



ANALES

**XVII CONGRESO
NACIONAL DEL AGUA**

**II SIMPOSIO DE
RECURSOS HIDRICOS
DEL CONOSUR**

**Santa Fe - Argentina
3 al 7 de Agosto de 1998**

3

IMPACTOS PREVISIBLES DE LA PRACTICA DEL RIEGO SOBRE LOS SISTEMAS GEOHIDROLOGICOS

Nilda González (*) y M. A. Hernández ()**

(*) Cátedra de Hidrogeología Universidad Nacional de La Plata y Comisión de Investigaciones Científicas de Buenos Aires CIC.

(**) Cátedra de Hidrogeología Universidad Nacional de La Plata y CONICET.

RESUMEN

Se presentan tres escenarios con diferente configuración del sistema geohidrológico y distinta afectación de las prácticas intensivas de riego con aguas subterráneas, cada uno de ellos con ejemplos pertenecientes a la llanura chacopampeana (específicamente en el ámbito bonaerense). El primero plantea el empleo para regadío de aguas procedentes del acuífero freático, en competencia con el uso doméstico (público o individual) del mismo origen, cuando las componentes del sistema infrayacente son de baja calidad química. El ejemplo corresponde a la región arreica del Noroeste bonaerense. En el segundo, la dotación procede de un acuífero semiconfinado, con relativamente bajo coeficiente de permeabilidad vertical de su acuitardo superior, donde los efectos resultan de una sobreadición de agua excedente de riego a la componente freática, tal como puede ocurrir en la subregión tributaria del sistema Paraná-de la Plata. El tercero exhibe la extracción con destino al riego a partir de una unidad semiconfinada, de estrecha conexión hidráulica con el acuífero freático (elevado coeficiente de permeabilidad vertical) y evidente sensibilidad al transporte de solutos de origen agroquímico. Este es el caso de las comarcas periserranas de Tandilia. La previsibilidad de los impactos originados por el riego parte del conocimiento lo más completo posible del sistema geohidrológico incluyendo los suelos como parte de la Zona No-saturada, además del contexto hidroclimático y los factores atinentes a la práctica en sí (láminas de riego, eficiencia, dotación, intervalo de riego, tipo de cultivo, régimen, etc.).

1. INTRODUCCION

La difusión que han experimentado las prácticas de riego en los últimos años reconoce diversas causas concurrentes: el incremento de los rindes en los cultivos de cereales y oleaginosas, la protección que el riego significa ante eventos de sequías, el atractivo precio-producto internacional en los años 95-96, la proliferación de ofertas de equipos y las facilidades crediticias para su adquisición (González y Hernández, 1997)

Estos factores desencadenaron la progresiva explotación de grandes caudales de aguas subterráneas en sectores de la pampa húmeda y comarcas semi-áridas colindantes, generalmente sin las debidas precauciones para evitar conflictos entre usos, hecho facilitado por la inexistencia de una normativa legal específica.

Se llega de esta manera a introducir en el equilibrio de los sistemas geohidrológicos, algunos de ellos de reconocida fragilidad, distorsiones de importancia que incluso pueden llegar a comprometer el abastecimiento a núcleos poblacionales importantes, tanto por razones cuantitativas como por la generación de fenómenos contaminantes.

El objetivo de esta contribución es analizar en tres casos tipo situados en zonas de riego complementario, correspondientes a otras tantas conformaciones del sistema geohidrológico, los efectos que podría dicha práctica introducir, cuya previsibilidad puede ayudar a evitar problemas de difícil remediación.

2. LOS SISTEMAS GEOHIDROLOGICOS

Se han seleccionado tres sistemas geohidrológicos típicos: El primero de ellos corresponde al sector arreico del Noroeste de la Pcia. de Buenos Aires y está conformado en su componente activa por un acuífero freático contenido en terrenos eólicos (arenas finas, limos y limos arenosos) cuya potencia puede alcanzar los 15-20m, sobrepuesto a un acuitardo arcillo-limoso que lo separa de una unidad semiconfinada (*Fm. Araucano* - Plioceno - en la mayor parte del área o *Fm. Arenas Puelches*, Plio-Pleistoceno - en el extremo Nororiental). En coincidencia con geoformas medanosas, el acuífero freático adopta la forma de lentes de agua dulce en un marco regional de aguas salobres que caracterizan también a la unidad semiconfinada (Saravia et al, 1987).

El segundo responde al esquema de la región Noreste bonaerense tributaria del Río Paraná. Se compone de un acuífero freático y otro semi-libre que conforman un conjunto contenido en limos loessoides de la *Fm. Pampeano* conocido como Pampeano, separado por un acuitardo poco potente de un acuífero semiconfinado denominado Puelche. Este es el principal proveedor de agua subterránea para usos múltiples tanto en cantidad como en calidad y se apoya sobre una unidad arcillosa de comportamiento predominantemente acuicludo correspondiente al sector superior de la *Fm. Paraná*, siendo el inferior de características acuíferas (Auge y Hernández, 1983). Las aguas de los acuíferos Pampeano y Puelche son de baja salinidad y las del correspondiente a la *Fm. Paraná*, salobres.

Finalmente se acude al ejemplo de un tercer sistema geohidrológico localizable en la comarca periserrana de la vertiente nororiental del sistema de Tandilia, integrado por un acuífero freático y otro semilibre a semiconfinado, ambos alojados en sedimentos limo-

loessoides y arenas muy finas pampeanos (*Fm. Barker* y *Fm. Vela*) y apoyados sobre rocas acuífugas desde el punto de vista primario (aún cuando puedan poseer permeabilidad secundaria por fisuras), consideradas como hidroapoyo del sistema (Hernández y Ruiz de Galarreta, 1985).

El espesor de la Zona No-Saturada se incrementa en el sentido en que han sido descriptos los sistemas, desde pocos metros en el primero, 7m a 12m en el segundo y extremos de más de 50m en los depósitos más próximos al frente serrano en el tercero (Hernández y Ruiz de Galarreta, op cit).

En la Tabla 1 se sintetiza la conformación de los sistemas descriptos, contando como áreas de referencia a Trenque Lauquen, Arrecifes y Tandil respectivamente. Los valores parametrales medios que se ofrecen proceden de información antecedente y son consignados únicamente con sentido orientativo, omitiéndose los del coeficiente de Trasmisividad dadas las variaciones de espesor reconocidas.

U N I D A D	SISTEMA NOROESTE	SIS TEMA NORESTE	SISTEMA PERISERRANO
		Acuífero Freático (K: 12 m/d S: 1.10^{-1})	Acuíf. Freático-Pampeano (K: 10 m/d S: 5.10^{-2})
	Acuitardo (K': ?)	Acuitardo (K': 5.10^{-2} m/d)	Acuífero Pampeano (K: 12 m/d S: 1.10^{-2})
	Acuífero Araucano (K: 5-10 m/d S: ?)	Acuífero Puelche (K: 20 m/d S: 2.10^{-4})	Acuífugo
		Acuí clud o	
		Acuífero Paraná (K: 20 m/d S: 1.10^{-5})	

Tabla 1

3. USO DEL AGUA SUBTERRANEA PARA RIEGO

En la región Noroeste se hallaban bajo riego sobre mediados de 1997 aproximadamente 5.500 has (González y Hernández, op cit), con una extracción anual del

orden de los 17 Hm³ concentrada en los meses de Agosto - Setiembre y Diciembre - Enero - Febrero. La explotación se realiza obviamente a partir del acuífero freático, único recurso hídrico disponible para abastecimiento humano en las "lentes" más arriba mencionadas

La región Noreste reconoce la práctica experimental de riego de maíz desde la década de los '70 (EERA INTA Pergamino), pero es a partir de los últimos años en que se produce la aplicación en escala productiva con la extracción de importantes caudales procedentes mayoritariamente del acuífero Puelche y de manera secundaria del miembro Pampeano del conjunto superior. Para el primero, los valores medios son del orden de los 80-100 m³/hora, con extremos de hasta 200 m³/hora. En el segundo los valores medios son del orden de los 50 m³/hora, con extremos que rara vez superan los 70 m³/hora. Ambos acuíferos son utilizados para uso humano, el Puelche principalmente en los servicios de distribución y el restante mediante aprovisionamiento individual. La demanda industrial se satisface a expensas del primero.

Para la comarca periserrana de Tandilia, la aplicación del riego en los cultivos de cereales ocurre coetáneamente con la anterior y se expande con bastante velocidad, al menos hasta mediados de 1997. Procede mayoritariamente del acuífero Pampeano, utilizado generalmente para abastecimiento humano aunque en sectores rurales se acude también a la capa freática.

Aunque en estos momentos la expansión del riego reconoce una reducción cuantitativa, motivada por la caída de los precios internacionales de los productos agrícolas, la situación económica de los productores y la falta en muchos casos de previsión en adecuar las inversiones a la real disponibilidad de agua, es posible advertir precozmente los efectos que se ocasionarían en los sistemas descritos, con el aval de casos reconocidos por lo menos en el medio técnico-científico.

4. EFECTOS CUALI-CUANTITATIVOS DE LA EXPLOTACION

Como se intenta reflejar en este capítulo, los efectos devenidos del uso de aguas subterráneas en la actividad agrícola bajo riego no son los mismos en los diferentes sistemas analizados, prevaleciendo en algunos de ellos los aspectos cuantitativos y conflictos asociados, en otros los fenómenos de contaminación originados en la aplicación agroquímica que suele acompañar a la práctica y facilitados por las características físicas de los materiales geológicos que componen el sistema.

Siguiendo el mismo orden en que han sido expuestos los condicionantes geohidrológicos, pueden mencionarse los siguientes efectos previsibles:

Para el **sistema del Noroeste** prevalecerán los de índole cuantitativa, ya que la competencia entre el riego y el uso humano es directa por el carácter lenticular del acuífero freático portador de agua de baja salinidad, única fuente disponible.

Los cambios en la relación agua dulce - agua salobre impuestos por el descenso en la altura de la superficie freática van a condicionar los volúmenes útiles disponibles, siendo el conflicto de mayor jerarquía esperable, a diferencia de lo que ocurre con los otros dos

sistemas tipo. El hecho de que la época de mayor requerimiento agrícola coincida con el pico de demanda pública agrava el conflicto, particularmente durante épocas secas, cuando los niveles freáticos se hallan naturalmente más profundos.

No deja de ser relevante también el impacto que podría ocasionar el acceso al acuífero freático de agroquímicos que acompañan a la práctica del riego: los fertilizantes inorgánicos necesarios para satisfacer la demanda de nutrientes producto de la mayor actividad vegetal y los biocidas que serán requeridos ante un cambio en las condiciones de humedad de los cultivos.

El sistema geohidrológico del **Noreste** reaccionaría de manera diferente, ya que no se plantea aquí una relación multifacial como en el caso anterior y la procedencia del agua de riego es a partir de un acuífero semiconfinado mucho más generoso.

Prevalecerían en cambio los fenómenos cualitativos por influencia de los agroquímicos especialmente en el acuífero freático, más vulnerable que aquél, aunque de no tomarse precauciones formales en la terminación de los pozos para riego, el acceso directo por las mismas obras alteraría las condiciones naturales respecto a la vulnerabilidad. Un fenómeno posible basado en la experiencia de otras comarcas bajo riego es el revenimiento salino, al tratarse de aguas alóctonas las que se circulan por el suelo y resto de la zona no-saturada.

Se trata es este caso de un sistema de menor fragilidad que en el caso anterior, capaz de absorber buena parte de los impactos generados por el riego.

En la comarca **Periserrana** los problemas posibles reconocen ambos aspectos con igual importancia. A los originados por abatimiento de los niveles de agua subterránea y consecuente disminución de las reservas se agrega la facilidad con que pueden incorporarse los solutos de origen agroquímico, en función de la permeabilidad de los acuíferos y la quasi inexistencia de un intervalo acuitardo.

No son esperables en esta comarca fenómenos relevantes de revenimiento salino por la existencia de gradientes hídricos de cierta magnitud, lo cual facilita el drenaje de los excedentes del riego, a lo cual es necesario agregar la potencia de la zona no-saturada y su mayor permeabilidad respecto a los otros ambientes.

Este breve análisis de los tres ejemplos presentados permite advertir que las precauciones a tomar en cada caso no son las mismas. Si bien una normativa protectora que incluya todas las posibilidades resulta imprescindible, las particularidades geohidrológicas de cada comarca deben tenerse en cuenta al momento de encarar medidas preventivas a nivel municipal o, cuando los problemas hayan sido instalados, intentar remediar los efectos.

Mientras que en las regiones Noroeste y Periserrana debe priorizarse la fijación de áreas de protección locales, generalmente en la periferia de núcleos urbanos, para minimizar el transporte de sustancias contaminantes hacia la fuente de agua potable, en la Noreste quizás la principal medida es asegurar la correcta aislación de las perforaciones que alumbren el acuífero semiconfinado en explotación, para evitar que pese a su baja vulnerabilidad sea contaminado por acceso directo.

Una acción que aparece como inmediata es el monitoreo de niveles de agua y calidad química, en cuyo caso el mayor énfasis debe ponerse en la región Noroeste, donde el equilibrio de las lentes de agua dulce respecto al entorno salobre es básico para garantizar la sustentabilidad de la fuente para uso humano. En la Noreste a su vez, las precauciones deben extremarse para detectar casos puntuales de contaminación en el acuífero semiconfinado, producto de la terminación deficiente de los pozos, para poder pronosticar la evolución de las plumas o el tiempo de degradación de los agroquímicos involucrados. También en este caso interesa especialmente el control del grado de salinidad de los suelos bajo riego.

Surge claramente entonces que en la elección de los indicadores para el monitoreo debe prestarse especial atención a las alteraciones hidrodinámicas que pueden producirse, además de otras circunstancias concurrentes (cambios en el equilibrio interfacial, tipo de agroquímico, etc.)

5. CONCLUSIONES

Las zonas bajo riego complementario con aguas subterráneas en la llanura pampeana bonaerense ofrecen diferentes posibilidades de impacto negativo originado por dicha práctica, de acuerdo a la conformación del sistema geohidrológico en cada caso.

En los casos tipo correspondientes a tres diferentes configuraciones, se ponen de manifiesto distintas reacciones previsibles que van desde alteraciones en un equilibrio multifásico (agua dulce/agua salobre) como en la región Noroeste, hasta contaminación multipuntual por agroquímicos y revenimiento salino en los suelos, como en el Noreste.

Las medidas de prevención deben estar por lo tanto basadas en el reconocimiento del sistema geohidrológico y la adopción de medidas adecuadas a dicha realidad, además lógicamente de las otras características que componen el problema.

También el seguimiento de los fenómenos originados por el riego reconoce prioridades en los indicadores a adoptar, de acuerdo a las particularidades del sistema.

Es necesario tener en cuenta que si bien las componentes físicas de cada uno de ellos son invariables, las hidrodinámicas resultan profundamente afectadas como consecuencia del riego y definen la existencia de conflictos de importancia.

BIBLIOGRAFIA

Auge, M.P. y Hernández, M.A. (1983) "Características geohidrológicas de un acuífero semiconfinado (Puelche) en la llanura bonaerense. Su implicancia en el ciclo hidrológico de llanuras dilatadas", Hidrología de las Grandes Llanuras. Actas del Coloquio de Olavarría. UNESCO - CONAPHI, Vol. II:1019-1042. Buenos Aires.

González, N. y M.A. Hernández (1997) "La práctica del riego y el desarrollo sustentable en los acuíferos del Noroeste bonaerense". Congreso Internacional sobre aguas AUGM-UBA, 1.55. Buenos Aires.

Hernández, M.A. y V.A. Ruiz de Galarreta (1985) "Comportamiento hidrodinámico del acuífero freático en el sector superior de la Cca. del Arroyo Tandileofú, Provincia de Buenos Aires". Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses, pp. 391-408. CIC. La Plata .

Saravia, J., R. Benavidez, O. Canziani, V. Ferreyro y M.A. Hernández (1987) "Lineamientos generales y regionales para un Plan Maestro de Ordenamiento Hídrico del Territorio Bonaerense". Convenio MOSP - PBA y MOSP - Nación, 313 pp. La Plata.