

Un modelo de solución tecnológica a la sanidad vegetal

I.M. del Águila¹, J. Cañadas¹ y S. Túnez¹

¹ Universidad de Almería. Ctra. Sacramento s/n, 04120 Almería, e-mail: imaguila@ual.es

Resumen

En este trabajo muestra cómo aplicar soluciones tecnológicas concretas a las principales tareas relativas a la sanidad vegetal. Proponemos un modelo de las tareas en términos de flujos de trabajo. Cada una de estas tareas se mapea con una aplicación software concreta y en el caso de la selección de un tratamiento fitosanitario en una situación específica se describe un método estructurado para la toma de decisiones que puede ser aplicable el proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP).

Palabras clave: aplicaciones web, selección de tratamientos, control de plagas

Modeling a technological solution for plant health

Abstract

This work describes how to apply specific technological solutions to main tasks of plant health. A tasks model that represents the main processes involved is proposed as a workflow. Each task is mapped to a particular web application supporting farmers and technicians to perform the task. For the task that focus on chemical or biological treatment selection a structured method for decision support is described, based on the Analytic Hierarchy Process (AHP).

Keywords: web applications, treatment selection, plague control

Introducción

Actualmente los enfoques para la producción agrícola se apoyan cada vez más en estrategias de manejo basadas en las tecnologías de la información, y especialmente tecnologías Web, que aumentan la productividad de los cultivos y reducen el impacto ambiental de la industria agrícola. Una de las grandes áreas que saca partido de estas herramientas tecnológicas es la sanidad vegetal.

Presentamos un modelo del flujo de trabajo ejecutado en la lucha contra plagas y enfermedades, puesto que es una actividad básica en la gestión de cultivos debido a su alto impacto económico y medioambiental, indicando como dar soporte a cada uno de los procesos con herramientas software concretas. La lucha contra plagas y enfermedades sigue flujo cíclico de los procesos monitorización-estimación de riesgo-tratamiento. A la detección del daño en fruto o en la planta, sigue un proceso de estimación de si la plaga identificada supone un riesgo de daño, y posteriormente buscar un tratamiento que detenga o ralentice el proceso de infestación.

Según el artículo nº 2 de la Directiva Comunitaria 2000/29/CE, la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias nº 5, y el glosario de términos de la FAO (AGROVOC) un tratamiento es un procedimiento autorizado oficialmente para matar, inactivar o eliminar plagas o ya sea para esterilizarlas o desvitalizarlas. Pero desde un punto de vista práctico en la gestión del cultivo lo que necesitamos es responder a las preguntas: ¿Tengo un problema de plagas o enfermedad? ¿Tengo que tratar la plaga o enfermedad justo ahora? ¿Con qué lo trato, un tratamiento químico, biológico?

Para resolver estas cuestiones en este trabajo se plantea un modelo de qué y cómo se hace, y con qué herramienta software se pueden soportar las actividades, entendiendo estas aplicaciones como software de soporte a la toma de decisiones que está en manos de los agricultores y técnicos a cargo del cultivo

(del Sagrado et al., 2013). Además para el caso de la selección de tratamiento proponemos la utilización de un método simple para la elaboración de un ranking entre los tratamientos candidatos.

Material y Métodos

El problema de control fitosanitario se formula considerando un cultivo como un sistema complejo compuesto por el invernadero, las plantas, el conjunto de plagas y la fauna útil que puede controlar a las plagas, puesto que son sus enemigos naturales. El sistema se ve afectado por variables externas (humedad, valor del fruto,...) y para mantener el equilibrio se pueden aplicar medidas de control o actuaciones que serán respetuosas con el cultivo, fauna útil y medio ambiente. El manejo debe hacerse de forma balanceada, controlando todos los elementos que inciden sobre el sistema.

El proceso (reflejado en la figura 1) implica la realización de un muestreo periódico del estado del cultivo y otros datos medioambientales que permitan hacer una estimación del riesgo de infestación ligado a las distintas plagas, y en los casos en los que exista un desequilibrio, aconsejar posteriormente un tratamiento. Entre los medios y medidas que se deben utilizar en el manejo de plagas, se hace énfasis en los no contaminantes del medio ambiente. Los plaguicidas químicos se utilizarán en casos extremos, autorizados por especialistas en sanidad vegetal. Este problema ha sido descrito formalmente para la monitorización y gestión del riesgo (del Águila et al., 2015), pero la decisión de tratamiento si bien ha sido formalizada aplicando métodos abductivos (Túnez et al., 2001) no incorpora la utilización de una herramienta práctica para la toma de decisiones.

En la mayoría de los casos los problemas de tratamiento como el caso que nos ocupa, los expertos deciden entre las diferentes alternativas mediante la ponderación de un conjunto de criterios contradictorios. En la ejecución de este proceso de selección de tratamiento proponemos la utilización del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) (Saaty, 1980), una técnica estructurada para la toma de decisiones complejas con múltiples criterios que se basa en tratar la complejidad del problema mediante la jerarquización de los problemas planteados (Ho et al., 2006).

Los productos fitosanitarios son medios básicos en la producción agrícola, tanto bajo los sistemas convencionales, como bajo la integrada o la ecológica. Para utilizarlos además de saber si están autorizados, debemos conocer datos básicos sobre su comportamiento, de cara elegir entre los candidatos cuál es el tratamiento más adecuado. Esta información está recogida electrónicamente (<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/fitos.asp>), pero en muchas ocasiones los datos legales de registro no son suficientes. Por ejemplo, caso de necesitar datos acerca de cómo afectan esos productos a la fauna auxiliar, si bien parte de estos datos los proporcionan las empresas que comercializan los productos (<http://www.biobestgroup.com/>, <http://www.agrobio.es/>), no hay un estándar en el registro de esa información ni un lugar unificado de consultarla. La toma de decisiones se suele basar en la experiencia de los técnicos y agricultores.

Resultados y Discusión

La figura 2 muestra el mapeo entre las actividades de la sanidad vegetal y aplicaciones software construidas en los proyectos del grupo, Ingeniería de datos del Conocimiento y del Software, UAL. Estas aplicaciones incorporan características de soporte a la decisión, donde las técnicas inteligentes se entrelazan con desarrollos software (del Águila, 2010; del Sagrado et al, 2013).

El sistema SAIFA (Orellana et al., 2011) es un sistema de información Web que ayuda al técnico agrícola en el cumplimiento de los estándares de calidad de la Producción Integrada y ofrece funciones para supervisar el cultivo y ayudar en las tareas de inspección de las operaciones que se realizan periódicamente en el cultivo. Se dispone de dos versiones una para el cultivo del olivo y otra para los cultivos hortícolas. Permite realizar las tareas de monitorización que se mostraron en la figura 1.

Otra aplicación web, Web-Pest (<http://www.dkse.ual.es/webpest/>), se ocupa de las tareas de estimación del riesgo debido a una plaga, es decir de ayudar en la decisión de si es o no necesario tratar (del Águila, 2015). Actualmente ofrece decisiones de tratamiento basadas en reglas para algunas de las plagas de tomate y parral, que son dos de las más importantes en Almería y la región de Murcia.

La tarea de selección de tratamiento no está soportada por una herramienta software y en este trabajo proponemos un método de resolución con un bajo coste de implementación, que permitirá para incorporar todo el conocimiento no disponible en las bases de datos dentro del proceso de decisión.

Método AHP para la selección de tratamiento

La selección de un tratamiento es un problema dinámico, impreciso y con múltiples escenarios y criterios (habitualmente en conflicto). Su incorporación en la toma científica de las decisiones obliga a plantear métodos abiertos, flexibles, realistas y efectivos. Este es el caso de AHP, que permite cuantificar la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflicto empleados.

La jerarquía usada aparece en la figura 2. Se definen los criterios EFECTIVIDAD, COMPATIBILIDAD y SEGURIDAD, que representan respectivamente los criterios de dar peso a tratamientos más efectivos, a los más compatibles con auxiliares o los que cumplen mejor el plazo de seguridad, pero la ventaja de este método es que pueden reducirse o aumentarse el número de criterios según el conocimiento definido por los expertos. El paso siguiente es comparar los candidatos respecto a cada uno criterio con una comparación por pares, en la figura se muestran los datos para el parámetro efectividad. El conjunto de candidatos en este caso son: aceite de parafina, beauveria bassiana, oxamilo y tiametoxan. El usuario compara utilizando el rango (9, ... 5, ... ,1) siendo 1 *igual de eficaz* la fija y respecto la columna, 5 *más eficaz* y 9 *extremadamente más eficaz*. Así en el ejemplo BEAUVERIA BASSIANA se etiqueta como algo más eficaz que OXAMILO. Esta comparación se realiza para todos los criterios, aunque si existen criterios a los que pueda asociárseles una función valor se utilizará para facilitar la valoración. Es el caso de la seguridad, será mejor aquel producto con menor plazo de seguridad, el inverso de este valor se utilizará en el siguiente nivel de los criterios. Estas comparaciones normalmente no cambian a lo largo de un ciclo de cultivo.

El paso siguiente establece los pesos de los criterios, aplicando comparación por pares. Este paso cambia según el estado fenológico del cultivo: en las primeras etapas de un cultivo de tomate donde aún no hay colmena, lo básico es erradicar la plaga y no el efecto sobre la fauna auxiliar, puesto que aún no hay colmena y no se ha realizado ninguna suelta. Por lo tanto el criterio efectividad es más importante que la compatibilidad, y la seguridad mucho menos importante aun por estar al inicio de la campaña, el peso calculado para los criterios es (63.3, 26.0, 10.6) respectivamente.

A partir de aquí se propagan los datos y se obtiene el ranking de los productos fitosanitarios. El primero será el mejor candidato según las prioridades usadas. Una ventaja de este método es que el usuario puede probar distintas combinaciones de pesos de criterios y probar su efecto sobre el ranking de productos.

Conclusiones

En este trabajo hemos modelado el flujo de trabajo de las tareas relativas a la sanidad vegetal en los cultivos. Este modelo ha sido mapeado con aplicaciones web ya desarrolladas que sacan partido a un tiempo de las técnicas basadas en conocimiento para la toma de decisiones y de aquellas propias de la ingeniería del software. Para la tarea de selección de tratamiento hemos descrito cómo aplicar el método AHP construyendo una jerarquía en dos niveles. Para el nivel de criterios proponemos los criterios efectividad, compatibilidad y seguridad. La ventaja de la propuesta es que es fácil de utilizar y no requiere entrenamiento, además es extensible sin casi esfuerzo de desarrollo permitiendo la personalización del método a cada cultivo o situación específica.

Bibliografía

- del Águila, I. M., del Sagrado, J., Túnez, S., & Orellana, F. J. (2010, July). Seamless Software Development for Systems based on Bayesian Networks-An Agricultural Pest Control System Example. In ICSoft (2) (pp. 456-461).
- 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.
- Orellana, F. J., Del Sagrado, J., & del Águila, I. M. (2011). SAIFA: A web-based system for Integrated Production of olive cultivation. Computers and electronics in agriculture, 78(2), 231-237.

Ho, W., Dey, P. K. y Higson, H. (2006): Multiple criteria decision-making techniques in higher education, *International Journal of Educational Management*, vol. 20, no. 5, pp. 319-337.

Saaty, T (1980): *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.

del Sagrado, J., Túnez, S., del Águila, I. M., & Orellana, F. J. (2013). Architectural Model for Agrarian Software Management with Decision Support Features. *Advanced Science Letters*, 19(10), 2958-2961.

Túnez, S., del Águila, I. M., & Marín, R. (2001). An expertise model for therapy planning using abductive reasoning. *Cybernetics & Systems*, 32(8), 829-849.

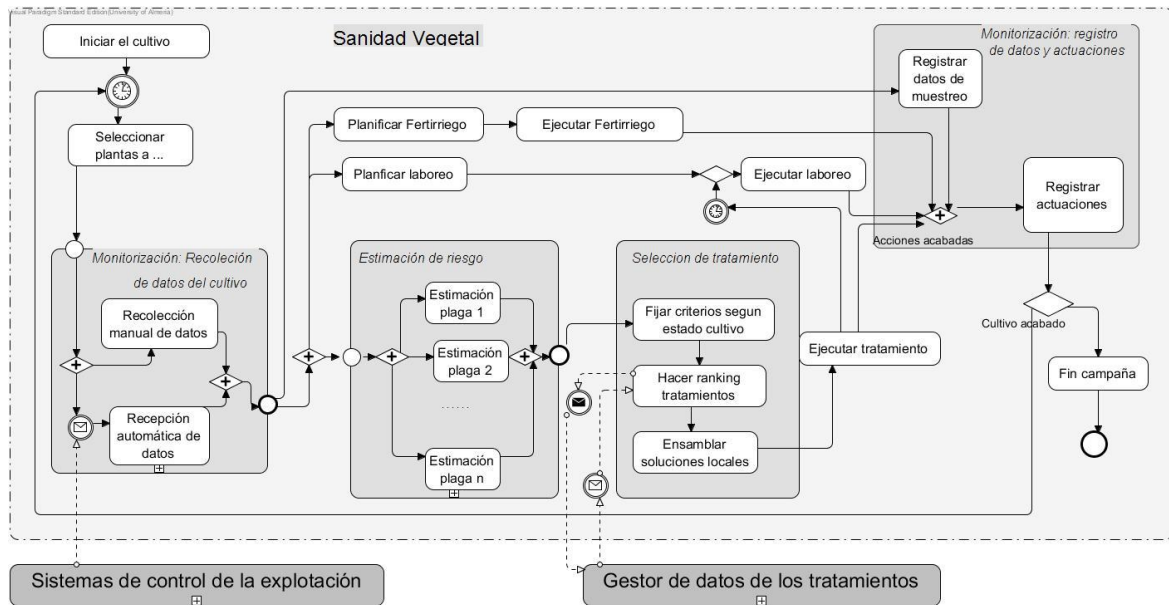


Fig. 1. Figura 1. Modelo BPMN de sanidad vegetal

Objetivo

- Efectividad
- Compatibilidad
- Seguridad

Producto1, Producto2, Producto3, Producto4

Parametro EFECTIVIDAD

Parametro	EFECTIVIDAD
CR Value	0.096 OK

Parametro Criterios

Parametro	Criterios
CR Value	0.033 OK

Fig. 2. Aplicaciones software disponibles y propuesta de criterios AHP