

## Proyectos de Innovación y Transferencia de Tecnologías de la región del Noroeste de Buenos Aires (PRITT NOBA)

Claudia Russo<sup>1</sup>, Hugo Ramón<sup>1</sup>, Sandra Serafino<sup>2</sup>, Benjamin Cicerchia<sup>2</sup>,  
Mónica Sarobe<sup>2</sup>, Agustín Balmer<sup>2</sup>, Sebastian Adorno<sup>2</sup>, Gabriel Perez<sup>2</sup>,  
Marcelo Guiguet<sup>2</sup>, Damian Montes de Oca<sup>2</sup>, Guido Italiano<sup>2</sup>

Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT)<sup>5</sup> – CIC

Escuela de Tecnología

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Sarmiento y Newbery, Junín (B) – TE: (0236) 4477050

{claudia.russo, hugo.ramon, sandra.serafino, lucas.cicerchia, monica.sarobe,  
agustin.balmer, sebastian.adorno, gabriel.perez, marcelo.guiguet, damian.montesdeoca,  
guido.italiano  
}@itt.unnoba.edu.ar

### Resumen

Los productos derivados del agro requieren de una gestión adecuada de la producción y de los factores involucrados en ella, dónde la Agricultura de Precisión (AP) es la respuesta más adecuada para lograr los requerimientos actuales de la producción [1]. Ésta se trata de la administración del campo basado en la observación, la medición y la respuesta frente a la variabilidad, temporal y espacial, inter o intra cultivo [2]. La AP propone un manejo de la tierra y el cultivo de forma selectiva de acuerdo a las necesidades del mismo, junto con una correcta administración de las semillas y los agroquímicos con el fin de mejorar la producción, mejorar los costos y hacer un uso responsable del medio ambiente [3] [4] [5]. Desde hace algunos años la UNNOBA viene trabajando en diferentes proyectos en tecnología, particularmente

en el área de robótica y en la aplicación de tecnología aplicada al agro. En Robótica con la implantación de microcontroladores en sistemas automatizados, la utilización de sensores de todo tipo y dotando de conectividad a sus desarrollos. Desde el año 2015 se trabaja en el desarrollo de una Plataforma de Fenotipado de Alto caudal con relevamiento de datos a campo, proyecto de trabajo conjunto con el INTA Estación Experimental Agropecuaria Pergamino en el marco de proyectos de Innovación y Transferencia de Tecnologías (PRITT). El objetivo fundamental es el desarrollo de una plataforma auto navegable de sensado de datos mediante uso de visión artificial y procesamiento digital de imágenes.

La relevancia de estos proyectos y su impacto regional los han llevado a integrar el Banco Nacional de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS) de la Secretaria de Gobierno de Ciencia,

<sup>1</sup> Investigador Asociado CIC (Adjunto sin Director)

<sup>2</sup> Investigador ITT-UNNOBA

Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología, con resolución RESOL-2019-89-APN-SECACT#MECCYT.

**Palabras clave:** Robótica, Imágenes, Visión artificial, Agricultura de Precisión, Big Data.

## Contexto

La pertinencia de estos proyectos se enmarca en los objetivos de la Universidad y en su misión como institución académica y generadora de conocimiento científico atendiendo en forma permanente e interdisciplinaria las aspiraciones, problemas y necesidades de la sociedad, colaborando en su planteamiento, análisis y solución; y contribuyendo al desarrollo social sustentable de la región en la que se encuentra inmersa. Y también lo hace dentro de las actuales líneas de investigación que la institución prioriza como son los “Sistemas de producción regional | Diversificación de los sistemas productivos | Agregado de valor a las producciones regionales”, y el “Mejoramiento genético y biotecnología”. La UNNOBA aporta su experiencia y conocimiento en aspectos como ser la captura y posterior tratamiento de la información, el INTA por su parte, direcciona los esfuerzos indicando dónde buscar, qué buscar, en qué tiempo hacerlo y cuál es la mejor técnica para la extracción de los datos solicitados. La Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Pergamino es un centro de referencia tecnológica regional en cuestiones agrarias. Productores e

investigadores confluyen en la entidad volcando su trabajo y experiencia en temas tales como ser la mejora en los procesos agrícolas y la mejora genética de especies vegetales susceptibles de cultivos.

El equipo que lleva adelante estos proyectos está constituido por profesionales de ambas instituciones, UNNOBA e INTA. Por parte de la UNNOBA intervienen docentes e investigadores pertenecientes al ITT, y estudiantes de las carreras de Informática de la Escuela de Tecnología de la UNNOBA. Y por parte del INTA, intervienen mejoradores genéticos, ecofisiólogos e ingenieros agrónomos.

## Introducción

La aplicación conjunta de las técnicas de *Mejora Genética* y la *Agricultura de Precisión* son la respuesta más adecuada a las limitaciones que impone el cambio climático y al aumento de la demanda mundial en alimentos y productos derivados como ser biocombustibles. El fenotipado a campo es una herramienta esencial en mejora genética, ya que posibilita la toma de datos en forma rápida, masiva y precisa. A estos fines se piensa en el desarrollo de Plataformas de Fenotipado de Alto Rendimiento [5].

El desarrollo tecnológico alcanzado en ese sentido por la UNNOBA en colaboración con el INTA dentro del marco de la primera Convocatoria 2014 del PRITT, puso a nuestra disposición una plataforma de fenotipado con la variedad de sensores necesarios para evaluar cultivos de maíz

hasta el estadio v5/v6, que dispone de alta capacidades de procesamiento y trabaja en la modalidad stand-alone. Esta plataforma es tripulada y dispone de dispositivos de visión inteligente que utilizan algoritmos de tracking invertido para determinar en forma automática el momento de disparo de las cámaras encargadas de captar las imágenes de los surcos de cultivos. Existen otras tantas universidades dedicadas a generación de plataformas terrestres de sensado, de las que se han analizado experiencias para volcar a nuestro trabajo, como por ejemplo el Centro Australiano de Robots a Campo de la Universidad de Sydney [6] que es una de las pioneras.

Dentro del área de sensores, se destaca la importancia de la captura de información por reconocimiento de imagen. Las imágenes que esta plataforma releva corresponden a las bandas del visible e infrarrojo cercano del espectro electromagnético.

La información a recolectar incluye conteo de plantas, emergencia, volumen de follaje del cultivo y NVDI. Algunos de estos aspectos pueden obtenerse utilizando un mismo tipo de sensor, otros no. El tipo de procesamiento de imagen requerido, está fuertemente ligado a la naturaleza del rasgo buscado. Es necesario el posterior procesamiento digital de las imágenes relevadas. Respecto del procesamiento de los datos, imágenes en particular, se aplican técnicas de visión artificial, preprocesado y procesado digital dependiendo de los resultados a obtener por cada rasgo particular relevante para el proceso de fenotipado. Entre las técnicas utilizadas podemos mencionar la

aplicación de filtrado espacial y frecuencial para el tratamiento de ruido y mejora en el caso de ser necesario; morfología matemática, crecimiento de regiones, y contornos activos entre otras para el proceso de segmentado; clasificadores estadísticos y redes neuronales para el proceso de clasificación y análisis de texturas, color y forma para el proceso de descripción e interpretación de datos.

Una segunda Convocatoria PRITT en el año 2017 nos ha permitido avanzar hacia una plataforma autonavegable mediante técnicas de visión artificial que admite además recorrida intra-surcos y el análisis de etapas de fenotipados que incluyen la floración (V7 en adelante). El objetivo de este nuevo desarrollo se basa en la necesidad de generar equipo de bajo costo, reutilizable, modular y con alto nivel de portabilidad, de alta capacidad de relevamiento de datos, de alta autonomía tanto energética como en el proceso de navegación, y con la posibilidad de interconexión con otras plataformas terrestres o drones. En los estudios realizados, los ensayos a campo recorridos y sensados ya por nuestro equipo y las publicaciones analizadas se detectó que los datos característicos para relevar sobre un determinado tipo de cultivo, por estar éstos sujetos a variabilidad fenológica, son diferentes e imposibles de captar de una única forma (único recorrido, única posición de las cámaras, única altura, etc.).

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

El desarrollo de estos proyectos han permitido al equipo de trabajo avanzar en varios aspectos de relevancia que incluyen el análisis, estudio y desarrollo de procesos de tecnología informática aplicada a un área de especial sensibilidad en nuestra región como es la agricultura de precisión. Debido a que la UNNOBA se encuentran ubicada dentro de la Región Pampeana, más específicamente en lo que se denomina la Pampa Húmeda, una de las regiones más relevantes en lo que respecta a producción agrícola, se espera que este trabajo sea el inicio de una serie de trabajos y proyectos de investigación que la universidad siga fomentando para la continuación y mejora de plataformas robóticas que sirvan de soporte a los especialistas del sector agrícola. Sumado al beneficio directo de los recursos humanos involucrados, con el objetivo fundamental de consolidar un equipo de trabajo que se especialice en la temática.

## **Resultados y Objetivos**

Los resultados obtenidos por el momento nos han permitido generar dos plataformas de sensado a campo, que permiten relevar los datos en su totalidad durante el proceso evolutivo de un cultivo permitiendo recorrer los ensayos tanto intra como extra surcos y/o a través de caminos. También nos ha permitido desarrollar y mejorar un sistema de sensado de datos automatizado y portable a otros tipos de cultivos y/o frutos. Se ha desarrollado en el marco de estos proyectos además una placa que permite integrar los sistemas de navegación por visión artificial, de

sensado, y de storage. Por otro lado, se han generado un banco de datos relevante de videos e imágenes sobre ensayos de cultivos de diferentes variedades genéticas de maíz. También se han desarrollado un conjunto de librerías de procesamiento digital de imágenes que permiten resolver algunos de los problemas planteados por los especialistas sobre los conjuntos de datos relevados durante los ensayos, como por ejemplo el estado de emergencia. Por último, se espera poder lograr que la plataforma trabaje de modo conjunto con un vehículo aéreo no tripulado, al cual se necesita proveer de sistema de visión que permita realizar un mapeo del cultivo, pudiendo detectar parcelas, tanto para navegar el cultivo como para, además, a partir de las imágenes obtenidas, obtener información sobre el cultivo en otra escala.

## **Formación de Recursos Humanos**

Estos proyectos han permitido la formación de varios recursos humanos en el área de Tecnología, mediante trabajos de Finalización de las Carrera de Ingeniería en Informática y Licenciatura en Sistemas, becas de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires, becas del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), Becas de Investigación y Transferencia para Alumnos avanzados de las Carreras de Informática (PROMINF), y Becas de Investigación y Transferencia (BIAT).

## **Bibliografía**

[1] D. Tilman, C. Balzer, J. Hill, and B. L. Befort, “Global food demand and the sustainable intensification of agriculture,” *Proc. Natl. Acad. Sci. United States Am. United States Am.*, vol. 108, no. 50, pp. 20260–20264, 2011.

[2] E. R. and J. L. Y. Wang, K. Lee, S. Cui, “Agriculture robot and applications,” in *Future information engineering and manufacturing science : proceedings of the 2014 International Conference on Future Information Engineering and Manufacturing Science (FIEMS 2014)*, 2015, pp. 43–46.

[3] C. Fernández-Quintanilla, “Agricultura de Precisión,” *Cienc. y Medio Ambient. - Segundas jornadas científicas sobre medio Ambient. del CCMA-CSIC*, pp. 189–19, 2002.

[4] S. Blackmore, “Developing The Principles of Precision farming,” *Cent. Precis. Farming, Denmark*, no. January 2002, 2002.

[5] García E. y Flego F., “Tecnología agropecuaria. Agricultura de precisión.” [Online]. Available: <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>. [Accessed: 09-Mar-2018].

[6] “Sydney University-Australian Centre for Field Robotics.” [Online]. Available: <https://sydney.edu.au/engineering/our-research/robotics-and-intelligent-systems/australian-centre-for-field-robotics/agriculture-and-the-environment.html> [Accessed: 09-Mar-2018].