

geo-referenciadas (X, Y) con un sistema de posicionamiento global en tiempo real (GNSS-RTK) instalado en la plantadora como se describió anteriormente, lo que permite obtener los mapas de plantas de cultivo geo-referenciadas con precisión centimétrica (± 2 cm).

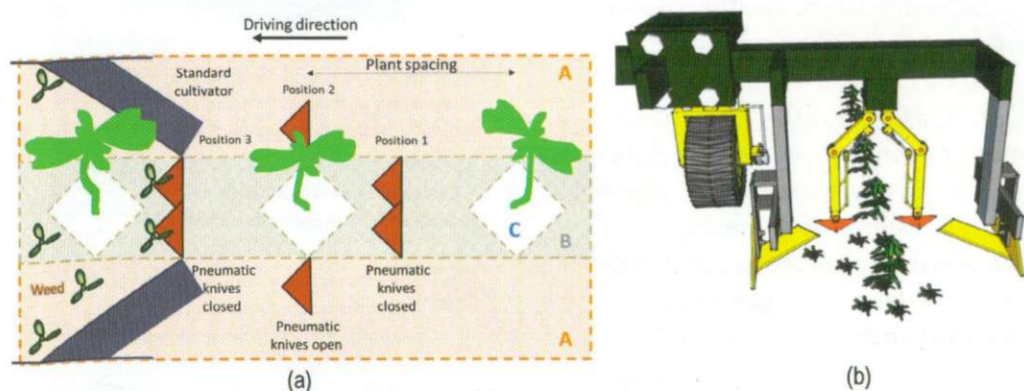
El equipo diseñado consta de un par de rejas móviles con accionamiento neumático. El sistema neumático permite abrir y cerrar las rejas evitando la planta de cultivo al pasar junto a ella. Las rejas están situadas en el centro de la línea del cultivo y se aproximan a la planta de cultivo en su configuración de trabajo "cerradas", en las proximidades a la planta cambia su configuración y se "abren" (Figura 5). La apertura y cierre de las rejas es activada, a través de unos cilindros neumáticos, por la información procedente del mapa de cultivo generado. La profundidad de la labor que las rejas realizan es de 3-4 cm durante el espaciado entre plantas de cultivo y dejando una zona de seguridad (Zona C, en la Figura 5a), para no provocar daño a la raíz, muy próxima a la planta.

Los ensayos se han realizado sobre cultivo de tomate en extensivo para industria, previamente trasplantado con un separación entre plantas de 34 cm donde se empleó una trasplantadora equipada con un sistema GNSS-RTK. Se han ensayado dos velocidades de trabajo del equipo: 0,8 km/h y 1,6 km/h.

El control de la mala hierba de forma automatizada, y sin uso de herbicidas, es uno de los mayores retos que se presentan en los países industrializados

Los resultados obtenidos demostraron que el sistema automático de control de mala hierba basado en GNSS centimétrico se encontró centrado en la línea de cultivo con un error medio de 0,8 cm con unas desviaciones típicas de 1,75 cm y 3,38 cm cuando la velocidad de avance fue 0,8 km/h y 1,6 km/h, respectivamente. El tamaño medio de la zona C, zona de seguridad, fue de 15,70 cm en la velocidad de trabajo de 1,6 km/h y 5,15 cm para la velocidad de 0,8 km/h. Estos valores son muy satisfactorios ya que las distancias fijadas por el operador fueron de 15,24 cm y 7,62 cm, respectivamente para las dos velocidades. Los resultados muestran la viabilidad del uso de equipos GNSS-RTK para controlar de manera automática la trayectoria y actuación de los elementos mecánicos para controlar la mala hierba entre planta y planta de cultivo en sistemas agrícolas más sostenibles.

FIGURA 5 > A) ILUSTRACIÓN DE LAS TRES ZONAS DE CONTROL: A= ENTRE LÍNEAS, B= LÍNEA DE CULTIVO, Y C= ZONA DE SEGURIDAD. POSICIÓN 1 Y 3 MUESTRAN LAS REJAS CERRADAS REALIZANDO LA OPERACIÓN DE CONTROL. POSICIÓN 2 MUESTRA LA REJAS ABIERTAS EVITANDO LA PLANTA DE CULTIVO. B) EQUIPO AUTOMÁTICO PARA EL CONTROL DE LA MALA HIERBA



AGRADECIMIENTOS

Este artículo ha sido posible gracias a la financiación del proyecto Europeo RHEA (245986), el proyecto Nacional "AGL2013-46343-R" y el proyecto Autonómico de Excelencia "P12-AGR-1227". El autor desea expresar su reconocimiento a todos los participantes de los proyectos mencionados y al "Precision Agriculture Laboratory" de la Universidad de Sevilla (<http://grupo.us.es/pal/>).

Bibliografía

- Ehsani, M.R., Upadhyaya, S.K. & Mattson, M.L. 2004. Seed location mapping using RTK-GPS. Transactions of the ASABE, Vol. 47 (3): 909-914.
- Gerhards, R. & Christensen, S. 2003. Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, Winter wheat and Winter barley. Weed Research, Vol. 43, Iss.6, pp. 385-392.
- Guijarro, M., Guerrero, J.M., Montalvo, M., Romero, J. & Pajares, G. 2013. A new approach to sole image thresholding in precision agriculture. Proc. 9th European Conf. on Precision Agriculture (ECPA 2013), pp.1-2 July 7-11, Lleida, Spain.
- Gonzalez-de-Santos, P. 2013. RHEA-2012: Robotics and Associated High-Technologies and Equipment for Agriculture. Industrial Robot: An International Journal, 40(1).
- Peña, J.M., Torres-Sánchez, J., De Castro, A.I., Kelly, M. & López-Granado, F. 2013. Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. Plos One 11, DOI: 10.1371/journal.pone.0077151
- Pérez-Ruiz, M., Carballido, J., Agüera, J. & Gil, J.A. 2011. Assessing GNSS correction signals for assisted guidance systems in agricultural vehicles. Precision Agriculture, Vol. 12, pp. 639-652.
- Pérez-Ruiz, M., Slaughter, D.C., Gliever, C.J. & Upadhyaya, S.K. 2012. Automatic GPS-based intra-row weed knife control system for transplanted row crops. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 80, pp.41-49
- Pérez-Ruiz, M., Gonzalez-de-Santos, P., Ribero, A., Fernandez-Quintanilla, C., Peruzzi, A., Vieri, M., Tomic, S. & Agüera, J. 2014. Highlights and preliminary results for autonomous crop protection. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 110, pp.v 150-161
- Ribero, A. & Conesa-Muñoz, J. 2011. Path-planning of a Robot Fleet Working in Arable Crops: First Experiments and Results. Conferencia: Robotic and Associated High-Technologies and Equipment for Agriculture. Montpellier, Francia.
- Slaughter, D.C. & Pérez-Ruiz, M. 2014. Advances in automatic individual plant care of vegetable crops. 12th International Conference on Precision Agriculture. July 20-23, Sacramento, CA (USA)
- Tillett, N.D., Hague, T., Grundy, A.C., Dedousis, A.P. 2007. Mechanical within-row weed control for transplanted crops using computer vision. Biosystems Engineering, Vol. 99, pp. 171-178

ZERMAT®

herbicida remanente de alta eficacia



**Dos en uno:
Zermat lo pone fácil**

massoagro@cqm.es
www.massoagro.com

MASSÓ
AGRO DEPARTMENT