



Desarrollo y prueba en campo de un apero agrícola para la lucha contra la plaga de topillo mediterráneo

Con la finalidad de solucionar el problema de las plagas de topillo mediterráneo (*Microtus duodecimcostatus*), el Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Escuela Politécnica Superior de Huesca, formado por profesores del citado centro, pertenecientes al Grupo de Investigación “Nuevas Tecnologías en Vehículos y Seguridad Vial”, está trabajando junto con el Centro de Protección Vegetal del Gobierno de Aragón en el desarrollo de una máquina para la aplicación localizada de cebo rodenticida. En este artículo se muestran las pruebas de campo realizadas con la máquina y la efectividad de los tratamientos para el control de la plaga.

H. Malón¹; M. Vidal¹; A. Boné¹;
F. J. García Ramos¹; A. Perdiguier²

⁽¹⁾ Laboratorio de Maquinaria Agrícola. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza

⁽²⁾ Centro de Protección Vegetal. Gobierno de Aragón.

Las plagas de topillos sufridas durante los últimos años en las explotaciones agrícolas españolas han tenido como consecuencia pérdidas de rentabilidad muy importantes ante la falta de medios adecuados para combatirlas de forma rápida y eficiente.

El topillo mediterráneo es un roedor excavador de pequeño tamaño (**foto 1**), de 9 a 11 cm de longitud (cabeza y cuerpo) con una cola de unos 3 cm. Su peso oscila entre 19 y 32 g. Este roedor es de vida subterránea y excava galerías que utiliza como zona de refugio y cría (**foto 2**). Exclusivamente vegetariano, el topillo se alimenta fundamentalmente de raíces de árboles, leguminosas y cultivos herbáceos en general.

El número y virulencia de estas plagas depende de muchos factores, pero uno de ellos es el tipo de manejo, o labores agrícolas utilizadas en el sistema productivo.

Como ejemplo, para el caso de la alfalfa, este cultivo ocupa en Aragón 98.000 ha, de las que un cuarta parte aproximadamente están en riego por inundación y el resto en riego por aspersión. Estas últimas tienen que soportar poblaciones de topillos del orden de 900 topillos/ha en otoño. Las poblaciones bajan anualmente en verano has-

ta los 100 individuos/ha, y posteriormente vuelven a recuperarse en otoño. Se desconocen las variables que desencadenan esta variabilidad poblacional anual. En el caso de la alfalfa, los daños económicos medios que provocan los topillos en las parcelas en riego por aspersión se cifran en: 2% el primer año, 15% el segundo año, 30% el tercer año, y posteriormente se suele levantar el cultivo.

Desarrollo de la máquina

Conocidas las características del topillo mediterráneo se ha realizado un diseño inicial de la máquina (que ha sido patentado por la Universidad de Zaragoza), que dispone de chasis, sistema abre-surco, rodillo compactador, dosificador y depósito. Con estos condicionantes se ha desarrollado mediante software informático un modelo tridimensional de la máquina.

Con la geometría proporcionada por el modelo virtual se ha procedido a realizar un análisis numérico basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF), el cual permite reproducir el comportamiento de la máquina en condiciones de trabajo. Estas técnicas numéricas están muy extendidas en el proceso análisis y optimización de máquinas y vehículos en otros sectores industriales, pero apenas son aplicadas en la maquinaria agrícola.

El primer paso en el análisis numérico mediante el Método de los Elementos Finitos es la discretización del modelo, proceso que consiste en generar una malla de elementos,



Foto 1. El topillo mediterráneo (*Microtus duodecimcostatus*) destaca por su pequeño tamaño.

en el caso de la máquina de cebo rodenticida elementos tipo Shell de 4 nodos, la cual reproduce la geometría inicial de la máquina a analizar. La **figura 1** muestra el modelo discretizado de la máquina de cebo rodenticida estudiada en el proyecto.

Una vez discretizado el modelo se procede a imponer los casos de carga y las condiciones de contorno que reproduzcan las solicitaciones existentes en el funcionamiento de la máquina a analizar. En este caso se han res-

tringido los desplazamientos del enganche tripuntal de amarre de la máquina al tractor y se ha introducido una fuerza en la reja del sistema abre-surco, que reproduce el funcionamiento del apero en el trabajo en campo.

Definido el caso de carga a analizar se procede a la realización de la simulación numérica mediante el MEF, el cual proporciona mapas de deformaciones, tensiones y desplazamientos del modelo (**figura 2**), así como de sus componentes por separado, in-

Figura 1

Modelo discretizado de la máquina de aplicación de cebo rodenticida.

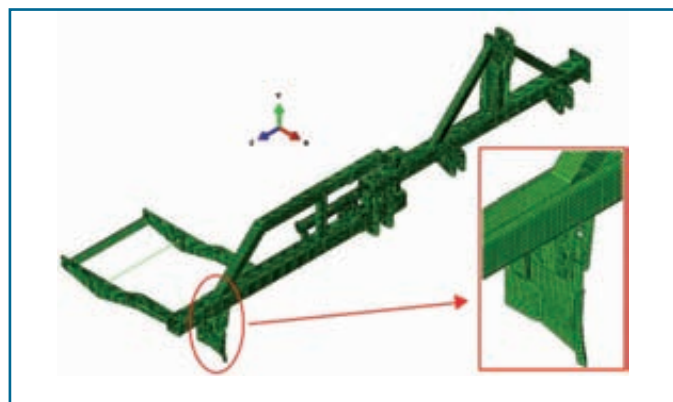
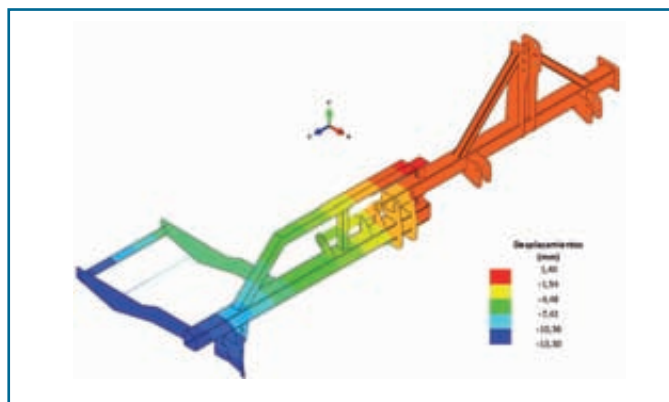


Figura 2

Desplazamientos calculados por el MEF en una simulación del trabajo del apero.



formación necesaria para el proceso de optimización de la estructura resistente del chasis de la máquina.

En paralelo al análisis mediante técnicas numéricas del modelo virtual del apero, se fabrica un prototipo de la máquina (**foto 3**), con el cual se realizan una serie de ensayos de campo los cuales permiten validar las simulaciones numéricas, validaciones que permiten comenzar con el proceso de optimización del chasis del apero.

En este proceso se han realizado veintisiete ensayos de campo, los cuales han consistido en trabajar con la máquina de aplicación de cebo rodenticida en tres campos distintos, en pasadas de 250 m de longitud. En cada uno de los tres campos, se han realizado nueve pasadas con tres profundidades de trabajo y a tres velocidades de avance. La **foto 4** muestra una de las pasadas realizadas en un campo de almendros.

A fin de conocer el comportamiento del chasis de la máquina en los ensayos de campo, se han instalado siete galgas extensométricas en puntos clave del apero, las cuales proporcionan información de las deformaciones que se están produciendo en la estructura en tiempo real (**figura 3**), información que permite conocer los esfuerzos a los que están siendo sometidos los componentes estructurales del chasis.

Analizando la información proporcionada por los ensayos de campo, se obtienen los valores medios de deformaciones en la estructura, los cuales permiten validar los resultados obtenidos mediante técnicas numéricas basadas en el MEF. Los valores de deformaciones máximas y mínimas registrados permiten estimar el coeficiente de seguridad mínimo que deben tener cada uno de los componentes del chasis de la máquina.

Una vez validados los resultados obtenidos mediante el MEF, se estudian las sollicitaciones obtenidas de cada uno de los componentes del apero mediante técnicas numéricas, comenzando el proceso de optimización de la máquina. En el proceso realizado se ha sustituido la calidad del acero empleado en la fabricación del chasis de la máquina y reducido el espesor de algunos componentes.

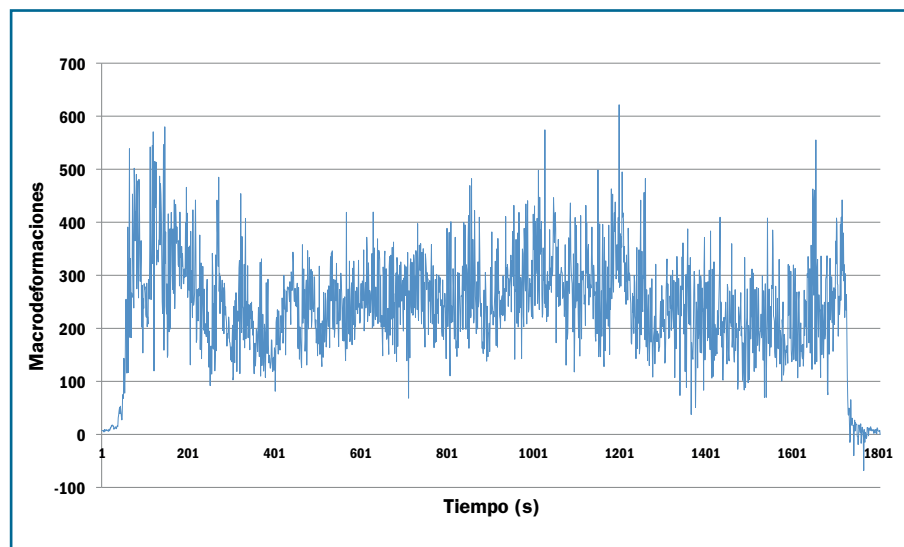
Actualmente, la empresa Agropal, con sede en Huesca, está colaborando con el equipo de investigación en el desarrollo de



Foto 2. Montones de tierra depositada por el topillo al excavar las galerías.

Figura 3

Ejemplo de gráfica de microdeformaciones en barra 1 en un campo de almendros a una velocidad de 5 km/h y una profundidad de trabajo de 15 cm.



la máquina y posterior explotación de la patente. En este sentido, la colaboración ha tenido como consecuencia la mejora del diseño de la máquina para la aplicación de cebo rodenticida comercial registrado en formato pellet.

Prueba de campo

Se ha realizado una prueba de campo en dos parcelas de alfalfa con presencia de topillos ubicadas en Sariñena (Huesca). El objetivo ha sido evaluar la eficiencia de la

NUEVA SERIE T7



UNA GRAN FAMILIA PARA LOS PROFESIONALES MÁS EXIGENTES.

EL TRACTOR MÁS PRODUCTIVO, VERSÁTIL Y CÓMODO, AHORA DISPONIBLE EN 9 NUEVOS MODELOS.

Los nuevos tractores T7 han sido diseñados para aumentar la productividad y eficiencia de su negocio. Equipados con motor SCR EcoBlue Tier 4A Nef de 6.7 litros, desarrollan entre 170 y 270 caballos de potencia (con gestión de potencia), consiguiendo beneficios de hasta un 10% en ahorro de combustible. Podrá equipar todos los modelos, incluidos los cuatro nuevos tractores con menor distancia entre ejes, con tripulante delantero integrado y TDF. También podrá instalar en cualquier tractor de la serie la avanzada transmisión Auto Command™, con la opción de circular a 50 km/h, el galardonado reposabrazos SideWinder™ II, el intuitivo mando CommandGrip™, con el que podrá controlar el sentido y velocidad del tractor con su mano derecha, y la pantalla táctil a color IntelliView™ III, para disfrutar de una experiencia de conducción sin igual.

NUEVA SERIE T7. TOMA EL CONTROL.

COBERTURA DE DOS AÑOS DE GARANTÍA EN TODA LA GAMA DE TRACTORES.

NEW HOLLAND TOP SERVICE 00800 64 111 111* | www.newholland.es
Asistencia e información 24/7 *La llamada es gratuita desde teléfono fijo.
 Antes de llamar con su teléfono móvil, consulte tarifas con su operador.

ECOBLUE



Cuadro I. Características de los ensayos realizados.

Parcelas de alfalfa	Pasadas cada 3,6 m	Pasadas cada 4,5 m
Superficie	17,5 ha	7,61 ha
Edad de la alfalfa	3 años	2 años

Cuadro II. Resultados de las pruebas de campo.

	Eficacia tratamiento	Topillos/ hectárea
Tratamiento cada 3,6 metros	57,00 %	184
Tratamiento cada 4,5 metros	18,45 %	349
Testigo	0 %	428



Foto 3. Prototipo de la máquina de aplicación de cebo rodenticida.



Foto 4. Ensayo de validación en campo en una plantación de almendros.

máquina para combatir la plaga.

Se establecieron tres variantes:

- ▶ Tratamiento lineal con pasadas paralelas cada 3,6 metros.
- ▶ Tratamiento lineal con pasadas paralelas cada 4,5 metros.
- ▶ Parcela testigo sin tratar.

El **cuadro I** muestra el resumen de los ensayos realizados.

El tratamiento consistió en la aplicación de rodenticida Apobas, concentrado oleoso, con número de registro 16.237, a una profundidad de 15 cm, a la dosis del 2% sobre cebo de maíz. La dosis de cebo utilizada ha sido de 11 kg/ha. El rendimiento de la aplicación fue de aproximadamente 0,45 horas/ha.

Las fechas de tratamiento ideales son después del último corte, mes de octubre-noviembre. En este ensayo no pudo realizarse en esas fechas y las aplicaciones se realizaron a finales de enero.

La forma de valorar la eficacia del tratamiento fue la colocación de trampas de pinzas en las toperas activas, a lo largo de 200 metros lineales en cada una de las variables, durante cinco días consecutivos, del 7 al 11 de marzo de 2011. El tiempo de captura, desde el momento de colocación de las trampas fluctuó entre los 6 a los 16 minutos.

El **cuadro II** muestra el resumen de resultados obtenidos destacando que, con un único tratamiento cada 3,6 m, se consiguió reducir en un 57% la población de topillos con respecto a la parcela testigo.

Aunque la eficacia en relación a otros tipos de tratamientos fitosanitarios es baja, el tratamiento (considerando una única aplicación) puede ser suficiente en función de cómo evolucionen las poblaciones a lo largo del próximo año. Será preciso esperar a la próxima campaña para valorar la eficacia y rentabilidad del tratamiento. ●