

NUEVAS TECNOLOGÍAS

EQUIPOS INTELIGENTES PARA LA PROTECCIÓN DE CULTIVOS

MANUEL PÉREZ-RUIZ Dpto. de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos. Área de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Sevilla. Correo electrónico: manuelperez@us.es

En el último lustro se han producido grandes avances en todas las tecnologías informáticas (sistemas gráficos, simulación, etc.). Al igual que ha ocurrido en otros sectores productivos, **la automatización y robótica está permitiendo ver en la agricultura el siguiente paso de la automatización industrial.** A pesar de todo ello el empresario agrícola, popularmente "el agricultor", tiene por delante el importante reto de conseguir una explotación rentable y eficiente, según lo que se viene denominando Agricultura de Precisión (AP) o Agricultura Inteligente (AI).

Existen, al menos, dos aspectos bien diferenciados, entre un escenario industrial y uno agrícola (Ribeiro et al., 2011):

1) El entorno de actuación de un robot agrícola no puede estar totalmente estructurado, es decir, en el mejor de los casos el robot puede disponer a priori de una información limitada y parcial del cultivo, por lo que necesita algún medio (sensores) para disponer de información más precisa y actualizada durante la misión que le permita ejecutar la tarea. Además necesita tomar decisiones adecuadas, a pesar de la información incompleta e imprecisa que maneja sobre su entorno, a la hora de realizar sus funciones.

2) Para un uso agrícola, el robot no puede estar fijo, ubicado en una posición perfectamente conocida y accediendo de forma muy precisa y segura a los puntos de un volumen establecido con gran exactitud (como es el caso de los manipuladores en una cadena de producción). En el campo el producto sobre el que se actúa (mala hierba/cultivo/suelo) es el que está fijo y por tanto es el robot el que tiene que moverse

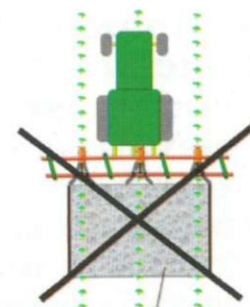
de modo seguro, con el agravante de que el entorno es semi-conocido y rápidamente cambiante.

El sector agroforestal puede ser uno de los más beneficiados, el progreso a través de la investigación y tecnificación, pondrá en sus manos en los próximos años a nivel comercial robots y nuevos aperos inteligentes (**Figura 1**). Estos nuevos equipos tendrán la tarea de optimizar algunos de los procesos más críticos en la obtención de resultados, facilitar las tareas más tediosas y también reducir la mano de obra del mismo

FIGURA 1 > A) ILUSTRACIÓN CONCEPTUAL DE ROBOT APLICANDO HERBICIDA DE FORMA INDIVIDUAL (WWW.ROBOTS4FARMS.COM) Y B) APLICACIÓN A TODO TERRENO DE HERBICIDA



a)



b)

y de los procesos industriales asociados al sector. El tratamiento localizado o individualizado de cada zona de una parcela o de cada planta, es el futuro que le espera a la agricultura para su competitividad a nivel global (Slaughter & Pérez-Ruiz, 2014).

El siguiente paso en materia de automatización de vehículos agrícolas es conseguir que sean completamente autónomos. Un sistema como éste permite aumentar la productividad de la operación agrícola, de manera que una sola persona pueda supervisar tres o más tractores que trabajan en una misma parcela. Con un desarrollo como éste se reduce al mínimo la interacción, automatizando todas las funciones rutinarias del vehículo agrícola y dejando al operador humano tareas de mayor nivel como la supervisión del funcionamiento, verificación de obstáculos, validación del trabajo, etc. El operador, situado en una cabina/oficina a pie de campo, recibe información de los tractores a través del sistema de telemetría, el cual permite visualizar en una aplicación informática la localización actualizada de cada uno de los vehículos que están trabajando en la explotación agrícola.

El Proyecto Europeo RHEA (Robot Fleets Highly Effective Agriculture and Forestry Management), finalizado en julio de 2014, con una duración de 4 años, y liderado por España, ha supuesto un gran éxito a nivel internacional. En él han colaborado investigadores y empresas tecnológicas de diseño y fabricación de maquinaria y equipamiento agrícola procedentes de 8 países. En el ámbito del proyecto RHEA se ha desarrollado una flota

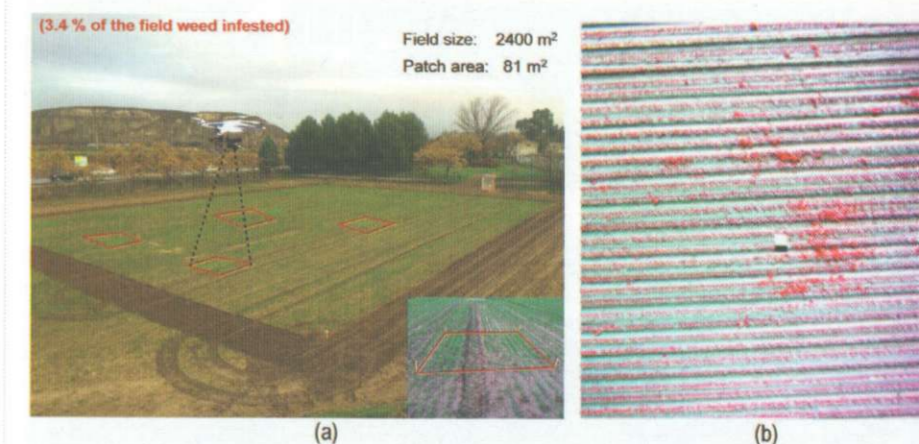
de tractores completamente autónomos para la realización de tareas específicas en tres ámbitos de actuación: cultivos de cereal, maíz y olivar (Gonzalez-de-Santos, 2013). Para cada uno de los ámbitos ha sido diseñado, construido y evaluado un apero inteligente, que permite realizar sin intervención humana labores muy precisas.

Este proyecto está siendo toda una inspiración y empuje para el sector agrícola en cuanto a la automatización de tractores y maquinaria dedicada al control de la mala hierba. La flota está formada por tres tractores autónomos que disponen de los sensores e instrumentación que junto con un sistema de navegación RTK-GNSS (Global Navigation Satellite System-TRIMBLE) permite la ejecución de las trayectorias diseñadas para la realización de la operación agrícola de forma óptima y sin intervención de operario. Además, dispone de un sistema de visión artificial utilizado también para el guiado y detección de mala hierba en tiempo real sobre el cultivo de maíz (Guijarro et al., 2013). Un equipo inteligente capaz de realizar un buen control de la mala hierba está compuesto fundamentalmente por dos subsistemas: detección de mala hierba o cultivo y ejecución del control.

DETECCIÓN DE LA MALA HIERBA

En la forma convencional de trabajar en áreas donde no existe o existe en poca cantidad mala hierba, se

FIGURA 2 > A) OPERATIVA PARA LA DETECCIÓN DE LOS RODALES DE MALA HIERBA CON UAVS Y B) GENERACIÓN DE MAPAS DE APLICACIÓN LOCALIZADA DE HERBICIDA



aplica la misma cantidad de herbicida que en aquellas otras donde la densidad de mala hierba es mayor. Se está trabajando fundamentalmente en dos metodologías para conocer la localización de la mala hierba en el campo: a) detección en tiempo-real basada en sensores (Gerhards and Christensen, 2003) y b) la generación de mapas de infestación (Peña et al., 2013).

Sistemas de detección en tiempo-real sobre equipos terrestres

Al implemento o vehículo se le dota de los componentes ópticos y electrónicos necesarios para la detección sobre la marcha de la presencia de mala hierba (ej. visión artificial), la información que generan es

usada como indicador para regular la distribución del herbicida utilizado en la aplicación o controlar otro tipo de sistema alternativo a la aplicación de herbicida. Estos equipos son montados en la barra de tratamientos y tienen como componentes básicos: 1) un controlador que permite el ajuste y calibración del sistema, 2) un sensor de hasta 30-38 cm de ancho de detección para una altura de trabajo de entre 46 -76 cm, 3) boquilla de aplicación y 4) accesorios adicionales (radar, válvula solenoide, conectores, etc.). Puede ser usado para activar su propia boquilla integrada en la unidad, o por el contrario puede usarse para controlar una o más boquillas externas a cierta distancia del sensor.

Generación de mapas con zonas específicas de infestación

Se está trabajando intensamente a nivel de investigación para que unidades aéreas no tripuladas sean capaces de detectar al menos el 90% de los rodales de malas hierbas presentes en las parcelas (**Figuras 2a y 2b**). Estas unidades aéreas con las cámaras o sen-

2015 Más de 50 años cuidando tus cultivos