

HORTGANIC. USO EFICIENTE DE DISTINTAS FUENTES DE MATERIA ORGÁNICA EN AGRICULTURA MEDITERRÁNEA

Ana Quiñones, Ana Pérez-Piqueres, Isabel Rodríguez-Carretero, José Miguel de Paz, Rodolfo Canet

Centro para el desarrollo de la Agricultura Sostenible. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada (Valencia), quinones_ana@gva.es

RESUMEN: Las hortalizas son un cultivo de gran importancia en el sector agrícola español, con una producción de $15 \cdot 10^6$ t y un valor de casi $6.000 \cdot 10^6$ € en 2014 (MAGRAMA, 2016). Entre las zonas de mayor producción destacan Andalucía, Murcia y la Comunidad Valenciana. Es un sector con un alto grado de tecnificación, cuyo producto alcanza elevados precios en el mercado. Debido a ello, su consumo de inputs es importante y, de entre ellos, los productos fertilizantes constituyen una de las principales partidas de gastos. Con el fin de reducir el coste en fertilizantes, unido al reto actual de valorización de materiales orgánicos residuales y al reconocimiento del papel de la materia orgánica en el mantenimiento de la calidad y la fertilidad de los suelos, las prácticas agrícolas se están dirigiendo a una reducción en el aporte de productos minerales mediante su sustitución por materias orgánicas de distintos tipos y orígenes. Con este fin, se formó el grupo operativo HORTGANIC cuyo objetivo principal es el diseño de una herramienta para la gestión de productos orgánicos en la fertilización de los cultivos hortalizas, a través de desarrollo de un modelo de simulación de mineralización y asimilación de la materia orgánica adaptado a las condiciones propias del suelo, clima y principales sistemas de cultivos hortalizas de España.

PALABRAS CLAVE: economía circular, hortalizas, sostenibilidad, innovación, TIC

1. INTRODUCCIÓN

En España, los cultivos hortalizas se cultivan en casi $400 \cdot 10^3$ ha con una producción de $15 \cdot 10^6$ t (MAGRAMA, 2016), siendo un sector de gran importancia económica en nuestro país, con vocación exportadora y un alto grado de tecnificación. Dentro de este último, y con el objetivo de incrementar la rentabilidad y sostenibilidad de estos cultivos, se está tendiendo a reducir el aporte de productos minerales mediante su sustitución por materias orgánicas de distintos tipos y orígenes. En esta dirección, con el fin de reducir los daños medioambientales ocasionados por la agricultura convencional (basada en el uso de productos de síntesis), la Comisión Europea ha establecido un paquete de medidas destinadas a potenciar la economía circular (EU, 2015) que coloca la eficiencia en el centro de la toma de decisiones económicas y prácticas. Con estas medidas se pretende asegurar un valor añadido de los inputs a la vez que se alarga el ciclo de vida de los recursos al ser reutilizados. Además, se eliminan los desechos evitables, se minimiza la demanda de recursos no renovables, se mejora la eficiencia y se reducen los costes. En el caso de la fertilización, esto significaría optimizar los rendimientos de los recursos naturales, de tal forma que mediante la fertilización se pretende no sólo nutrir directamente la planta, sino estimular el conjunto, es decir el suelo y la planta, manteniendo o mejorando la fertilidad del suelo mediante el aporte de material orgánico procedente de material compostado o restos vegetales añadidos al cultivo. El aumento de materia orgánica del suelo mejora la estructura del mismo, su capacidad de retención de agua, el drenaje, proporciona una fuente de nutrientes de liberación lenta y promueve el crecimiento de lombrices y otros organismos beneficiosos del suelo (Zmora-Nahum

y col., 2007). Aunque en términos generales, la fertilización mineral da lugar a eficiencias superiores a la orgánica en los primeros años de transformación (Bosshardy col., 2009); sin embargo, a lo largo de los años y debido al incremento de la actividad biológica del suelo y el contenido en nutrientes con el reciclado de los residuos de cosecha, se llega a mantener un contenido gradual de N disponible para la planta (Withmore, 2007), reduciendo, a la larga, los aportes de N mineral, más fácilmente lixiviable.

Hasta ahora, sin embargo, los resultados productivos y medioambientales de este proceso de sustitución no han sido, desgraciadamente, todo lo exitosos que hubiera sido deseable. Las razones son múltiples, pero pueden resumirse en la necesidad de gestionar la materia orgánica de forma muy diferente a la clásica fertilización mineral, en la cual casi todas las variables de trabajo son fácilmente controlables. El manejo de las incertidumbres que rodean al uso de materia orgánica, como son el alto grado de variabilidad de las mismas y las diferentes características fisicoquímicas y microbiológicas de los suelos agrarios, es el principal origen de toda su problemática y donde la innovación tecnológica puede ser de mayor utilidad para el sector.

Por otro lado, de entre todos los elementos esenciales para los cultivos, el nitrógeno es de los que se necesita en mayor proporción al influir en mayor medida sobre el crecimiento vegetativo y la producción que otros nutrientes. Por estas razones, durante décadas se ha llevado a cabo una sobrefertilización mineral continuada originando una degradación muy importante de los recursos hídricos por la contaminación por nitratos (Lu y col., 2015) y se ha publicado numerosa reglamentación europea, estatal y autonómica con el objetivo de establecer códigos de buenas prácticas agrarias que permitan incrementar la eficiencia de uso de los fertilizantes, reduciendo la concentración de nitratos de las aguas superficiales y subterráneas.

Con este objetivo se han llevado a cabo numerosos ensayos; sin embargo, pese a todos los avances realizados, no se han encontrado estudios que cuantifiquen temporalmente el N procedente de la mineralización de aportes orgánicos compostados, restos vegetales o residuos orgánicos enriquecidos, en cultivos hortícolas. Estos resultados permitirían establecer pautas de distribución de estas fuentes de N, de forma que se cubran las necesidades estacionales de los cultivos y se puedan reducir las aplicaciones de fertilizantes minerales. Esta información es básica para poder desarrollar modelos de simulación capaces de representar la dinámica del N en el sistema agrario y elaborar pautas de ayuda a la decisión (Decision Support System, DSS) con los que recomendar la fertilización nitrogenada.

Con este propósito, el objetivo general del proyecto de innovación propuesto por el grupo operativo es diseñar y poner a disposición del sector hortícola español una herramienta para la gestión de productos orgánicos en la fertilización de sus cultivos, fundamentada en datos reales obtenidos, en buena parte, por monitorización automática y en un motor de decisión basado en un modelo calibrado para las condiciones de trabajo de los usuarios.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolla en cuatro sistemas de cultivo hortícola claramente diferenciados y representativos de la forma de cultivo de hortícolas en el sureste peninsular: hortalizas de hoja, rotación solanácea/cucurbitácea en cultivo intensivo, rotación solanácea/cucurbitácea en cultivo ecológico y rotación solanácea/cucurbitácea en invernadero.

El propósito de este proyecto de innovación es la elaboración de una herramienta que permita gestionar el aporte de los productos orgánicos en la fertilización de los cultivos hortícolas. Ésta se lleva a cabo a través de un instrumento frecuentemente utilizado en sistemas agrarios, el de-

sarrollo de un modelo que simula, a través de un balance, los procesos de transporte, pérdidas o acumulaciones de diversos solutos en los sistemas de producción.

Los avances científicos realizados respecto al conocimiento de las degradación (mineralización) de las materias orgánicas y, muy especialmente, los desarrollos tecnológicos que facilitan tanto la modelización de las cantidades de nutrientes liberadas durante dichos procesos de degradación, que estarán disponibles para las plantas, como la medida de los parámetros que influyen en aquellos, han permitido que puedan modelizarse todos estos procesos, e implementarse en una aplicación o página web, de fácil acceso y de utilización sencilla por el propio sector. Esta herramienta facilita, en gran medida, la realización de recomendaciones racionales de abonado ajustadas a unas condiciones de cultivo concretas, permitiendo que se contabilicen como fuente de nutrientes aquellos procedentes de la mineralización de la materia orgánica, facilitando así, en su caso, la reducción del aporte de fertilizantes de síntesis (en cantidad y época de aplicación).

Para la ejecución de este proyecto de innovación, se han establecido 5 tareas ejecutadas de forma consecutiva según lo establecido en el siguiente esquema (Figura 1), a la que se añade una sexta tarea que incluye, de forma paralela a las anteriores, la redacción de informes y publicación de resultados.

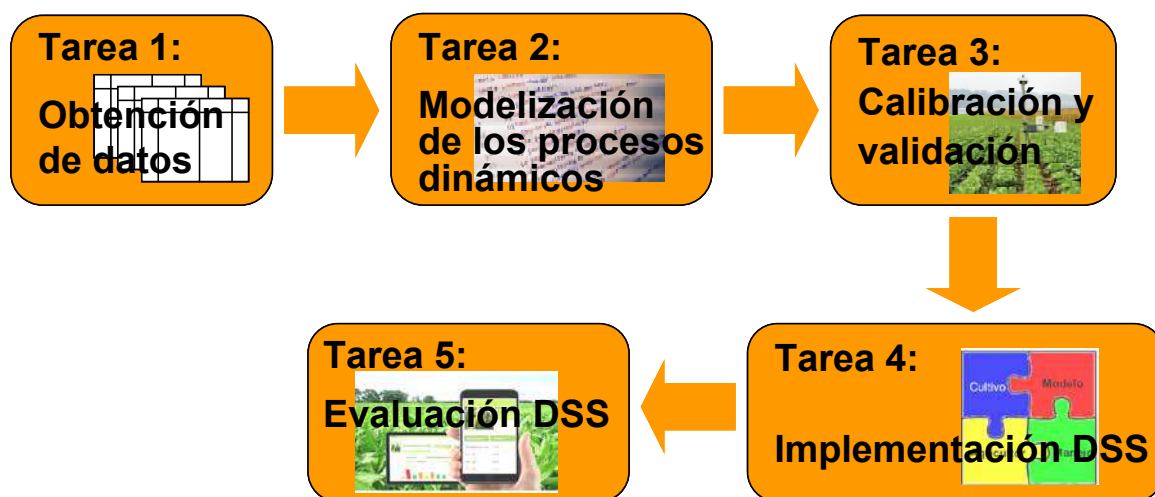


Figura 1. Esquema de distribución de Tareas.

Para ello se desarrollan una serie de actividades que se definen de forma resumida a continuación:

Tarea 1. Obtención de datos externos para la elaboración de los algoritmos del modelo inicial

Subtarea 1.1. Elaboración de una base de datos sobre las principales características de las materias orgánicas utilizadas en la fertilización hortícola

Subtarea 1.2. Creación de una base de datos de las características parámetros del agroecosistema

Subtarea 1.3. Recogida de datos meteorológicos

Tarea 2. Modelización de los procesos dinámicos considerados en el sistema de decisión-DSS

Subtarea 2.1. Exploración y evaluación de modelos ya desarrollados

Subtarea 2.2. Formulación del modelo de simulación adaptado a las condiciones de cultivo

Subtarea 2.3. Análisis de sensibilidad del modelo de simulación

Tarea 3. Calibración y validación de los modelos y la herramienta

Subtarea 3.1. Ensayos para la calibración-validación de las tasas de mineralización y absorción de N por los cultivos

Subtarea 3.2. Obtención de datos en campo para la calibración-validación del modelo.

Subtarea 3.3. Tratamiento estadístico de los datos

Tarea 4. Implementación del modelo en el sistema de recomendación (DSS) en WEB y desarrollo de la app

Subtarea 4.1. Diseño de menús en el DSS

Subtarea 4.2. Diseño de los mensajes de avisos

Subtarea 4.3. Diseño de la interface que facilite la implementación de las medidas de campo.

Tarea 5. Prueba de funcionamiento del DSS en parcelas comerciales

Tarea 6. Informe final y publicación de resultados

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo final es el desarrollo de una herramienta de gestión de los recursos orgánicos que ayude a la realización de una fertilización racional y sostenible, implementado en un portal WEB o en forma de aplicación para dispositivo móvil (Figura 2). Esta aplicación se desarrolla utilizando las soluciones de software de código abierto existentes (lenguaje PHP, javascript, etc.). La base de datos donde se aloja toda la información de apoyo al DSS, así como, de la caracterización de las materias orgánicas se lleva a cabo mediante un gestor de bases de datos abierta (MySQL o similar). De la misma forma, la aplicación será lo suficientemente abierta para que facilite posteriores modificaciones y/o mantenimiento. El diseño del DSS-web es de tipo "responsive", es decir adaptable a cualquier dispositivo móvil, tableta u ordenador personal.

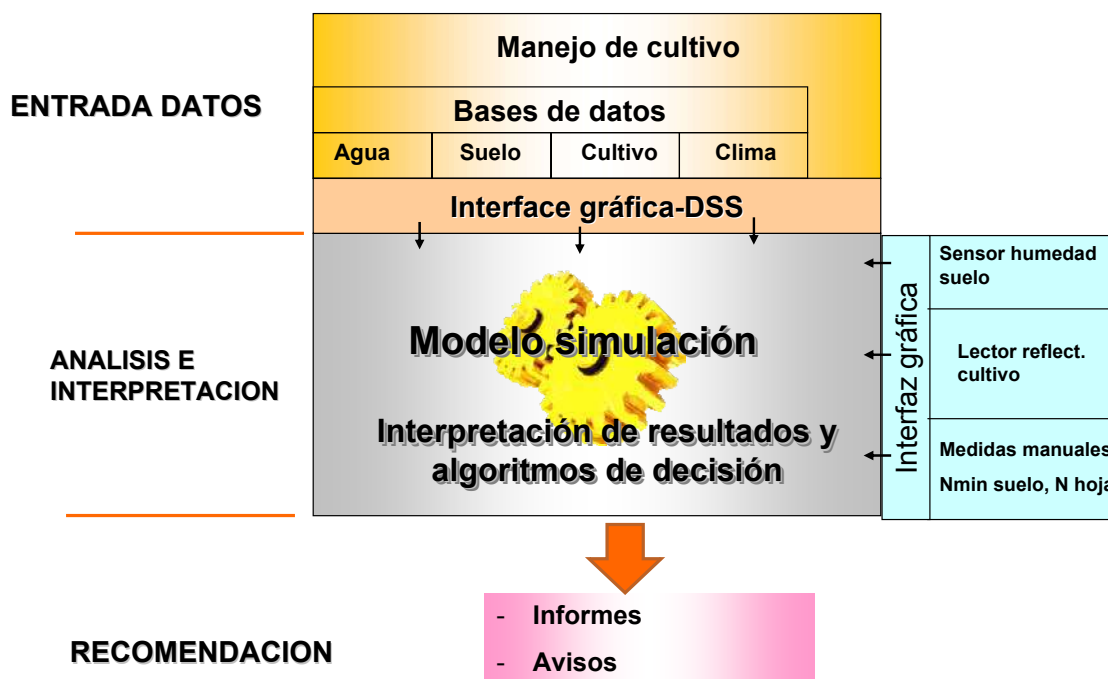


Figura 2. Esquema de implementación del modelo en un entorno DSS-web.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Bosshard C., Sørensen P., Frossard E., Dubois D., Mañá DerP., Nanzer S. y col., 2009. Nitrogen use efficiency of ¹⁵N-labelled sheep manure and mineral fertilizer applied to microplots in long-term organic and conventional cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 83, 271-287.
- EU, 2015. Comunicación de la comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF (En español).
- Lu L., Cheng H.G., Pu X., Liu X.L., Cheng Q.D., 2015. Nitrate behaviors and source apportionment in an aquatic system from a watershed with intensive agricultural activities. *Environ. Sci. Process. Impacts* 17, 131-144.
- Magrama, 2016. Anuario de estadística agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Whitmore A.P., 2007. Determination of the mineralization of nitrogen from composted chicken manure as affected by temperature. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 77, 225-232.
- Zmora-Nahum, S., Hadar Y., Chen Y., 2007. Physico-chemical properties of commercial com-posts varying in their source materials and country of origin. *Soil Biol. Biochem.* 39, 1263-1276.

5. AGRADECIMIENTOS

Proyecto subvencionado gracias al “Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en zonas rurales” en relación con la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y al Programa Nacional de Desarrollo Rural (2014-2020) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.