

Agua y agricultura en sistemas áridos: un modelo dinámico del regadío de Mazarrón y Águilas

J. Martínez Fernández ⁽¹⁾, M.A. Esteve Selma⁽²⁾

(1) Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30.100 Murcia (España). E-mail: juliamf@um.es

(2) Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30.100 Murcia (España). E-mail: juliamf@um.es

ABSTRAC

The intensive use of groundwater resources in the new irrigated lands of Mazarrón-Aguilas has led to the over-exploitation of the local aquifers and thus, to seawater intrusion, water salinization and falling off water tables, all of them key processes of desertification. The simulation results show that the unrealistic perceptions about the relationships between irrigated land and water resources constitutes a key factor to explain the highly unsustainable dynamics of irrigated lands in Mazarrón and Aguilas and the whole SE Spain. The increase in water resources does not eliminate the problem because the feedback loops and endogenous factors of the system lead to a further increase in irrigated land and continuation of the water deficit, which shows a highly counter-intuitive behaviour.

Palabras clave: irrigated lands, overexploitation of aquifers, desertification, dynamic model arid systems

INTRODUCCIÓN

El regadío de Mazarrón y Aguilas, en el Sureste de la Península Ibérica, constituye un buen ejemplo de la nueva agricultura intensiva del litoral mediterráneo, sustentada básicamente con aguas subterráneas y con un alto grado de intensificación tecnológica. El uso intensivo de las aguas subterráneas ha conducido a una temprana sobreexplotación de los acuíferos de la zona de Mazarrón y Aguilas, que a su vez ha supuesto la salinización de sus aguas, el descenso de los niveles piezométricos y la desaparición de fuentes y manantiales. Todos estos procesos conforman con claridad un importante síndrome de desertificación, derivada de un uso no sostenible del agua y del territorio.

Por otra parte la expansión del regadío en Mazarrón y Aguilas ha supuesto la ocupación de espacios naturales de gran interés así como parte del hábitat de especies protegidas amenazadas. Dinámica espacial y temporal, extensión del regadío, agua disponible y competencia por el espacio con otros usos como los de conservación, son procesos interdependientes y que es necesario analizar de forma integrada a través de metodologías como los modelos de simulación dinámica.

METODOLOGÍA

Los modelos de simulación dinámica (Vennix 1996, Bendricchio & Jorgensen 2001) describen la estructura de un sistema complejo a través de los principales factores, interacciones y bucles de retroalimentación con el fin de simular su comportamiento dinámico. La elaboración del modelo de simulación dinámica ha requerido el seguimiento iterativo de diversas fases: conceptualización, depuración de datos, establecimiento del modo de referencia, formulación del modelo y calibración. El modelo dinámico incluye 5

sectores: Uso del Suelo, Rentabilidad, Espacio Disponible para Nuevos Regadíos, Recursos hídricos y Contaminación. El modelo se inicia en 1960 con una resolución temporal mensual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta un esquema simplificado del modelo con los principales factores y relaciones.

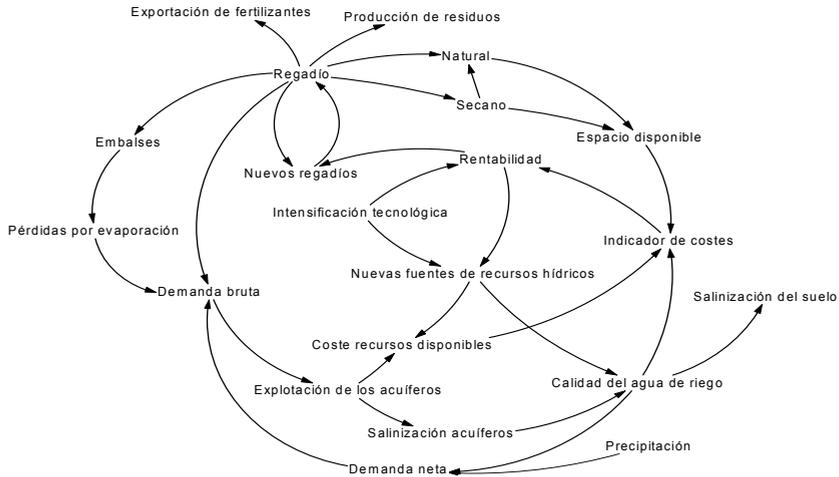


Figura 1. Esquema simplificado del modelo Nuevos Regadíos.

Cuanto mayor es el regadío, mayor es la demanda de recursos hídricos, lo cual incrementa la explotación de los acuíferos de Mazarrón y Aguilas. La sobreexplotación de los acuíferos incrementa el coste de su extracción debido al descenso de los niveles piezométricos, generando igualmente una reducción de la rentabilidad. La explotación de los acuíferos y el descenso de los niveles piezométricos induce también la salinización de los mismos, con lo que disminuye la calidad del agua de riego. El riego con aguas parcialmente salinas incrementa los costes de diversos modos, sobretudo por pérdidas en la cantidad y la calidad de la cosecha, factores que se traducen de forma inmediata en reducciones de la rentabilidad. La rentabilidad se halla implicada en otros bucles adicionales. Así, la reducción de la rentabilidad alienta la búsqueda de recursos hídricos ajenos a los acuíferos de Mazarrón y Aguilas, recursos que incluyen la importación de aguas subterráneas desde otros sistemas hidrogeológicos, la reutilización de aguas residuales y la desalación marina. La obtención de estos recursos hídricos adicionales genera efectos de signo contrario sobre el indicador de costes y por tanto sobre la rentabilidad, ya que por un lado aumenta el coste de los recursos hídricos disponibles pero por otro mejora la calidad del agua de riego.

La Figura 2 muestra el diagrama del sector del Regadío, con cinco variables de nivel que recogen la superficie ocupada por los distintos tipos de regadío: regadío arbóreo (*arb*), herbáceo al aire libre (*her*) e invernaderos (*inv*), además del secano (*sec*) y la superficie ocupada por embalses de riego (*emb*). La superficie ocupada por los tres tipos de regadío varía a lo largo del tiempo a través de un total de doce flujos, de los cuales tres constituyen cambios de uso internos, desde el regadío arbóreo y el herbáceo al aire libre hacia el invernadero, mientras que el resto se corresponde con la creación de nuevos regadíos por transformación de áreas de secano o por roturaciones de matorral. Los flujos expresan los

agua de riego, si bien permanece una situación de déficit debido a las bucles de realimentación existentes entre el incremento de recursos hídricos y el consiguiente aumento de la superficie de regadío.

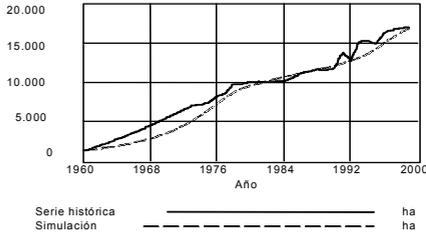


Figura 3. Regadío total. Serie histórica y resultados de la simulación.

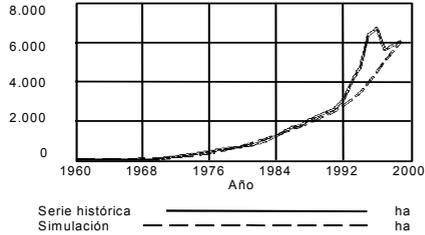


Figura 4. Superficie de invernaderos. Serie histórica y resultados de la simulación.

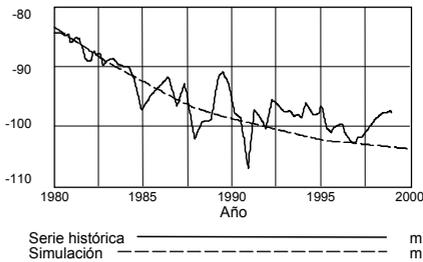


Figura 5. Evolución del nivel piezométrico medio de los acuíferos de Mazarrón y Aguilas. Serie histórica y resultados de la simulación.

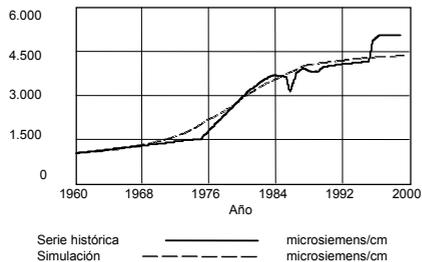


Figura 6. Evolución de la conductividad media del agua de riego. Serie histórica y resultados de la simulación.

CONCLUSIONES

En la zona de Mazarrón y Aguilas, la dinámica establecida entre la expansión del regadío, la creciente inercia del sistema, su incapacidad para adaptarse a los recursos disponibles y la sobreexplotación generalizada de los acuíferos, se ajusta muy bien al síndrome general de desertificación, que se traduce en un descenso de los niveles piezométricos, el agotamiento de las reservas, la progresiva salinización de los acuíferos y la pérdida de al menos el 85% de los manantiales y salidas naturales iniciales de los acuíferos. Por otra parte el incremento de los recursos hídricos no conduce a la eliminación del déficit hídrico por la existencia de claros bucles de retroalimentación entre todos los factores implicados.

REFERENCIAS

- ❖ Bendoricchio G & Jorgensen SE. 2001. *Fundamentals of Ecological Modelling*, 3rd Edition. Elsevier.
- ❖ Martínez Fernández, J.; Esteve Selma, M.A. 2004. *Assessing the Sustainability of Mediterranean Intensive Agricultural Systems through the Combined Use of Dynamic System Models, Environmental Modelling and Geographical Information Systems*. En: M. Quaddus and A. Siddique (Eds). *A Handbook of Sustainable Development Planning: Studies in Modelling and Decision Support*. Edward Elgar Publishers. Cheltenham, UK.
- ❖ Vennix JAM. 1996. *Group Model Building. Facilitating team learning using system dynamics*. Chichester. Wiley.