

*El proyecto SUREVEG aborda la agricultura ecológica basada en cultivos en hileras en las que se alterna el cultivo principal con otro complementario, con apoyo de sistemas robóticos y de Inteligencia Artificial*

14

# Robotización del cultivo en hileras para la agricultura ecológica. Proyecto SUREVEG

*La demanda de productos de agricultura ecológica está en auge, experimentando un continuo crecimiento [1], [2]. Este aumento de la demanda precisa de un crecimiento de la producción, que debe llevarse a cabo sin renunciar al bajo impacto ambiental asociado a este tipo de agricultura [3]. A día de hoy, la agricultura ecológica es menos productiva que la convencional en la mayoría de los cultivos [4].*

A. Barrientos<sup>1</sup>, C. Valero<sup>2</sup>, J. del Cerro<sup>1</sup>, A. Krus<sup>2</sup>, J.J. Roldán<sup>1</sup>, M.C. Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Automática y Robótica (CSIC-UPM)

<sup>2</sup>LPF-TAGRALIA (Universidad Politécnica de Madrid)

Foto del prototipo robótico, con los sistemas sensores y el brazo actuador multifunción.

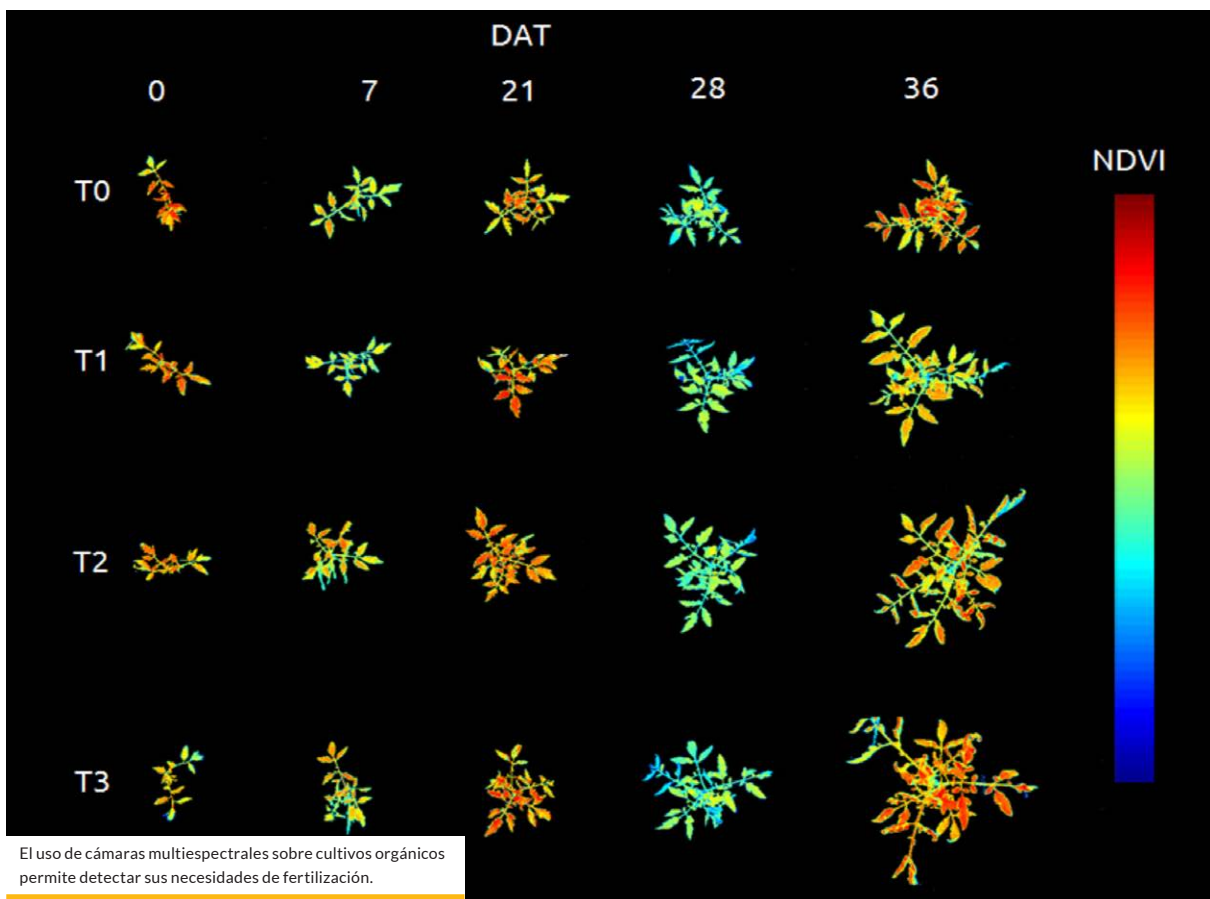


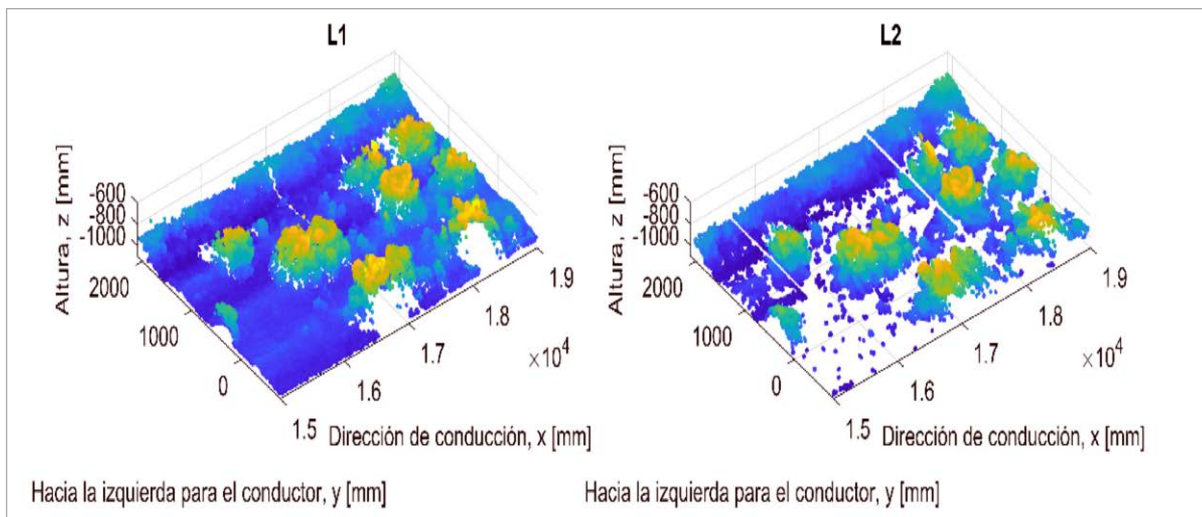
La lucha contra las plagas y enfermedades es uno de los principales problemas que afectan a la productividad y calidad en la agricultura ecológica. El incremento de la demanda frecuentemente lleva a una producción basada en grandes extensiones de monocultivo que tiende a aumentar la vulnerabilidad a las plagas y a su propagación. La protección de las plantas en un sistema de monocultivo se suele realizar mediante herbicidas, insecticidas y fungicidas de amplio espectro, que eliminan no sólo la plaga a la que están orientados, sino otros organismos que pueden ser beneficiosos directamente (ej. insectos inofensivos para la planta, pero parásitos de plagas) o indirectamente (ej. hierbas poco competitivas con el cultivo principal, que pueden acoger a insectos parásitos de plagas). Como alternativa al uso masivo de fitosanitarios, la biodiversidad, tanto sobre el suelo (biodiversidad de flora e insectos), como bajo el suelo (hongos, bacterias, insectos...), constituye una valiosa herramienta para aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas [5]. Esta biodiversidad puede potenciarse con los cultivos en hileras alternas (franjas de dos cultivos alternados), aumentando así la resistencia a las plagas sin tener que recurrir al aumento del uso de los fitosanitarios. La asociación de dos especies cultivadas alternadas en la misma parcela ha demostrado presentar ventajas no sólo desde el punto de vista de la biodiversidad, sino que ciertas especies vegetales establecen sinergias fisiológicas (p.ej. interactuando químicamente a nivel radicular, o actuando simplemente como barreras físicas) que potencian la producción final de ambos cultivos.



Por otro lado, mientras que los sistemas orientados al monocultivo han logrado mejorar notablemente su eficacia, en gran medida gracias a la mecanización y al cultivo de grandes extensiones, no ocurre así con el cultivo en hileras alternadas, donde la variedad de los cultivos precisa de una nueva maquinaria y sistemas automáticos, con características de flexibilidad e inteligencia que no eran necesarias hasta la fecha. Estos nuevos sistemas tienen que actuar sobre un entorno más complejo y, por tanto, ser capaces de percibir, tomar decisiones y actuar con precisión de manera diferente en cada caso. La agricultura de precisión y la agricultura en invernadero, pueden servir como punto de partida para abordar la mecanización flexible de este método de cultivo [6].

El proyecto transnacional SUREVEG ("Strip-cropping and recycling of waste for biodiverse and resource-Efficient intensive VEGetable production") propone el desarrollo e implementación de nuevos sistemas de agricultura ecológica. Estos, se basan en estrategias de cultivo en hileras alternando el cultivo principal con otros de apoyo, o compatibilizando cultivos con ciclos de desarrollo similar. Además el proyecto propone una gestión integrada de los residuos vegetales que el cultivo anterior genera, convirtiéndolos en compost de diferentes categorías. En el curso del proyecto se desarrollarán diferentes protocolos para que los agricultores interesados puedan realizar tratamientos de mejora del suelo y fertilización basados en productos de origen totalmente orgánico, creados a partir de restos vegetales de la propia explotación o de otras fuentes locales. Por otro lado se están desarrollando soluciones automatizadas para una fertilización inteligente a nivel de planta individual, que contribuyan a la eficiencia y consecuente mejora de los márgenes de beneficio de este tipo de agricultura.





Los sistemas sensoricos deben captar las líneas de cultivo (coles, en el ejemplo) y cuantificar su grado de desarrollo.

El proyecto, desarrollado bajo el programa europeo CORE Organic Cofund ERA-Net (<http://www.coreorganiccofund.org>), involucra a 7 países europeos (DK, BE, NL, IT, FI, ES & L) y tiene por objetivos:

- 1) Diseñar y probar sistemas de cultivo en hileras en varios países productores agrícolas de diferentes áreas geográficas de Europa.
- 2) Desarrollar y probar mejoradores del suelo y fertilizantes basados en residuos orgánicos vegetales pretratados.
- 3) Desarrollar y probar tecnologías inteligentes para la gestión de sistemas de cultivo en hileras.

La página oficial del proyecto es:

<http://projects.au.dk/coreorganiccofund/research-projects/sureveg/>

España participa en el proyecto con 2 grupos pertenecientes a la Universidad Politécnica de Madrid (LPF-TAGRALIA) y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Centro de Automática y Robótica), siendo su cometido el desarrollar la tecnología robótica necesaria para disminuir la dependencia del trabajo manual en los sistemas de cultivo en hileras.

La mayoría de la maquinaria automatizada o incluso autónoma desarrollada hasta la fecha, responde en sus dimensiones y características en general a los requisitos asociados a las grandes

extensiones de monocultivo. Sin embargo, son pocas las realizaciones adecuadas para el cultivo en hileras, donde la distancia entre éstas, la altura de las plantas, los aspectos a observar o el tipo de actuación a realizar, varía de un cultivo a otro. Frente a la gran maquinaria robotizada, la opción preferente es el uso de robots de tamaño medio o pequeño, con gran capacidad de autonomía, soportada por un rico sistema sensorial (tanto para su propia navegación como para la captura de datos del terreno) y una potente algorítmica, encargada de extraer información de los datos, interpretarla en su contexto, tomar decisiones en base a ella y llevarlas a la práctica tras un proceso previo de planificación que deberá considerar la incertidumbre inherente al entorno donde se desenvuelve la misión del robot.

Por ello, en el proyecto SUREVEG se pretende el desarrollo de un robot capaz de situar su herramienta sobre plantas específicas con la orientación adecuada. Este robot integrará tanto sistemas sensoriales, para evaluar y caracterizar diferentes factores relativos al cultivo, como actuadores, capaces de intervenir sobre éste, de modo semejante a como lo haría un trabajador humano. Todo ello apoyado con algoritmos de toma de decisiones y planificación de movimientos que permitan la manipulación de sensores y efectores en el entorno complejo y poco estructurado que supone el cultivo en hileras alternas. •



## Referencias

- [1] El sector ecológico en España 2018. Ecological. Accesible en [www.ecological.bio/es/sectorbio2018](http://www.ecological.bio/es/sectorbio2018)
- [2] Market Brief on Organic farming in the EU. A fast growing sector. EU Agricultural Markets Briefs. No 13; March 2019. European Commission. Accesible en [https://ec.europa.eu/info/news/organics-sector-rise-both-domestic-production-and-imports-see-large-increases-2019-mar-07\\_en](https://ec.europa.eu/info/news/organics-sector-rise-both-domestic-production-and-imports-see-large-increases-2019-mar-07_en)
- [3] Rahmann, G., Ardakani, M. R., Bàrberi, P., Boehm, H., Canali, S., Chander, M., ... & Hamm, U. (2017). Organic Agriculture 3.0 is innovation with research. *Organic Agriculture*, 7(3), 169-197.
- [4] Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Paul Maeder et al. *Science* 31 May 2002. Vol. 296, Issue 5573, pp. 1694-1697 DOI: 10.1126/science.1071148
- [5] Bommarco, R., Kleijn, D., & Potts, S. G. (2013). Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in ecology & evolution*, 28(4), 230-238.
- [6] Roldán, J. J., del Cerro, J., Garzón-Ramos, D., García-Aunon, P., Garzón, M., de León, J., & Barrientos, A. (2018). Robots in Agriculture: State of Art and Practical Experiences. In *Service Robots. InTech*.