

Modelos de simulación suelo-planta para la investigación y experimentación agrarias

por: Javier Alvarez Benedi*

La utilización de modelos está extendida a todas las disciplinas científicas

“

Es importante considerar la evolución de los residuos de pesticidas



Los modelos matemáticos consisten en un conjunto de relaciones que describen el comportamiento de un proceso real mediante una representación limitada. En el caso de sistemas suelo-planta este planteamiento resulta complicado por la influencia de las características del suelo, la planta y la climatología. La difusión de herramientas numéricas y gráficas cada vez más potentes y accesibles, han hecho que la utilización de modelos esté extendida a todas las disciplinas científicas, y las ciencias agrícolas no han quedado al margen de este fenómeno.

Otro factor decisivo en el impulso que ha

recibido la modelización de sistemas suelo-planta ha sido la evolución de los objetivos de la investigación agraria en las últimas décadas. Al interés del aumento de la calidad de la producción en términos de eficiencia económica y competitividad, se ha unido la inquietud por la preservación y mejora del medio ambiente. Esto precisa la búsqueda de estrategias que optimicen la producción minimizando la degradación del medio, para lo que se requiere la utilización de modelos que integren aspectos particulares de los cultivos, pero además incluyan aspectos medioambientales y la influencia de las prácticas agrícolas.

La modelización es una herramienta indispensable para la interpretación y aprovechamiento de los datos experimentales. Contribuye al entendimiento del proceso real a partir de unas observaciones y una

adquisición de datos previa. Pero además, el modelo concebido como representación de un sistema, una vez calibrado, permite su uso bajo diferentes condiciones, profundizando en aspectos donde la obtención de los resultados experimentales es muy lenta o demasiado cara. La posibilidad de experimentación con el modelo frente a situaciones difíciles de obtener en la práctica (por ejemplo, análisis de un proceso ante una climatología determinada) o que requerirían un esfuerzo experimental de varios órdenes de magnitud mayor (por ejemplo un seguimiento del proceso con los datos climatológicos de los últimos 25 ó 50 años) convierten la modelización en una herramienta con fines de evaluación de riesgos, educacionales, etc. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en ningún caso debe entenderse la utilización

(*) Servicio de Investigación Agraria.
Consejería de Agricultura y Ganadería.
Junta de Castilla y León.



de modelos como un procedimiento generador de números para sustituir las observaciones, o experimentar fuera de los límites en los que ha sido validado (punto que es indispensable para su utilización).

Puesto que su utilización es tan extensa, pretender una clasificación rigurosa de las aplicaciones actuales resultaría una tarea estéril, ya que esta división puede hacerse atendiendo a diferentes criterios como son la utilización (investigación, educación, evaluación de riesgos...), el grado de descripción, los objetivos, etc. Sin embargo, considerando aquellos modelos que incluyen la simulación de sistemas suelo-planta, podemos destacar dos grupos mayoritarios en función de la finalidad para la que se utilizan: los orientados a la producción y protección vegetal (destinados a la investigación de prácticas agrícolas), y aquellos destinados a la estimación de la dispersión de contaminantes en el medio ambiente. Independientemente de su finalidad, cabe mencionar que la complejidad y flexibilidad de los modelos varía en un amplio intervalo. En algunos casos se recurre a descripciones mecanicistas de los procesos, utilizando parámetros con significado físico y expresando matemáticamente las relaciones físicas, químicas y biológicas del proceso. En otros casos se recurre a relaciones empíricas entre las variables de interés, con unos coeficientes calibrados para que la respuesta del modelo se ajuste a la del proceso real (por ejemplo, la estimación de la evapotranspiración potencial a partir de la evaporación en tanque).

MODELOS ORIENTADOS A LA PRODUCCION

Consisten en la simulación de la producción y desarrollo de la planta en función del suelo, climatología y la propia planta. Estos modelos comprenden desde los

más sencillos basados en correlaciones empíricas en función de la temperatura, hasta descripciones mucho más complejas incluyendo la eficiencia en la captación de la luz, la simulación del crecimiento de las raíces, la absorción de agua, el balance de energía y humedad en el suelo (incluyendo evaporación y transpiración) y la disponibilidad de nutrientes (Hanks y Ritchie eds., 1991; Campbell, 1985). Habitualmente, los datos requeridos para utilizar los modelos son los más fácilmente disponibles: datos climáticos (temperatura, radiación, viento, precipitación, etc.), una caracterización del suelo (textura, comportamiento térmico e hidráulico), datos característicos de los cultivos (tipo, fecha de siembra, estados de desarrollo, desarrollo radicular, etc.) y por último, una caracterización de las prácticas agrícolas (aplicación de fertilizantes, riego, etc.).

Los modelos más sencillos consisten en relaciones del desarrollo de las plantas con la temperatura para cada cultivo, incluyendo en ocasiones el fotoperíodo. La introducción del crecimiento y distribución de las raíces permite la estimación de la absorción de agua por las plantas que puede reflejar, entre otras, situaciones de estrés hídrico. Del mismo modo, pueden introducirse índices de área foliar con el crecimiento para estimar la captación de luz. La consideración de las limitaciones hídricas en el cultivo requiere resolver un balance de agua y energía en el suelo. Paralelamente, se puede incluir un balance de nitrógeno o fósforo así como otros solutos que influyen en el desarrollo de la planta. Estas consideraciones completan el modelo a costa de unos mayores requerimientos de datos y parámetros de caracterización, llegando hasta la consideración de aspectos de erosión por agua o viento así como el efecto de prácticas agrícolas. Un resumen del estado actual en España se puede encontrar en el trabajo de Mínguez (1994).

MODELOS ORIENTADOS A LA ESTIMACION DE DISPERSION DE CONTAMINANTES

La aplicación de los modelos para la estimación del riesgo que supone para el medio ambiente la utilización de productos fitosanitarios se basa en la toxicología, las propiedades fisicoquímicas y el modo de uso de estas sustancias. Cualquiera que sea la situación a evaluar, deben tenerse en cuenta las propiedades del compuesto, las condiciones meteorológicas y las prácticas agrícolas. Este hecho dificulta la generalización y hace necesaria la utilización de modelos. El comportamiento de los pesticidas en el suelo determina el riesgo de dispersión en el medio ambiente, que es mayor cuando estos son persistentes, móviles y cuando se aplican repetidamente. Estos modelos consideran el transporte de pesticidas incluyendo sus reacciones, adsorción a componentes del suelo, volatilización en la superficie y absorción por las plantas. Además, incluyen la simulación de la temperatura y humedad en el suelo debido a la influencia que estas variables tienen principalmente en la degradación y adsorción de los pesticidas (Sawhney y Brown, Eds, 1989).

Un campo de aplicación que comprende los dos grupos anteriores de modelos está constituido por los estudios de disipación de plaguicidas en vegetales. Uno de los aspectos más importantes a la hora de considerar la utilización de un plaguicida, es la evolución de sus residuos después de su aplicación, con el fin de que los niveles de concentración no sobrepasen el límite máximo legalmente establecido. Debido a la fuerte dependencia que tienen tanto el crecimiento del vegetal como la velocidad de degradación de los plaguicidas con la climatología, el uso de modelos basados en una visión simplificada de todo el proceso constituye una ayuda en la toma de decisiones para quienes han de decidir o aconsejar su aplicación (Atienza y col., 1995).

BIBLIOGRAFIA

- ATIENZA, J.; ALVAREZ, J.; JIMENEZ, J.J.; SANZ, M.; HERGUEDAS, A. 1995. Modelización de pesticidas en vegetales. Aplicación a la evolución de la concentración de Ziram en acelgas cultivadas en invernadero. I Congreso Internacional de Tecnología y Calidad Alimentarias. Logroño.
- CAMPBELL, G.S.; 1985. Soil physics with BASICS: Transport models for soil-plant systems. Elsevier, Amsterdam.
- HANKS, J.; RITCHIE J.T., 1991. Modeling Plant and soil systems. No 31 in the series Agronomy. American Society of Agronomy. Madison. WI.
- MÍNGUEZ M.I. 1994. Computer crop simulation models in Spain. En: Proceedings computer models in mediterranean crop Production. M.T. Dobao, González Andújar (eds.) Investigación Agraria. Fuera de Serie Nº 1.
- SAWHNEY, B.L.; BROWN, K., (Eds). 1989. Reactions and Movement of Organic Chemicals in Soils. S.S.A. Special Publication Number 22. A.S.A., Madison, Wisconsin.