

# EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS TRANSFORMACIONES EN REGADÍO

14 FEB. 1992



Triple línea de aspersión. Cebada.  
Foto: Royo.

ÁNGEL BERCERO BERCERO  
Sección de Técnicas Agrarias  
JUAN HERRERO ISERN  
Servicio de Investigación Agraria  
D.G.A.

**E**n Aragón existen actualmente 413.436 hectáreas en regadío (D.G.A., 1989). De ellas, más del 70 % están situadas en la margen izquierda del Ebro. La gran diferencia de superficies de regadío entre ambas márgenes del río Ebro es debida fundamentalmente a la mayor abundancia de recursos hídricos en la margen izquierda.

Actualmente, existen propuestas de nuevas transformaciones de riego para la margen derecha, bien con agua rodada proveniente de embalses o canales, o bien con agua elevada mediante riegos a presión.

**EL SEGUIMIENTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO AYUDA A CONOCER LOS PROBLEMAS Y APLICAR SOLUCIONES EN LAS FUTURAS PUESTAS EN RIEGO.**

Una de las objeciones a estas propuestas es la posible salinidad de los suelos y materiales subyacentes. La falta de cartografía de suelos sistemática y los resultados insuficientemente evaluados de las transformaciones ya efectuadas, mantienen el interrogante sobre la viabilidad de dichas transformaciones.

Resumiendo datos del IRYDA de varias fechas, Herrero y Aragón (1988) señalan como afectadas por distintos grados de salinidad un 47 % de las 535.689

hectáreas correspondientes a varias zonas de la cuenca del Ebro declaradas de interés nacional.

Se apunta como válida la tecnología de aspersión para evitar, o al menos disminuir, los problemas de salinización. El seguimiento de la salinidad de suelos y aguas en las nuevas transformaciones en regadío es de gran utilidad para controlar y detectar los posibles problemas derivados de la puesta en riego, tales como formación de freáticos cerca de la superficie, falta de drenaje, aumento de salinidad del suelo, etc. Dicho seguimiento puede resultar caro y engorroso, excepto si se utiliza un método rápido que agilice los controles. Aragüés y Millán (1986) realizaron una revisión de diversos métodos de medida de la salinidad del suelo estudiando sus ventajas y limitaciones.

En este trabajo se presentan los resultados de un seguimiento del nuevo regadío de Quinto realizado desde marzo de 1987, en el que se trata de poner a punto una metodología de trabajo sencilla y barata.

Paralelamente, se hace el seguimiento de una parcela piloto en el regadío de Flumen-Monegros, con una densidad de muestras mayor.

### LOCALIZACIÓN Y CONDICIONES DEL POLÍGONO DE RIEGO

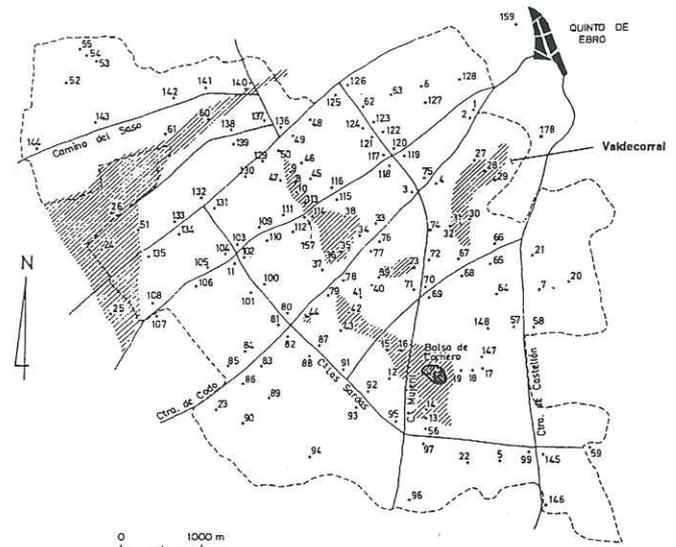
Quinto está situado a 40 km. al sureste de Zaragoza. Tras la concentración parcelaria del término municipal, se transformaron 2.550 hectáreas en regadío mediante impulsión de agua del Ebro hasta una balsa en la loma del Cornero. A partir de ésta, se riega por aspersión y con presión natural la mayor parte del polígono de riego. Los sistemas de riego son: fijo enterrado, pivotes y máquinas laterales. Asimismo hay unas 50 hectáreas en riego por goteo.

La mayor parte de la superficie regada ocupa un saso de calizas lacustres, con frecuentes rodales de yeso.

Los desniveles dentro del polígono son ligeros, quedando las vales funcionales y sus escarpes en el borde del polígono regado. El drenaje profundo es prácticamente nulo a causa de la arcilla. Puede haber transmisión lateral a través de estratos calizos y de los rellenos de las zanjas de instalación de tubos de riego.

En el saso hay ligeras depresiones cuya vegetación a menudo indica humedad, con encharcamientos esporádicos. Éstos indujeron a la construcción de drenaje después de comenzado el riego.

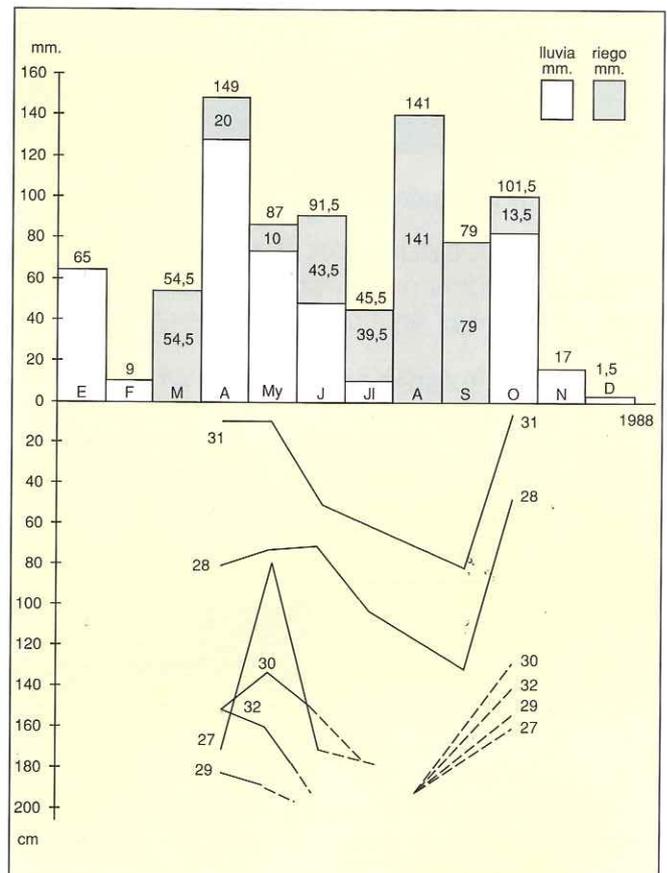
Las parcelas son en general grandes, predominando las de más de 10 ha. Si a ello añadimos que las zonas problemáticas se excluyeron del riego gracias al estudio previo de suelos, el resultado es que existen pocas manchas con



Croquis del polígono de riego de Quinto de Ebro, con localización de los puntos de observación y zonas con síntomas de salinidad y/o encharcamiento.

descensos importantes en los rendimientos. La forma y distribución de dichas manchas, así como su pequeño tamaño frente al de las parcelas, permite cultivos no especialmente tolerantes a la salinidad, pese a alguna calva o a descensos localizados del rendimiento.

Las medias anuales de precipitación y temperatura son 316 mm. y 14,7 °C en el observatorio de Zaragoza. Con los datos del observa-



Valores mensuales de precipitación según el observatorio de Quinto y agua de riego aplicada en Valdecorral, junto con evolución del nivel freático en los puntos de la val. Año 1988.

torio de Sástago-Gertusa, Faci (1988) calcula para el nuevo regadío de Quinto una lluvia media efectiva anual de 287 mm. y una ETo media anual de 1.197 mm. Según los datos facilitados por el Sindicato de Riegos de la Loma de Quinto de Ebro, se bombearon 8,5 y 11,0 hm<sup>3</sup> en 1988 y 1989 respectivamente. El incremento se relaciona con la primavera muy lluviosa en 1988. A partir de 1989 comenzó a implantarse alfalfa y ha continuado su expansión. Los principales cultivos son: maíz, trigo, cebada, girasol, guisantes, frutales y pradera, incluyendo alfalfa.

El agua de riego tiene una salinidad variable según los meses. Se han observado valores de 1,5 dS/m a 25 °C medido en invierno y 2,5 dS/m a 25 °C en septiembre.

### MÉTODO EMPLEADO EN EL SEGUIMIENTO DE LA SALINIDAD

Se comenzó el seguimiento en marzo de 1987, cuando el riego del polígono había empezado parcialmente.

Se partió del estudio de suelos previo a la transformación y se comprobaron las distintas unidades fisiográficas. Una vez delimitadas se situaron los puntos de control en cada unidad, en función de la superficie y previsión de problemas de encharcamiento y/o salinidad.

En el año 1987 se colocaron 26 puntos de observación del nivel freático, consistentes en un tubo de PVC de 50 mm. de diámetro, clavado en el suelo hasta una profundidad de 2 m. Al observarse posteriormente encharcamientos por lluvias en las depresiones del saso y las vales, se ampliaron a 63.

Paralelamente a esto, se muestreó cada punto con barrena hasta 2 m. de profundidad y a intervalos de 25 cm. Hay que tener en cuenta que el saso tiene una profundidad media de suelo de 35 cm. y a partir de allí hay calizas cuarteadas, impenetrables con barrena manual. Previamente a la recogida de muestras de tierra se hicieron lecturas de conductividad aparente con un sensor electromagnético en posición horizontal y vertical (SEMH y SEMV), según técnica de Rhoades, descrita por Aragüés (1986, 1987). Después se colocó un tubo perforado para anotar nivel de agua freática y análisis posterior de la misma. Los niveles freáticos se han venido controlando cada mes y medio en época de riego.

Debido a que los encharcamientos por lluvias alarmaron a los gestores del regadío, se acometieron las obras de drenaje. Actualmente no existen freáticos a la profundidad de muestreo.

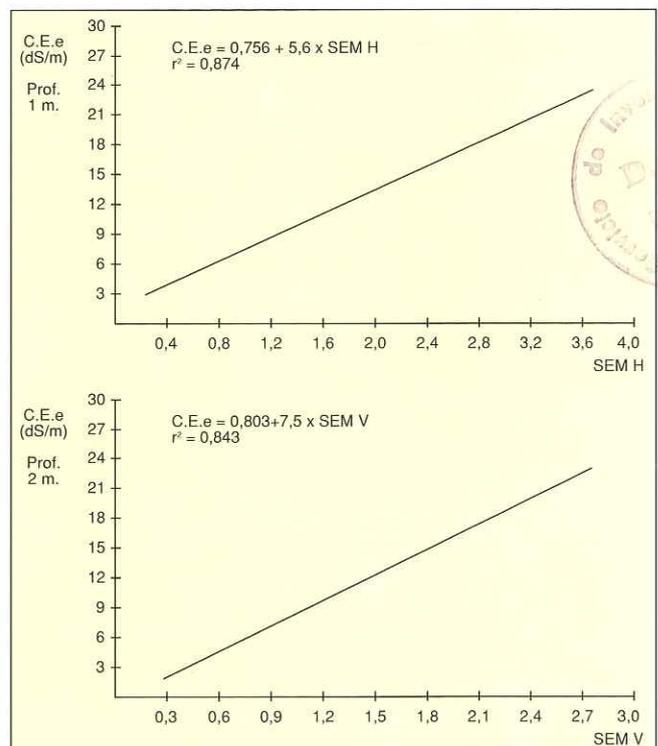


La salinidad afecta a muchos suelos de Aragón.

### RESULTADOS

Las lecturas de conductividad aparente con SEM se convierten a salinidad de la solución del suelo (CEe) hasta la profundidad deseada mediante regresión lineal entre estas variables.

El mejor ajuste se obtiene de los 22 puntos que tienen profundidad de muestreo suficiente y estaban en óptimas condiciones de humedad en el momento de lectura con el sensor electromagnético.



- CEe 1 m = Conductividad eléctrica media del extracto a 25 °C, de 0 a 1 m. de profundidad.
  - CEe 2 m = Conductividad eléctrica media del extracto a 25 °C, de 0 a 2 m. de profundidad.
  - SEMH = Lectura del SEM en posición horizontal.
  - SEMV = Lectura del SEM en posición vertical.
  - r<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación. La lectura del SEMH y SEMV explica el 87,4 % y 84,3 % de la salinidad expresada en dS/m respectivamente.
- En la parcela de Flumen-Monegros se han obtenido r<sup>2</sup> de 0,92

La caracterización de las unidades fisiográficas se refleja en el siguiente cuadro:

Unidad fisiográfica	Puntos muestreados		N.º muestras analizadas	*CEe media (dS/m 25°C)	**SAR	Ca/Mg
	N.º	Prof. (cm.)				
Saso	32	35	61	4,4	3,5	3
Vertientes arcillosas	9	115	42	9,9	13,4	1,4
Depresiones del saso	6	150	37	16,4	25,3	1
Vales	8	140	54	4,5	3,8	2,8

\*CEe = Conductividad eléctrica del extracto (salinidad).

\*\*SAR = Relación de adsorción de sodio (proporción entre sodio y calcio + magnesio).

Los desagües generales que aportan agua de retorno al río tienen una CE que oscila entre 9 y 12 dS/m.

## DISCUSIÓN

El reconocimiento del polígono indicó la complejidad de los suelos y su distribución.

Las especies cultivadas y sus extensiones varían de una campaña a otra, tanto para los cultivos de verano como los de invierno, resultando una gran variabilidad espacio-temporal en la aplicación del agua. Estas causas van a producir cambios notables en el contenido total de sales del polígono y en la distribución de éstas. Lo reciente del regadío no permite señalar tendencias.

Los análisis indican saturación de sulfato y de calcio, ya que el yeso es prácticamente ubicuo en el polígono, tal como se apreció de visu. Ello concuerda con los SAR moderados e inexistencia de síntomas de sodificación edáfica, que permite un buen funcionamiento de los tubos de drenaje.

La abundancia de magnesio es característica de las vertientes arcillosas y depresiones del saso, sin que hasta la fecha se hayan detectado efectos específicos sobre las plantas. Deberá tenerse en cuenta la agresividad del magnesio, que junto con el yeso, puede deteriorar algunos elementos de los sistemas de riego y de drenaje.

Un aspecto a considerar es que los 22 puntos utilizados en el estudio de la relación entre la CEe y los valores del SEM, no son representativos de los 63 muestreados en todo el polígono. Su selección está sesgada al eliminar los puntos del saso, impenetrables con barrena manual a partir de 35 cm. La salinidad media es menor en esos puntos y además es posible que para ellos se obtuvieran ecuaciones de calibración diferentes.

Por ello, la utilización de los planos de isolíneas de conductividad aparente para estimaciones absolutas de salinidad, que permiten la

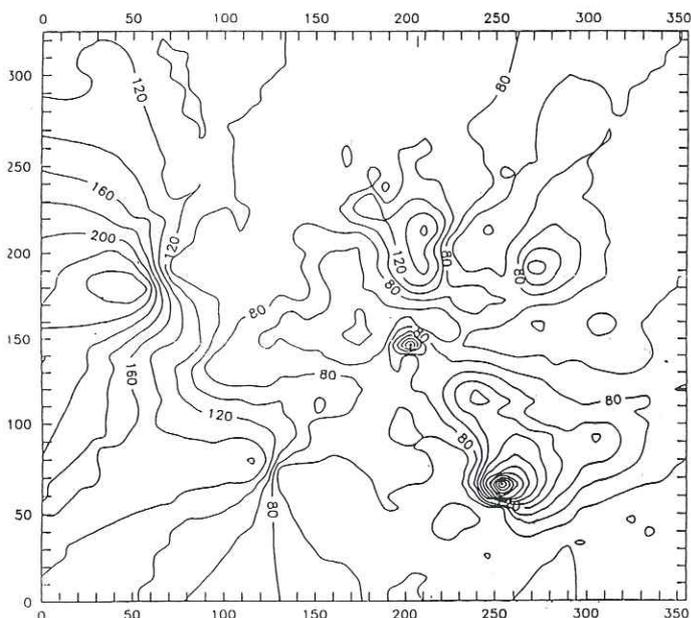
comparación con otros regadíos, debe hacerse con prudencia y siempre con apoyo de calibraciones.

## CONCLUSIONES

Se han obtenido datos de CEe y contenidos iónicos de suelos y aguas, utilizables en el futuro para determinar de modo directo las tendencias de salinidad en este regadío.

Las CE e iones de las aguas de drenaje pueden ser tenidos en cuenta al evaluar los impactos de nuevos regadíos en la calidad de las aguas del Ebro.

La exclusión de determinadas áreas de riego, gracias al estudio previo de suelos y la aplicación moderada de agua en el riego, al ser por aspersión, ha permitido que la afección por salinidad a los cultivos sea irrelevante y muy localizada.



Isolíneas de conductividad aparente a partir de lecturas del S.E.M. en abril de 1988. Refleja las zonas problemáticas.

La representación de isolíneas de lecturas de SEM es capaz de reflejar los rasgos más destacados de la distribución de la salinidad en este polígono, y la precisión es suficiente en el intervalo de salinidad más elevada.

Para futuros seguimientos se considera suficiente:

1. Delimitar unidades fisiográficas.
2. Señalar puntos de control en función de la extensión de la unidad de suelos y previsible problemática.
3. Una lectura anual con SEM después de unas lluvias.

4. Muestreo a intervalos de 25 cm. de profundidad en un porcentaje de los puntos que se haga lectura con SEM.
5. Elaboración de mapas de isolíneas de conductividad aparente y freáticos.
6. Correlación de lecturas de SEM con CEE de las muestras hasta la profundidad deseada.

#### REFERENCIAS:

D.G.A.	1989
Herrero y Aragüés	1988
Aragüés y Milla	1986
Faci	1988
Aragüés	1986 y 1987

*Transformaciones en regadío. Elevación de agua del río Ebro. (Quinto de Ebro.)*

