

# SAVIA. Un sistema web de ayuda a la decisión para control de plagas

J. Cañadas<sup>1</sup>, I.M. del Águila<sup>1</sup> y J. T. Palma<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n, 04120 Almería, e-mail: [jjcanada@ual.es](mailto:jjcanada@ual.es)

<sup>2</sup> Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, 30100 Murcia

## Resumen

Este trabajo presenta SAVIA, una aplicación web de soporte a la decisión en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la uva de mesa. Para su construcción se ha aplicado un método de desarrollo de software basado en la metodología de desarrollo de software dirigido por modelos, que permite la generación automática de la aplicación web a partir del modelo conceptual del problema.

Palabras clave: sistema de ayuda a la decisión, sanidad vegetal, aplicación web

## SAVIA. A web-based decision support system for pest control

### Abstract

This work describes SAVIA, a web-based decision support system for pests and diseases control in grape crop. It was built by applying a model-driven software development approach that enables the automatic generation of the web application from the conceptual model of the problem.

Keywords: decision support systems, pest control, web application

### Introducción

La productividad de la industria agrícola actual se ha multiplicado por la incorporación de nuevas innovaciones tecnológicas sobre los sistemas tradicionales. Las tecnologías de la información y, más concretamente, los sistemas de ayuda a la decisión, proporcionan soporte en las tareas más importantes de la producción agrícola, como la monitorización de la producción, el diagnóstico de plagas y enfermedades, el análisis de las condiciones del agua, la aplicación de fertilizantes, y el control de riego, entre otras.

La salud vegetal y, en particular, el control de plagas, es un factor de vital importancia en el negocio agrícola debido al impacto que tiene sobre la economía del sector. Un método adecuado para reducir el impacto de plagas y enfermedades es la Producción Integrada (PI) (Norris et al., 2003), que trata de mantener el impacto de las mismas por debajo de un umbral de acción, maximizando el uso de los mecanismos naturales para asegurar la sostenibilidad de la producción agrícola a largo plazo.

Este trabajo presenta el sistema SAVIA (Sistema de Vigilancia Intensiva en Agricultura), un sistema web para la gestión de información y el soporte a la decisión en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la uva de mesa, basado en la normativa PI. Para su desarrollo se ha aplicado una aproximación de la ingeniería del software dirigida por modelos (Cabot et al., 2014) que permite la generación automática de la aplicación web basada en reglas, a partir del modelo conceptual del problema (Cañadas et al., 2011). Se describe el modelado del control de plagas en el cultivo de la uva de mesa, así como la aplicación web SAVIA resultado de la puesta en práctica del proceso.

## Materiales y Métodos

En una parcela que pretenda aplicar PI, el estado del cultivo debe ser monitorizado con visitas periódicas del técnico. La información sobre el estado de crecimiento del cultivo, la presencia de plagas y sus efectos, y el resto de información útil, es recogida mediante los datos del muestreo.

El problema de control de plagas se modela como una tarea de administración de terapia que consiste en una composición de tres tareas intensivas en conocimiento: monitorización, diagnóstico y valoración (del Águila et al., 2015). Un cultivo se considera como un sistema complejo compuesto de terreno, plantas, plagas y fauna auxiliar que puede reducir el daño producido por las plagas. Este sistema se ve afectado por variables externas como son las condiciones climáticas, humedad, precio del producto, etc. Para mantener la estabilidad del sistema se aplican medidas de control.

Utilizando el lenguaje de modelado de conocimiento CML (Conceptual Modeling Language) (Schreiber et al., 2000) para la representación de ontologías ligeras y reglas, se ha realizado el modelo de conocimiento de SAVIA. Este modelo está compuesto de un esquema de dominio, que permite representar el dominio de aplicación en forma de los conceptos y sus propiedades, y de varias bases de conocimiento que contienen las instancias de conceptos y las reglas que representan la lógica de decisión del problema.

Algunos conceptos del dominio de SAVIA son *Parcela* y *Muestreo*, los cuales se definen mediante sus propiedades, como son, para un *Muestreo*: *fecha*, *posiblesFenologías*, *fenología*, *agentesPosibles*, etc. Las reglas de decisión de SAVIA permiten evaluar la necesidad de tratamiento de plagas y enfermedades que afectan al cultivo de uva de mesa en función de los valores observados en el muestreo. Se ha definido una base de conocimiento genérica con los conceptos globales del cultivo, como las variedades de uva y los estados fenológicos, y una base de conocimiento por cada agente nocivo, cada una de las cuales incluye las reglas de decisión para el control del agente. La Fig. 1 muestra un ejemplo de regla de decisión que evalúa el criterio de intervención para los *trips*, tal y como se define utilizando el editor de modelos CML.

Adicionalmente al modelado de conocimiento, este método permite incorporar al modelo ciertas características de modelado específicas del diseño de la aplicación web, en forma de propiedades adicionales para cada uno de los elementos del mismo. A modo de ejemplo, algunas propiedades de los conceptos se marcan como *derivadas* lo que representa que su valor no puede ser modificado por el usuario sino que será obtenido por las reglas de inferencia.

Una vez modelado el problema, el desarrollo de software dirigido por modelos consiste en la aplicación de una cadena de transformaciones de modelos sobre el modelo de conocimiento de SAVIA, enriquecido con las características de diseño web. Este proceso permite obtener dos modelos intermedios específicos de plataforma, uno para la base de reglas y otro para la arquitectura web, y a partir de estos generar los artefactos software: las base de reglas y el conjunto de componentes de la arquitectura web.

## Resultados y Discusión

La Fig. 2 muestra una captura de pantalla de SAVIA, en la que se observa un ejemplo de la página web de edición de un muestreo. A partir del valor de *fecha*, el motor de

inferencia deriva el listado de *posibles fenologías*. El usuario debe seleccionar una de ellas, a partir de la cual el sistema deriva automáticamente la lista de agentes nocivos que pueden afectar al cultivo en esa fenología. Al seleccionar la plaga a estudiar, en este caso *trips*, el sistema pide al usuario datos específicos del muestreo de los trips. En la Fig. 2 se muestran los datos introducidos para un ejemplo. A partir de esos valores, el sistema ejecuta el mecanismo de inferencia y ofrece de forma interactiva un criterio de intervención. En el caso de la Fig. 2, el criterio ofrecido es *Tratar*, así como una breve recomendación explicativa de la decisión alcanzada.

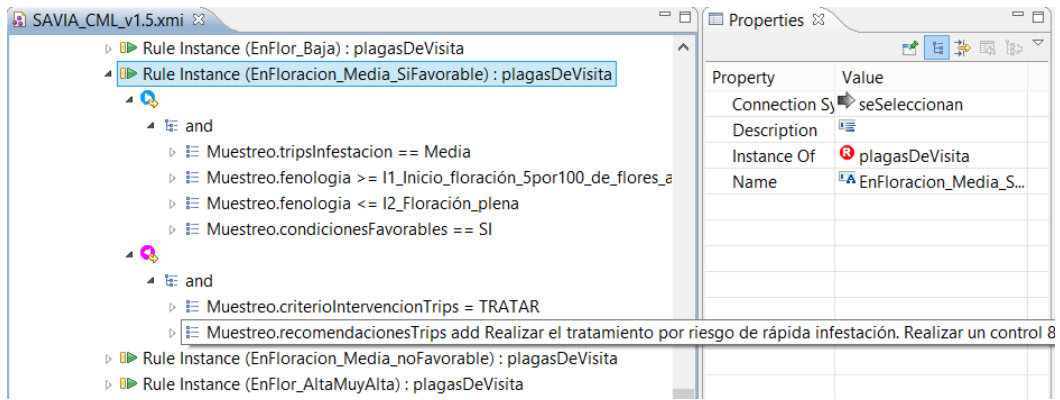
SAVIA ha sido construido aplicando un proceso de desarrollo de software dirigido por modelos que tiene tanto fortalezas como debilidades. La principal ventaja es que el esfuerzo necesario en el desarrollo de SAVIA ha sido muy reducido, básicamente el necesario en la creación del modelo de conocimiento, ya que los componentes software de SAVIA han sido obtenidos automáticamente a partir del modelo. Igualmente SAVIA ha sido desarrollado de forma incremental, refinando el modelo y viendo el resultados en el software, lo que facilita la validación del sistema rápidamente. Como inconveniente hay que resaltar que la aplicación web está limitada por la expresividad del lenguaje de modelado, es decir, por lo que puede ser expresado en el modelo de conocimiento. Como sólo una parte de las propiedades de la aplicación pueden ser modeladas, fundamentalmente la ontología ligera, las reglas de decisión, y ciertas características de diseño web, SAVIA contiene muchos elementos predeterminados en su funcionalidad y su presentación, como estilos y formatos, que no pueden ser modificados en el modelo.

## Conclusiones

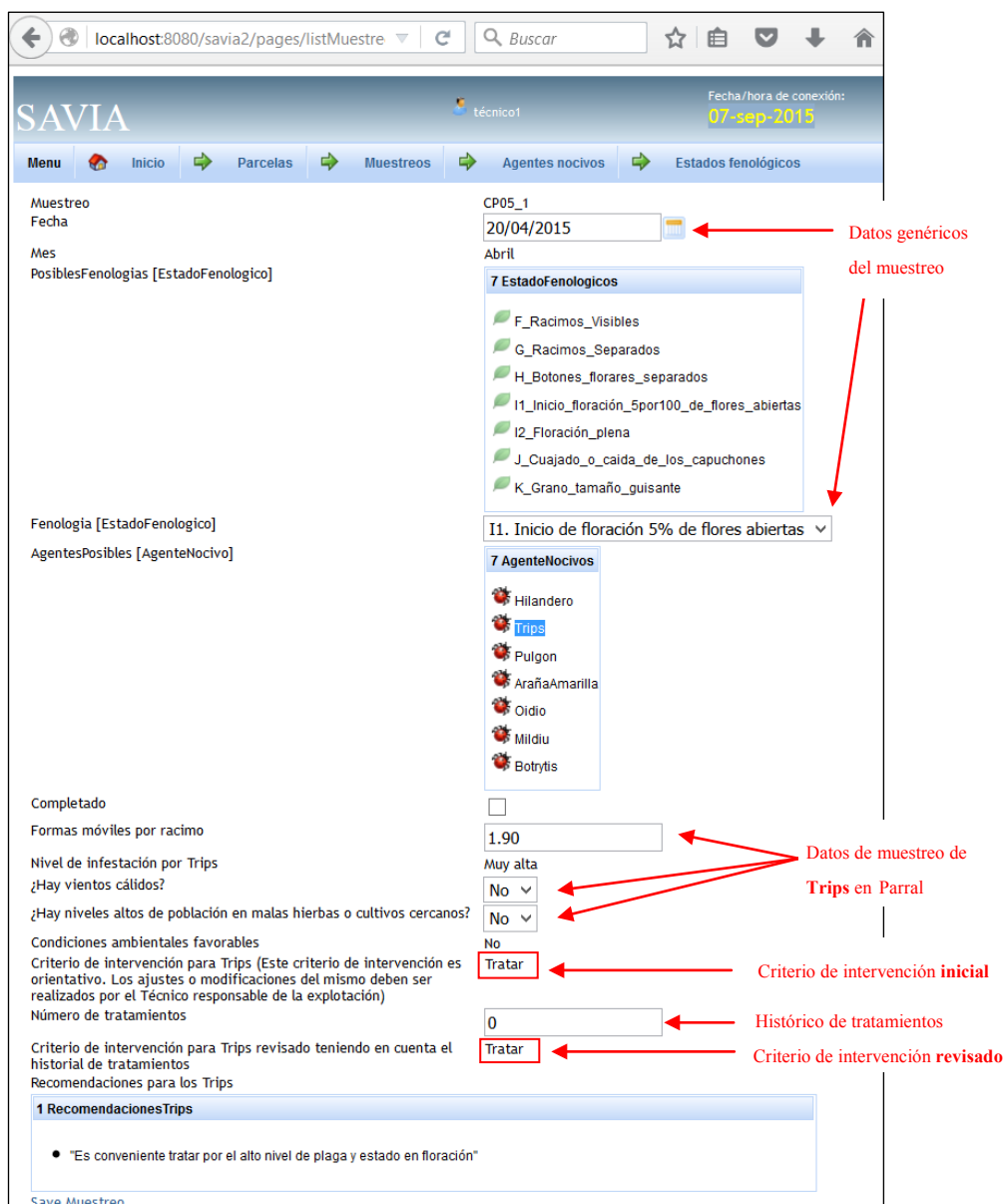
En este trabajo se ha presentado SAVIA, un sistema de información web basado en reglas para el control de plagas en cultivos agrícolas, conforme a la normativa Producción Integrada. La principales aportaciones han sido, por un lado, la especificación del modelo de conocimiento basado en reglas para el control de plagas en uva de mesa, y por otro, la obtención automática de la aplicación web SAVIA, aplicando el método de desarrollo de software basado en transformaciones de modelos.

## Bibliografía

- Cabot, J., García Molina, J., Rossi, G. 2014. Presentación. Una introducción a MDE y su creciente adopción industrial. *Novatica* 228: 5 - 9
- Cañadas, J., Palma, J. and Túnez, S. 2011. Defining the semantics of rule-based web applications through model-driven development. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 21(1): 41–55
- del Águila, I. M., Cañadas, J., Túnez, S. 2015. Decision making models embedded into a web-based tool for assessing pest infestation risk. *Biosystems Engineering* 133: 102-115.
- Norris, R. F., Caswell-Chen, E. P., Kogan, M. 2003. *Concepts in integrated pest management*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N., de Velde, W. V., Wielinga, B. 2000. *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. The MIT Press, Cambridge, MA



**Fig. 1. Ejemplo de regla que evalúa el criterio de intervención para los *trips***



**Fig. 2. Vista de la página web de edición de un muestreo para *trips***