

ALUMNO: Francisco Martín Usero

DIRECTORES: D. José Gabriel López Segura y D. Rafael Baeza Cano

PROYECTO:

EVALUACIÓN DE EMISORES DE RIEGO LOCALIZADO DE BAJO CAUDAL EN CONDICIONES DE INVERNADERO Y AGUAS RESIDUALES URBANAS REGENERADAS.

INTERÉS Y OBJETIVOS:

La utilización de aguas residuales urbanas regeneradas (ARUR) en el riego de cultivos se plantea como una alternativa real al actual déficit generalizado de agua. En concreto, según el documento “Estrategia de reutilización” de la agencia Andaluza del Agua, actualmente existen en Andalucía 545 EDARs, que generan un caudal de 518,06 hectómetros cúbicos al año. El nivel de reutilización es sin embargo muy bajo, inferior al 10% (45 Hm<sup>3</sup>). Teniendo en cuenta que el déficit hídrico en el conjunto de la región se ha cifrado en unos 1000 Hm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> (Corominas *et al.*, 2001) resulta evidente la potencialidad del recurso Aguas Residuales Urbanas Regeneradas (ARUR).

La situación de déficit hídrico en Andalucía es especialmente crítica en las zonas costeras, especialmente en las Mediterráneas. En el año 2001 se había cifrado en 364 Hm<sup>3</sup> en el conjunto de la Cuenca Mediterránea Andaluza (Agencia Andaluza del Agua, 2009).

En Andalucía, de los 45 Hm<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> que se reutilizan, el 50% es utilizado para riego de campos de golf y el 38% para uso agrícola, de los cuales alrededor del 50% se utiliza para riego de 2500 hectárea de cultivos intensivos en la Comarca del Bajo Andarax en Almería (Agencia Andaluza del Agua, CMA., 2008). La reutilización en los regadíos del litoral de la provincia es un recurso estratégico considerando el déficit hídrico estructural que padece, debido a la baja pluviometría, estimándose una lluvia eficaz de unos 40-42 mm al año (Salinas, 2001), la elevada evaporación por la alta insolación y escasa cubierta vegetal que impide la retención de agua en el terreno, y la sobreexplotación y deficiente calidad de los acuíferos causado por el sector agrícola (intrusión marina, salinidad y contaminación por nitratos) (Sánchez *et al.*, 1998; Vidal, 1997). Para garantizar el suministro de agua residual para riego en la subcomarca del Bajo Andarax, en febrero de 1989 se redacta el Plan de Obras y Mejora del Bajo Andarax (Almería) que comprende la captación e impulsión de aguas en tres fases, el filtrado, la ozonificación de las aguas residuales procedentes de la depuración de Almería capital y su distribución a unas 3189 hectáreas de cultivo. Desde entonces se ha adquirido abundante conocimiento en relación a la reutilización de estas aguas en Almería, observándose las principales particularidades de la misma. En concreto uno de los problemas detectados se relaciona con el mantenimiento de las instalaciones de riego, las cuales pueden verse afectadas por la calidad específica de estos efluentes, especialmente en lo que se refiere a la obturación de emisores en los sistemas de riego localizado, dado que estas aguas pueden causar colmataciones de tipo físico, biológico y químico. De tipo físico debido a la sedimentación de partículas en suspensión y partículas muy finas que atraviesan los filtros y se depositan después en las conducciones y pasos de los goteros formando agregados de mayor tamaño. De tipo

biológico debido fundamentalmente a la actividad bacteriana y a la producción de algas (limos bacterianos: sulfurosos, de hierro y no específico con limos filamentosos y no filamentosos aerobios). De tipo químico debido a precipitados de carbonato cálcico, óxido de hierro y óxido de manganeso. Estudios prospectivos previos desarrollados en campo demuestran que las instalaciones de riego en las fincas que utilizan esta agua presentan con frecuencia problemas de funcionamiento y uniformidad, destacando aquellos que están relacionados a déficit de mantenimiento y a la calidad de las instalaciones en cuanto a red de riego y filtración se refiere.

Así, el objetivo principal del proyecto fue realizar una evaluación del comportamiento con aguas residuales urbanas regeneradas de diferentes modelos comerciales de emisores seleccionados de entre los más utilizados en los cultivos hortícolas bajo plástico y aquellos que, las empresas instaladoras y fabricantes consideren que, por sus características, pueden tener un buen comportamiento con este tipo de aguas.

El segundo objetivo de este proyecto, ya pensando más a largo plazo, era establecer si la obturación de los emisores es causa del uso del agua residual regenerada, del tipo y características del emisor, o del mantenimiento de éste. Así se puede determinar los efectos del agua residual depurada sobre el sistema de riego, planteándose posibles soluciones a los problemas ocasionados por el uso de esta agua. Para obtener estas soluciones se realizarán 2 años más de ensayo, obteniendo más datos para tener mayor seguridad de la causa principal de estas obturaciones.

## MATERIAL Y MÉTODOS:

### - *Estudio prospectivo previo:*

Se realizaron tres actividades prospectivas previas a la evaluación de los emisores con el fin de obtener la información suficiente para seleccionar los modelos a evaluar.

Estudio a) Encuesta a 40 productores de la comarca del Bajo Andarax que hayan renovado en los últimos 10 años su red de riego.

Estudio b) Encuesta a las principales empresas instaladoras de riego que operaran en la zona del Bajo Andarax (11 empresas)

Estudio c) Entrevistas a las principales empresas fabricantes de emisores de riego que operaran en la provincia de Almería, según la información que habían facilitado las empresas instaladoras en la encuesta b)

### - *Métodos de laboratorio:*

Se realizaron evaluaciones de 38 modelos comerciales de emisores para hallar el exponente de descarga, el coeficiente de variación de fabricación y la curva de gasto de cada uno de ellos, aprovechando el banco de ensayos de los caudales, midiendo el caudal resultante a distintas presiones (desde 0.6 Bar hasta 3.0 Bar).

- *Métodos de campo:*

Aprovechando la existencia de un invernadero experimental multitúnel de 1200 metros cuadrados, situado en las instalaciones que posee el Centro IFAPA La Mojonera en La Cañada (Almería) y equipado con control automático de clima y autómatas de riego, se instaló el banco de pruebas de emisores.

En el invernadero de pruebas, los emisores se sometieron a pulsos continuos de riego de 35 minutos y se realizaron muestreos mensuales durante un total de 4 meses.

Con los datos obtenidos y utilizando un paquete estadístico informatizado, se obtuvo la obturación que habían sufrido los emisores y como ésta había afectado a la uniformidad en el caudal medio de éstos.

Gracias a los resultados del estudio prospectivo previo, los ensayos de laboratorio y los de campo, podemos contemplar las diversas conclusiones que se obtuvieron.

### CONCLUSIONES:

1. En la provincia de Almería se encuentra la mayor concentración de invernaderos, y el riego de esos invernaderos está ligado a la explotación de acuíferos, en muchos casos sobreexplotados. En las últimas décadas se ha buscado diferentes fuentes de agua para paliar este déficit y entre ellas se encuentra el agua residual urbana regenerada.
2. Las características tanto físicas, como químicas, como biológicas, son muy variables; si bien en general presentan una carga química y biológica mayor que las aguas convencionales empleadas en las zonas costeras (subterráneas).
3. Las características del agua residual urbana regenerada influye en el mantenimiento de las instalaciones de riego, y en general estas instalaciones suelen presentar más problemas de obturación de los emisores.
4. Estudios previos realizados en la comarca del Bajo Andarax con empleo de agua residual urbana regenerada en cultivos hortícolas bajo abrigo muestran una menor uniformidad de riego en esas instalaciones frente a zonas donde no se emplea este tipo de agua, así como un mayor porcentaje de obturación de los emisores.
5. En la comarca del Bajo Andarax se renuevan con mayor frecuencia las redes de riego, y a pesar de que solo un 38% de los agricultores encuestados responde que ha considerado la calidad del agua a la hora de realizar la nueva instalación, en esas renovaciones utilizan una tipología de emisores que se diferencia con la empleada en otras zonas en el uso de emisores cuyo ramal de inserción es de mayor diámetro (16 mm), y en una mayor frecuencia de utilización de goteros pinchados autocompensantes y emisores desmontables.
6. Los emisores recomendados por las empresas fabricantes obtienen, en general, en las pruebas realizadas en el laboratorio, buenos resultados en el coeficiente de variación de fabricación, aspecto éste que influye directamente en el coeficiente de uniformidad de caudal. Si bien, estos datos técnicos, así como otros de interés

tanto para el instalador como para el agricultor, no siempre son facilitados por las empresas.

7. Los ensayos realizados en campo muestran diferencias significativas en el porcentaje de obturación de los diferentes modelos de emisores, destacando que los emisores pinchados se han obturado hasta la fecha menos que los interlínea e integrados.
8. Se han encontrado diferencias significativas en el coeficiente de uniformidad de caudal entre los diferentes modelos, tanto en el medido al inicio del ensayo como en el medido al final. Los emisores que muestran un mayor coeficiente de uniformidad son los integrados, si bien las diferencias son escasas respecto a interlínea y pinchados.