

Agricultura 4.0 y Agricultura 5.0: Evolución Tecnológica y Contribuciones de la Ciencia Peruana al Mundo

Guillermo Antonio Baigorria Paz^{a,b,c}, Consuelo Cecilia Romero León^{a,d}

FILIACIÓN(ES)

a Universidad Nacional Agraria La Molina, Doctorado de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la UNALM. La Molina, Perú.
b. Next Season Systems LLC. Lincoln, Nebraska, USA.
c. AgEris Soluciones Integrales de Agricultura de Precisión S.A.C., La Molina, Perú.
d Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos, La Molina, Perú

CORREO DE AUTOR(ES)

gbaigorria@lamolina.edu.pe
ccromero@lamolina.edu.pe

RESUMEN

La agricultura ha evolucionado a través de distintas revoluciones tecnológicas. La Agricultura 1.0 se basó en herramientas manuales y conocimiento empírico; la 2.0 introdujo mecanización y la Revolución Verde con fertilizantes sintéticos y variedades de alto rendimiento; la 3.0 (Agricultura de Precisión) permitió la gestión “site-specific” mediante GPS, sensores y aplicación de tasa variable (VRT). La Agricultura 4.0 representa la integración completa de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial: Internet de las Cosas (IoT), sensores proximales, big data, inteligencia artificial (IA), robótica y análisis predictivo en tiempo real.



Esta etapa aborda desafíos críticos como la variabilidad climática, presión de plagas y enfermedades, alto costo de insumos y la necesidad de optimizar recursos (agua, nutrientes, agroquímicos). Utiliza monitoreo continuo, pronósticos estacionales y recomendaciones personalizadas que integran genética del cultivo, suelo, clima y decisiones del productor.

En el Perú, científicos nacionales han liderado innovaciones de alto impacto en este campo. El Dr. Guillermo A. Baigorria y la Dra. Consuelo C. Romero, ambos peruanos con doctorados en ecología de la producción y conservación de recursos, han desarrollado —desde Next Season Systems LLC (EE.UU.) y AgEris S.A.C. (Perú)— un ecosistema completo de soluciones digitales bajo la marca AgEris. La mayoría de los modelos científicos, algoritmos, software y hardware fueron concebidos por ellos durante su trayectoria académica e investigativa; las actualizaciones y adaptaciones locales se han realizado en Perú, fortaleciendo la soberanía tecnológica nacional.



Su sistema integra siete modelos de IA y diez herramientas de software con hardware proximal diseñado y ensamblado en Perú (estación agrometeorológica Phoenix, estaciones automáticas Gigio para monitoreo de humedad de suelo a distintas profundidades, Froggie para conteo automático de insectos, Mantis ecofitomicológica, dataloggers LoRa y gateway HATv3). La aplicación AgEris actúa como un agrónomo virtual intuitivo y accesible (interfaz basada en iconos, multilingüe), entregando recomendaciones diarias de siembra, fertilización (mediante FertiXol, que balancea oferta nutricional del suelo con demanda del cultivo para 256 cultivos y transforma prescripciones en fertilizantes comerciales), riego de precisión (incluyendo mapas diarios para sistemas de tasa variable), alertas tempranas de enfermedades vía SMS/app, proyecciones de fenología, pérdidas por plagas y productividad. Estos desarrollos reducen el consumo de agua hasta en 30 % y

optimizan insumos, haciendo la tecnología viable y de bajo costo incluso para pequeños agricultores mediante hardware compatible entre productores.

La Agricultura 5.0 (Ag5) representa la evolución natural de la Agricultura 4.0 hacia sistemas con alta predictibilidad y asesoramiento virtual automatizado. Permite ajustes en tiempo real de todas las operaciones agrícolas según las condiciones reales del campo. Ag5 ajusta el asesoramiento de acuerdo a las condiciones dinámicas del clima estacional y a eventos extremos, optimizando condiciones favorables, reduciendo riesgos y maximizando el uso de recursos de una manera mucho más dinámica que Ag4, mediante el uso de herramientas de modelamiento y pronóstico del tiempo y clima estacional. Un ejemplo es la Fertirrigación 5.0 de AgEris, que integra pronósticos climáticos estacionales, sensores proximales y modelos de IA para optimizar de forma dinámica y precisa la aplicación de nutrientes y agua, maximizando eficiencia y reduciendo pérdidas.

Desde el Doctorado en Ingeniería y Ciencias Ambientales (DICA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, estos avances contribuyen directamente a la investigación aplicada en modelado climático, gestión sostenible de recursos hídricos y mitigación de riesgos agrícolas en contextos andinos y costeros. La participación en “Perú Investiga 2026” (I Congreso Científico Tecnológico para el Desarrollo y la Competitividad – CONCYTEC) evidencia cómo la ciencia peruana genera innovación de alto impacto global, accesible y adaptada a las necesidades del país, fortaleciendo la soberanía tecnológica y la seguridad alimentaria frente al cambio climático.

PALABRAS CLAVES	Agricultura 5.0	Agricultura 4.0	Asesoramiento virtual automatizado	Inteligencia artificial
------------------------	-----------------	-----------------	------------------------------------	-------------------------