

EVALUACIÓN DE LA AFECCIÓN AL ACUÍFERO DEL NE DE GRAN CANARIA POR EL RIEGO CON AGUAS REGENERADAS EN UN CAMPO DE GOLF

Esmeralda ESTÉVEZ*, M Pino PALACIOS**, Tatiana CRUZ*, Anetty BENAVIDES*, M Davinia RODRÍGUEZ-DÍAZ*, Juan Ramón FERNÁNDEZ-VERA***, Antonio MOLINA-DÍAZ****, José ROBLES-MOLINA**** y MCarmen CABRERA*

(*)Dpto. de Física. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. eestevez@proyinv.es

(**)Dpto. de Departamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

(***)Laboratorio Fitopatológico y Agroalimentario del Cabildo Insular de Gran Canaria

(****)Dpto. de Química Física y Analítica. Universidad de Jaén

INTRODUCCIÓN

En Gran Canaria, se usa agua regenerada para riego desde hace más de treinta años. Así, actualmente se estima que representa el 8% de los recursos hídricos utilizados. Sin embargo, se desconoce en gran medida los efectos medioambientales, entre los que se encuentra la introducción de contaminantes emergentes. Los contaminantes emergentes se definen como aquellos compuestos químicos cuya presencia en el agua se ha detectado recientemente y cuyos efectos sobre la salud y el medio ambiente causan una preocupación creciente. Entre ellos se incluyen productos farmacéuticos, de higiene personal, plaguicidas y desinfectantes.

El programa de investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación CONSOLIDER-TRAGUA (CSD 2006-00044) aborda el estudio de la utilización de aguas regeneradas desde varios puntos de vista. Dentro de este programa, en Gran Canaria se ha seleccionado el campo de golf de Bandama para llevar a cabo un estudio detallado para evaluar la posible afección al acuífero. Este campo de golf ha sido regado con aguas depuradas en la EDAR de Las Palmas de Gran Canaria desde 1976.

Este trabajo presenta los resultados de estos estudios que incluyen una red de control establecida desde 2009 en la que se han tomado muestras de agua de riego del campo de golf (AR) y agua subterránea (AS).

OBJETIVO: Llevar a cabo un estudio integrado del sistema como consecuencia del uso de aguas regeneradas y evaluar la situación actual en cuanto a la presencia de contaminantes emergentes en el acuífero.

LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Cuenca del Barranco de Las Goteras

Geología superficial:

- Conglomerados aluviales.
- Piroclastos basálticos (2000 años) muy poco alterados.
- Materiales basálticos del Grupo Roque Nublo (in situ y deslizados) y fonolíticos más antiguos (hasta 13 Ma).

Hidrogeología:

- Formación explotada: principalmente fonolitas.
- Flujo de cumbre a costa.
- Nivel piezométrico general 200 m bajo el campo de golf.
- Piezometría estable entre 1997 y 2010, excepto 4251TP (con obras secundarias).
- Caudal diario medio equivalente actual de cada pozo <math><1\text{L/s}</math>.

Hidroquímica:

- De cumbre a costa evoluciona de bicarbonatadas sódicas a cloruradas sódicas.
- 2969TP: aportes de CO_2 endógeno.
- Nitratos en el agua de riego aprox. 20 mgL^{-1} y en la galería 50 mgL^{-1} (constantes desde 2009). Dado que los pozos próximos presentan valores aún superiores, se deduce que el origen de los nitratos está fuera del campo de golf.

Galería El Culatón -1136BTP: 40 m longitud y 60m bajo el campo de golf.

- Acuífero colgado con caudal constante (0.05 L/s).
- Mezcla: agua que abandona el suelo - acuífero insular.
- Agua clorurada sódica con exceso de Na con composición química estable (entre 1997 y 2010) que difiere de la de los pozos situados en el barranco.

Campo de golf

- 18 hoyos cuyas calles y greens ocupan 14.5 ha y se riegan por aspersión desde 1983, con dosis que alcanzan máximos de 7 mm/día .
- Consumos de agua vs evapotranspiración (Thornthwaite, estación agroclimática cercana) \rightarrow existe un exceso de riego (incluso considerando las fracciones de lavado necesarias).
- A partir de 2002 un tratamiento terciario por desalación, ha dado lugar a salinidades en el agua de riego de $1000\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$. A partir de diciembre de 2011, la salinidad ha descendido a $300\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$.

Tabla 1. Contaminantes emergentes detectados *: al menos una vez en AS a una concentración superior a $0,1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$, x: al menos una vez en AR a una concentración superior a $0,1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$, negrita: siempre en todas las muestras, subrayado: detectado siempre en AR pero nunca en AS, en cursiva: detectado en tres muestreos en AS pero nunca en AR.

FÁRMACOS			PESTICIDAS		
Ácido flufenámico*	Cloruro de benzalconio**	Ketoprofeno	Paracetamol	4,4'-DDE	Hexaclorobutadieno
Ácido mefenámico	Codena	Lincomicina	Propifenazona	4,4'-DDT	Isoproturón
Antipirina	Danofloxacina	MDMA	Propiranolol	Alfa-Endosulfán	Metoxicloro
Atenolol	Difenidramina	Mebendazol	Ranitidina	Atrazina	Oxifluorfen
Benzoilegonina	EDDP	Metadona	Sulfadimetoxina	Clorfenvinfos (A+B)	Pentaclorobenceno
Bezafibrato	Efedrina	Metformina	Sulfametizol	Clorfenvinfos A	Procimidona
Cafeína	Eritromicina*	Miconazol	Sulfametoxazol	Clorfenvinfos B	Propazina
Cannabidiol	Estrona	Morfina	Sulfapiridina	Clorpirifos etil*	Simazina
Carbamazepina	Etilanfetamina	Nicotina*	Teobromina**	<u>Diazinón</u>	Terbutilazina
Cimetidina	<i>fenilefrina</i>	Nifuroxazida*	Teofilina	Diurón	Terbutrina
Cis-Diltiazem	Ofloxacina	Gemfibrozilo	Trimetoprima	Gamma-HCH	Trifuralin
Claritromicina	Ibuprofeno	Oxacilina	Verde malaquita	Hexaclorobenceno	
HAP			R. DELLAMA		
Acenafileno	Benzo(b)fluoranteno	Criseno	Fluoreno	TEP	124 TCB
Benzo(a)antraceno	Benzo(g,h,i)perileno	Dibenzo(a,h)antraceno	Indeno(1,2,3-cd)pireno	Tributil fosfato	135 TCB
Benzo(a)pireno	Benzo(k)fluoranteno	Fenantreno	Pireno		

CONCLUSIONES

- Los niveles piezométricos y la química del agua se mantienen estables entre 1997 y 2010. Los contenidos en nitratos alcanzan los 200 mgL^{-1} en el curso bajo del Bco. de Las Goteras, aunque han disminuido respecto a 1997 debido posiblemente a la mejora de la red de saneamiento en esta zona y al menor uso de fertilizantes.
- Según la normativa actual (Directiva 2008/105/CE) no existe riesgo por el uso de aguas regeneradas ya que no se ha detectado ninguna sustancia prioritaria por encima del umbral máximo establecido.
- Se han detectado sustancias no prioritarias, como la eritromicina (antibiótico) en concentraciones superiores a los $0,1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$ en AR y en una muestra de AS en una concentración de $0,04\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$. Por ello, hay que tener en cuenta la posibilidad de que se desarrollen cepas bacterianas resistentes que hagan que estos compuestos resulten ineficaces para el fin para el que fueron diseñados.
- El hecho de que se detecte un número de contaminantes en AR ligeramente superior al del AS, puede indicar que el suelo actúa como un eficaz medio de depuración natural. De hecho, algunos contaminantes que se detectan siempre en AR (dos fármacos y dos pesticidas) no se detectan nunca en el acuífero, ni siquiera en el agua de la galería situada 60m por debajo del campo de golf.
- El mayor número de pesticidas detectados en AS apunta a que su origen no está en el agua regenerada sino en el uso de dichos fitosanitarios en las zonas agrícolas. En vista de estos resultados se pone de manifiesto la importancia de proseguir con estos trabajos para poder cuantificar el riesgo que supone la presencia de contaminantes emergentes en AS, así como la importancia del proceso de eliminación natural de contaminantes en su paso por la zona no saturada.

REFERENCIAS

- BALCELLS, R.; BARRERA, J.L. y RUIZ, M.T. (1990). Mapa geológico de España 1:25000 (MAGNA). IGME.
Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas (DOUE L 348/84 de 24/12/08).

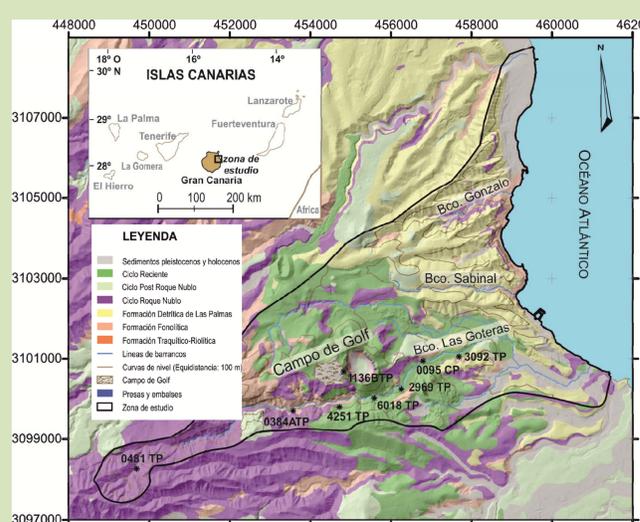


Figura 1. Localización de la zona de estudio y geología superficial (modificada de Balcells et al., 1990). Se indica la situación de los puntos de agua pertenecientes a la red de control.

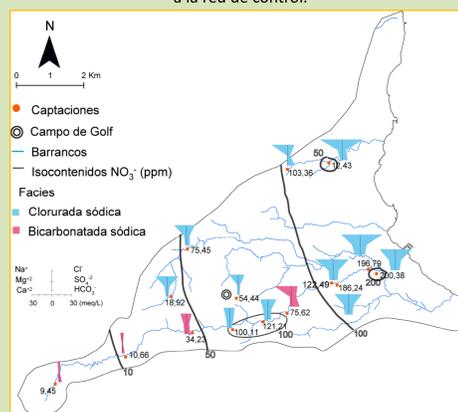


Figura 2. Diagramas de Stiff e isocontornos en nitrato de enero de 2009 para las aguas subterráneas.

RESULTADOS

- Se han determinado 185 contaminantes emergentes y sustancias prioritarias en el Laboratorio de Química Física y Analítica de la Universidad de Jaén.
- Se han detectado 87 compuestos, 66 en aguas subterráneas (AS) y 60 en aguas de riego (AR).
- Los fármacos son el grupo detectado con mayor frecuencia (ocasionalmente $0,8\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$). El resto de contaminantes raramente excede $0,05\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$.
- Aparecen 19 plaguicidas en aguas de pozo y 14 en aguas de riego.
- Los compuestos detectados al menos una vez a $>0,1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$ son los siguientes:
 - En AR y AS: cloruro de benzalconio (analgésico) y teobromina (metabolito de la cafeína).
 - Sólo en AS: nicotina, nifuroxazida (antibiótico) y clorpirifos etil (pesticida).
 - Sólo en AR: ácido flufenámico (antipirético), cloruro de benzalconio (analgésicos) y eritromicina (antibiótico de uso veterinario, en AR de dos muestreos a $>0,1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$ y una vez en 0384ATP a $0,04\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$).
- Los compuestos más frecuentes son:
 - 4 muestreos, todas las muestras: Fármacos: cafeína, nicotina y clorpirifos etil. HAPs: fluoreno, pireno y fenantreno.
 - 3 muestreos, todas las muestras: Pesticidas: hexaclorobenceno, terbutilazina y oxifluorfen.
- Siempre en AR pero nunca en AS: terbutrina, diazinón (pesticidas), ácido flufenámico y propifenazona (fármacos).
- En todos los puntos de AS pero nunca en AR: fenilefrina (descongestivo) (3 muestreos, $<0,008\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$).