos disminuye el riesgo al que están expuestos los operarios y el de la deriva, minimizando el riesgo de impacto social. Esta tecnología hace más eficiente algo que ya se venía haciendo: la aplicación de agroquímicos.

No obstante, hay toda una serie de opciones nuevas que van apareciendo y que reportan niveles

de utilidad muy variable. Como mencioné previamente, una buena parte de estos desarrollos vienen de un mundo que es externo al agro, generados por gente con capacidades, habilidades y enfoques distintos. En muchos casos esa gente no tiene conexión con las particularidades de los problemas y las oportunidades de las actividades agropecuarias. Así es como nos encontramos con una oferta muy variada de soluciones tecnológicas, muchas de las cuales quizá no resuelven problemas sentidos ni capturan oportunidades que generen valor. Eso es lo primero que detectamos.

## ■ Límites de la interdisciplinariedad

**L**a contribución más grande que creemos estar haciendo desde AACREA es poner en contacto el mundo de los emprendedores tecnológicos con el mundo agropecuario. Lo que suele suceder en el marco de los procesos de incubación es que trabajamos discutiendo la pertinencia de las propuestas de valor para resolver problemas o capturar oportunidades de las actividades agropecuarias. En ese ámbito fomentamos el trabajo multidisciplinario, reuniendo los diferentes saberes, conocimientos





y enfoques para abordar el trabajo con objetivos claros y definidos, ordenados por un plan de trabajo consensuado. No obstante, para que eso suceda de forma efectiva, resultan clave los facilitadores que conozcan y conjuguen los dos lenguajes; alguien que articule esa relación.

#### ■ Una formación “a dos puntas”

**A** la luz de lo que está ocurriendo, creo que el ingeniero agrónomo tendría que tener formación en Sistemas; sistemas en general y sistemas agropecuarios en particular. Un ingeniero agrónomo tendrá que entender cómo se inserta lo que hace en un sistema complejo. Durante mucho tiempo nuestros sistemas estaban acotados a los cultivos. Uno trabajaba por ejemplo para entender el efecto del fertilizante nitrogenado sobre la expresión de la respuesta productiva de un cultivo y se movía en ese marco de análisis. En el último tiempo los sistemas se han ampliado, se complejizaron.

Comenzamos a analizar respuestas productivas considerando y comprendiendo que los cultivos se insertan en rotaciones que exploran distintos ambientes y condiciones climáticas más variables y extremas. Adicionalmente, como resultado de lo que hacemos o dejamos de hacer, generamos externalidades ambientales y sociales positivas o negativas. El objetivo es trabajar con una concepción más holística.

El agrónomo del futuro, deberá estar capacitado para ensamblar una gran cantidad y diversidad de alternativas tecnológicas a procesos productivos que, cada vez más, deberán considerar los efectos de la heterogeneidad espacial, la variabilidad climática, pero por sobre todas las cosas las dimensiones ambiental y social.

Por otro lado, está lo que yo denomino la “formación básica en otros lenguajes”. Más allá de la biología o la fisiología vegetal: la gestión de datos, la geoestadística –que es la estadística vinculada

con el territorio, con el espacio-, las matemáticas e incluso los principios elementales de la programación; pero no invertiría recursos en formar gente en tecnologías específicas, porque la tasa de aparición y recambio de alternativas será muy alta, con el consecuente riesgo de obsolescencia de esos conocimientos, así tan circunscriptos.

Sería deseable que los nuevos profesionales fueran capaces de conocer las bases funcionales de la tecnología para analizar su inserción efectiva en las actividades agropecuarias con un enfoque sistémico. Esto resultaría clave para identificar y seleccionar alternativas tecnológicas que permitieran actuar de forma eficiente y efectiva sobre los procesos que se quisieran inducir, potenciar o modificar.

Imagino que todo se reconfigurara muy rápidamente. Aparecerá nueva aparatología, nuevos servicios, nuevos procesos y criterios de manejo, y hasta nuevos





- El listado de disciplinas en ambos esquemas es incompleto; se mencionan a título ilustrativo.
- Las flechas indican el sentido y la intensidad de la oferta y la demanda

Agronomía – Fisiología – Edafología - Bioquímica – Biología – Genética

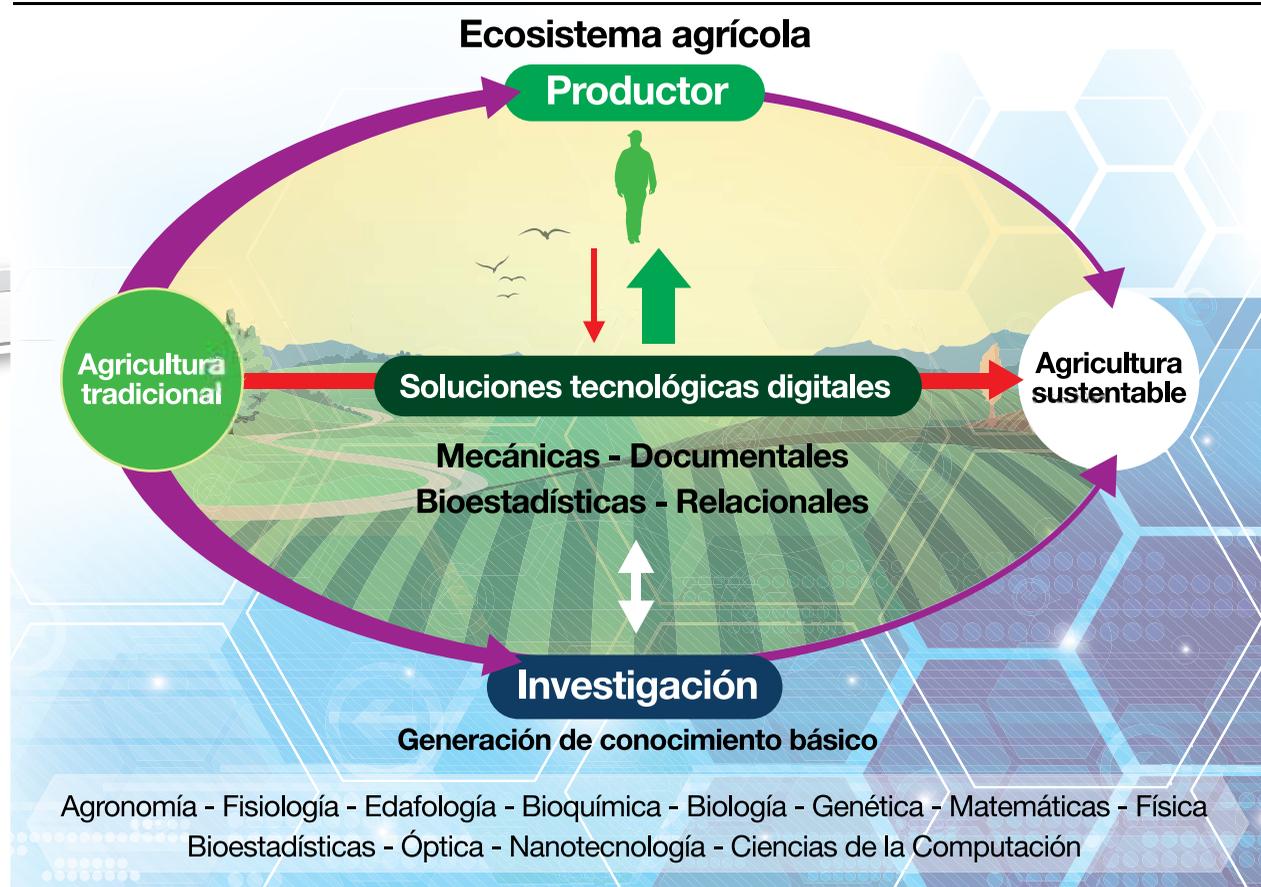
cultivos, con el foco puesto en maximizar la productividad a partir de interacciones positivas y minimizando las externalidades negativas. Incluso, muchas de esas alternativas competirán entre sí por aportar la mayor cantidad de beneficios. Y eso ya está ocurriendo.

Volvamos al caso de las malezas. En los últimos años la aparición y adopción exponencial de la tecnología para la aplicación selectiva de herbicidas, reporto enormes beneficios. Su incorporación permitió evitar las aplicaciones de herbicidas en cobertura total durante los períodos de barbecho agrícola, reduciendo el costo de producción y mejorando la eficiencia y la eficacia del control de malezas. En paralelo, durante los últimos años, el trabajo técnico desarrollado sobre los cultivos de cobertura y el avance en el conocimiento sobre los efectos benéficos que

produce su incorporación en las rotaciones agrícolas los reposicionó revalorizándolos como cultivos “de servicio”. Uno de esos servicios es el control de malezas. En algunos casos la incorporación de cultivos de servicio en las rotaciones agrícolas ha determinado la eliminación del control químico de malezas en los barbechos y ha reducido de forma significativa la carga de agroquímicos por hectárea. En este caso, la coexistencia de soluciones tecnológicas no plantea un antagonismo entre ellas, sino que amplía el abanico de herramientas disponibles que el agrónomo deberá conocer y comprender para gestionarlas correctamente en función del logro del objetivo pretendido para el sistema de producción que maneja. En algunos casos podrá sembrar cultivos de servicios y en otros, cuando no haya disponibilidad hídrica para sembrarlos por ejemplo, la aplicación selectiva de herbicidas

será la herramienta que le permitirá gestionar el problema.

Creo que lo importante es aprender a pensar en términos sistémicos. Como dijimos antes, la aparición de soluciones técnicas más o menos eficientes va a ser cada vez más rápida. El desarrollo y la aplicación de soluciones tecnológicas deben vincularse desde el inicio con las características de los problemas y las oportunidades que ofrecen nuestros sistemas, considerando los objetivos productivos, ambientales y sociales pretendidos. El abordaje multidisciplinario sin dudas resulta necesario, pero está visto que para su mejor aprovechamiento, por lo menos en el campo de las actividades agropecuarias, la participación de actores que posean esta formación integral, “a dos puntas”, capaces de promover adecuadamente el desarrollo de las mejores soluciones a los problemas por resolver, resulta clave.



## Los datos no hablan solos

Ing. Germán Bollero. Jefe del Departamento de Ciencias de los Cultivos del Colegio de Agricultura de la Universidad de Illinois, EE.UU.

(fragmentos de una entrevista realizada por Juan Ferdman. Especial para Avance Agroindustrial)

### Una carrera, dos orientaciones

En esta universidad tenemos lo que en EE.UU. se dice “major”, una carrera nueva, combinación entre ciencias de la computación y ciencias de los cultivos. Es un programa sobre el que trabajamos un año y medio entre el departamento de computer science –uno de los mejores del país- y nosotros. Creamos una currícula que integra muchísima matemática y ciencias básicas, que se usan como un almacén para sostener dos líneas dentro de la parte de agronomía. Una línea enfocada al mejoramiento vegetal; la otra, orientada a la toma de

decisiones a partir del registro y la lectura de datos en el campo.

Entonces tenemos un área orientada a genética, a la genómica y otra a la interpretación de datos, al desarrollo de algoritmos, software, para la formación de profesionales que a la vez entiendan de agricultura para desarrollar aplicaciones para la toma de decisiones. Para ambos casos la demanda de las empresas es enorme.

### Datos “densos”

Estamos en esa era en la cual cualquier cosa que hagas en agricultura está basada en un

algoritmo que tiene datos “densos” que se coleccionan de manera cada vez más barata. Alguien tiene que saber cómo entenderlos o desarrollarlos para que sean efectivos.

Preferimos el uso del término “datos densos” en lugar de “big data”. Los datos densos son de hecho “big”, son grandes cantidades de datos, pero son “densos” porque se trata de muchas capas de datos sobre un mismo punto y de todos los puntos de un lote que se está coleccionando. Si la pregunta es cuántas semillas necesito colocar, uno se pregunta entonces cuáles



son las capas de información necesarias para poner esa semilla. Obviamente, una puede ser el tipo de suelo; después, la interacción de ese suelo con la genética que se va a utilizar. No se trata del dato en sí mismo sino de la interacción de esa capa de datos con otras. Es importante, porque cuando se siembran por ejemplo 25 mil acres, un ahorro en semilla de un 3 o un 5% es mucha plata. Otro ejemplo es el manejo de acuerdo al clima. No se puede saber con exactitud cuál va a ser el clima del próximo verano, pero si uno cuenta con 30 años de datos sobre el clima del sitio, se pueden hacer previsiones más o menos confiables. En suma, los llamamos datos “densos” porque no se trata solamente del dato per se sino de la interacción de ese dato con los de otras capas que sea necesario considerar.

#### ■ Ciencias de la computación

Cuando hablamos de “computer science”, creo que hablamos de algo más sofisticado. Lo que buscamos es formar a alguien que entienda el desarrollo de algoritmos, conozca un lenguaje informático, pero que también entienda matemática y

estadísticas. Eso es fundamental. Lo importante para la toma de decisiones sin embargo sigue siendo la pregunta adecuada. Los datos no hablan solos. Sin la pregunta agronómica no tendremos una respuesta verdaderamente útil por el solo hecho de haber recolectado datos.

Otro aspecto fundamental es la parte de mejoramiento vegetal. Antes una persona iba al campo y medía. Ahora hay gente trabajando en los invernaderos, en los cuales tenés cintas por las que pasan plantas constantemente, de distintos genotipos; cintas con cámaras de distintos lentes y colores que obtienen millones y millones de datos de esas imágenes. Permiten establecer cómo se relacionan los datos de fenotipo con genotipo y usar ambas cosas para predecir. El mejoramiento vegetal se ha convertido en predicción asistida.

De todos modos, también aquí vale el conocimiento agronómico y la experiencia real. No alcanza con la inteligencia artificial. Con la irrupción de la biología molecular hubo mucha genta abocada a eso tan específicamente que de pronto teníamos técnicos que no podrían



*La lógica de las soluciones y herramientas digitales para el agro dependen de la pericia técnica de los equipos que las generan. El grado de conexión con las características de los problemas que se pretenden resolver o las oportunidades que se pretenden capturar depende del nivel de conocimiento que los desarrolladores posean sobre las particularidades de las actividades donde quieren insertar sus propuestas.*



**Gabriel Tinghitella**

distinguir una planta de soja de una de garbanzo. La formación en ciencias básicas y en agronomía sigue siendo fundamental. Y como dije, las ciencias de la computación bien entendidas incluyen la matemática, el álgebra y la estadística. Y desde el otro lado, el conocimiento necesario para confrontar a los datos con la pregunta correcta. □





# Hay mercados Cuidémonos del HLB Cuidemos nuestra citricultura

Presencia  
internacional  
y apertura de  
nuevos mercados

Preservación  
de la calidad  
y la inocuidad  
fitosanitaria

Mejores  
prácticas  
agronómicas  
e industriales

Mejoras del  
marco legal y  
condiciones  
laborales

Relacionamiento  
y cooperación  
interinstitucional



## ASOCIACIÓN TUCUMANA DEL CITRUS

**Suma de voluntades para la gestión del interés común**

Monteagudo 492 - 1er Piso Of. A

T4000ICJ | S.M. de Tucumán | Tucumán | Argentina

Tel: (0381) 421 2969 - 422 4983 | Fax: (0381) 421 4611

Mail: [asociacion@atcitrus.com](mailto:asociacion@atcitrus.com) | [gerenciaatc@atcitrus.com](mailto:gerenciaatc@atcitrus.com)

[www.atcitrus.com](http://www.atcitrus.com)

**180**  
ASOCIADOS

