

NOTA TECNICA

CONTAMINACION POR NITRATOS EN AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO CAÑAS, GUANACASTE¹

Bernardo Chacón S.*, Jorge Chacón S.*

ABSTRACT

Nitrates contamination in groundwater of the Northeastern portion of Rio Cañas basin, Guanacaste. Nitrate content was studied in groundwater from the Northeastern portion of Rio Cañas basin at Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. The region comprises 367 square kilometers of the Nicoya Complex and the Rivas geological formations. Samples from 116 wells were analysed during the discharge and recharge periods of the aquifer. Anion concentrations higher than 10 mg/l were found for 16 % of the wells during the rainy season, whereas 29.5 % of them showed concentrations ranging between 10 and 45 mg/l during the same period. This was supposed to be a contamination by percolation of fertilizers down the aquifer.

INTRODUCCION

Las aguas subterráneas son un importante recurso para el suministro de agua para consumo humano.

Sus propiedades difieren notablemente de las aguas superficiales; y aún cuando su calidad es normalmente superior a la requerida para el uso mencionado, pueden ser vulnerables a la contaminación natural o a la debida a la actividad del hombre. Los nitratos son uno de esos contaminantes que pueden alcanzar niveles que son un problema serio para la salud pública. Estos pueden llegar a los acuíferos por contacto con las rocas ígneas, provenir de fuentes orgánicas o de productos químicos usados en la industria y la agricultura. La construcción defectuosa de los pozos, el grado de permeabilidad del suelo, la fertilización, las diferentes prácticas agrícolas, así como también los materiales que componen la zona insaturada, son entre otros, factores que se relacionan con la alta concentración de nitratos en las aguas subterráneas (2,4,7).

Corrientemente, el contenido de nitratos en las aguas del subsuelo se encuentra en concentraciones que oscilan entre 0,1 y 10 mg/l (2). Concentraciones mayores son peligrosas en aguas de consumo, y de modo especial para el niño durante la etapa de gestación (3), habiéndose fijado un valor máximo de 45 mg/l para el agua potable (2). Valores superiores a éste pueden producir cianosis o metahemoglobinemia. Este estudio se orientó hacia la consecución de datos de la concentración de nitratos en el acuífero de la Cuenca Superior del Río Cañas en el Cantón de Santa Cruz, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. Esta es una zona eminentemente agrícola, en donde el agua que se consume tanto para irrigación como para los quehaceres del hombre, es, en su mayor parte, de origen subterráneo.

La zona estudiada abarca cerca de 367 km² (6) de extensión y es una de las regiones de mayor importancia económica en la Península de Nicoya, con una población de 13528 habitantes (5).

En esta zona se presentan áreas geológicas con fracturas así como zonas pantanosas y lagunas. Las áreas de mayor fracturación corresponden a las rocas del complejo de Nicoya en contraste con las de la formación Rivas que muestran una densidad de fractura abierta bastante baja (5).

¹ Recibido para su publicación el 6 de mayo de 1980.

* Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

METODOLOGIA

El estudio se realizó en dos etapas. Una durante la estación seca, cuando se considera que la recarga superficial del acuífero es nula y por el contrario éste sufre una descarga como lo demuestra el hidrograma de la Fig. 1, en los meses de marzo, abril, mayo y junio de 1979. La segunda que se realizó durante la época lluviosa en los meses de setiembre y octubre, considerado el momento en el cual la lluvia ha llenado la capacidad de campo de la zona y los pozos han empezado a sufrir recarga como se muestra en el hidrograma citado. Con base en la ubicación geográfica y en la frecuencia de localización de los pozos alrededor de cierta área se efectuó una selección para la primera parte de este estudio. Se escogieron todas aquellas que se encontraban aisladas, y dos en los lugares donde se encontraban muy cerca unos de otros, (menos de 200 metros entre sí). En total se seleccionaron 116 pozos. En la segunda parte del estudio se procedió a muestrear los que se encontraban más dispersos. En las zonas con mayor número de pozos se seleccionó uno en cada una para dar un total de 44 muestras en esta etapa; ya que el principal objetivo era determinar el efecto de la recarga del acuífero sobre la concentración de nitratos.

Para la toma de las muestras, preservación y análisis de NO_3 , se siguieron las recomendaciones

de la American Water Works Ass. (A.W.W.A.) (1) y las de la U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.) (9). En el análisis del anión se usó el método de la brucina (1).

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre los factores que se relacionan con las altas concentraciones de nitratos en las aguas subterráneas está la permeabilidad moderada del suelo. La región estudiada tiene suelos que en general presentan un drenaje de moderado a bueno (6). La formación geológica de la región (5) muestra que las rocas del Complejo de Nicoya, que predominan en las zonas altas de la cuenca, presentan una gran fracturación abierta. Esto hace que a través de ellas el agua llegue más rápidamente al acuífero, y es precisamente en las zonas bajas que corresponden al aluvión, y hacia donde fluye el agua, donde se presentaron las más altas concentraciones de nitratos como se puede observar en el Cuadro 1.

En el Cuadro 2, se presenta un resumen de las concentraciones de nitrato obtenidas en las aguas analizadas. Se muestra, además, tanto en la época seca como en la lluviosa, un estado porcentual de los pozos estudiados considerando como contenido natural de nitratos un máximo de 10 mg/l (2). Se pudo constatar en las regiones cercanas a los pozos donde se encontraron con-

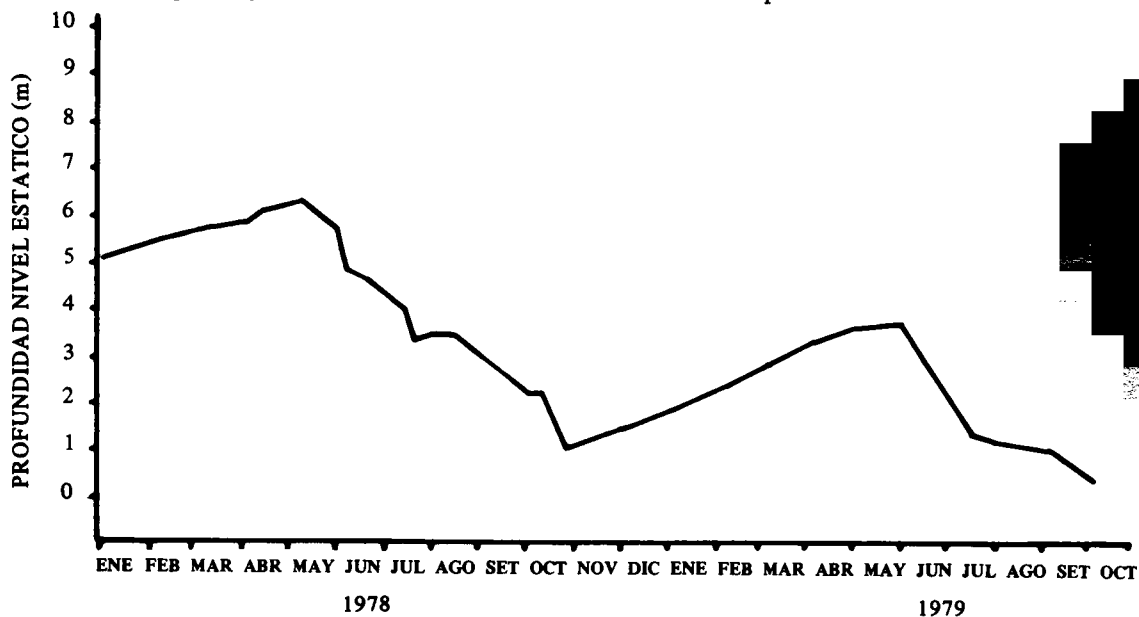


Fig. 1 Hidrograma de un pozo durante los años 1978 a 1979.

Cuadro 1. Concentración de nitratos en las dos épocas estudiadas.

| Pozo No. | Formación geológica | Concentración nitratos (mg/l) | |
|----------|---------------------|-------------------------------|------------|
| | | Epoca lluviosa | Epoca seca |
| DI-110 | CN | 5,4 | 11,9 |
| DI-118 | A | 0,7 | 35,4 |
| DI-104 | A | 21,8 | 26,2 |
| DI-138 | A | 29,6 | 25,5 |
| DI-119 | A | 79,7 | 19,8 |
| BE-011 | A | 19,4 | 11,6 |
| DI-130 | A | 7,9 | 10,7 |
| DI-187 | A | 5,4 | 10,5 |
| BE-156 | A | 14,9 | 19,5 |
| BE-153 | A | 102,5 | 18,9 |
| DI-004 | A | 32,1 | 17,7 |
| BE-155 | A | 0 | 17,7 |
| BE-148 | A | 42,2 | 15,4 |
| DI-011 | A | 28,0 | 12,7 |
| BE-157 | A | 54,4 | 12,3 |
| DI-177 | A | 0,2 | 6,6 |
| DI-133 | A | 2,8 | 6,6 |
| BR-144 | CN | 0 | 9,4 |
| DI-155 | CN | 12,7 | 9,4 |
| DI-078 | A | 12,7 | 9,4 |
| DI-019 | A | 0,2 | 8,6 |
| DI-070 | A | 1,7 | 8,6 |
| BE-140 | A | 69,0 | 8,4 |
| DI-027 | A | 49,9 | 8,2 |
| BE-141 | A | 0,4 | 8,2 |
| DI-021 | A | 32,1 | 8,1 |
| BE-008 | CN | 0 | 7,9 |
| DI-154 | A | 26,4 | 3,2 |
| DI-125 | A | 1,2 | 3,1 |
| BE-147 | CN | 4,0 | 6,0 |
| BE-017 | CN | 17,7 | 5,5 |
| DI-142 | A | 0,7 | 5,2 |
| DI-003 | A | 30,4 | 4,9 |
| DI-116 | FR | 1,0 | 4,7 |
| DI-001 | FR | 0 | 2,4 |
| BE-143 | A | 45,9 | 1,4 |
| DI-144 | FR | 0 | 0,5 |
| BE-150 | CN | 71,4 | 0,0 |
| DI-111 | A | 0,2 | 4,2 |
| DI-007 | FR | 0,5 | 3,3 |

A = Aluvión; CN = Complejo de Nicoya; FR = Formación Rivas.

Cuadro 2. Valores estadísticos para el nitrato obtenidos en ambas épocas.

| | Epoca seca | Epoca lluviosa |
|--------------------------------|------------|----------------|
| Máximo | 38,8 | 102,5 |
| Mínimo | 0,0 | 0,0 |
| Media | 10,7 | 19,4 |
| Desviación estandard | 8,8 | 25 |
| Coeficiente de variación (o/o) | 83 | 132 |

Distribución porcentual de los pozos estudiados en cuanto a su contenido de nitratos

| | Porcentaje | |
|-----------------------|------------|----------------|
| | Epoca seca | Epoca lluviosa |
| de 0 a 10,0 mg/l | 63 | 54,5 |
| de 10,01 a 45,01 mg/l | 37 | 29,5 |
| más de 45,01 mg/l | 0 | 16,0 |

centraciones altas de nitratos, la existencia actual o reciente de algún tipo de cultivo como algodón, arroz, sorgo, maíz, con predominancia del arroz.

Se determinó que la siembra de este último se realiza a principios de julio, aplicándosele una primera fertilización del tipo 10-30-10. En el mes de agosto se le aplica una segunda con fosfato de amonio y, a mediados de setiembre una tercera con urea.

Al comienzo de la época lluviosa, la siembra se inicia con una aplicación de nitratos. En la etapa de la germinación, la planta absorbe los nutrientes con más lentitud. El suelo absorbe entonces rápidamente al agua, arrastrando hacia lo profundo a los nitratos, y las lluvias hacen que éstos lleguen al acuífero.

Es lógico, por lo tanto, esperar que en setiembre las concentraciones de nitratos comiencen a subir al igual que el nivel de los pozos. Conforme avanza la estación lluviosa ocurre un efecto de dilución debido a que el volumen de agua que llega al acuífero es mayor.

El Cuadro 3 muestra la variación en la concentración de nitratos para algunos pozos en tres épo-

cas diferentes, desde marzo hasta finales de octubre. Se observa que los pozos BE-157, 150, 140, 153 y 148 y los DI-027, 138 y 119 presentan las características antes apuntadas.

Por el contrario, los pozos (BE-127, 141, 155 y DI-154, 111, 118, 187, 130 y 142) presentaron una situación inversa, es decir, la concentración de nitratos disminuyó al ocurrir la recarga. Dicha concentración aumentó posteriormente. Esto concuerda con el hecho de que prácticamente todos estos pozos se encuentran en una región de aluvión donde la permeabilidad es de lenta a moderadamente lenta (6), permitiendo así a que el nitrato sea absorbido en parte por la planta antes de ser transportado hacia el subsuelo. El hecho de que la concentración de nitratos aumente con posterioridad tiene que ver con la época de segunda y tercera fertilización.

Cuadro 3. Comparación de la concentración de nitratos en tres muestras diferentes.

| Pozo No. | A | B | C |
|----------|------|-------|------|
| BE-157 | 12,3 | 54,4 | 17,8 |
| BE-150 | 4,8 | 71,4 | 15,8 |
| BE-140 | 8,3 | 69,0 | 26,4 |
| BE-153 | 18,9 | 102,5 | 61,5 |
| BE-127 | 6,7 | 0,0 | 9,2 |
| BE-141 | 8,1 | 0,4 | 14,6 |
| BE-155 | 17,7 | 0,0 | 40,0 |
| BE-148 | 15,4 | 42,2 | 2,2 |
| BE-142 | 5,2 | 0,7 | 7,1 |
| DI-027 | 8,2 | 49,9 | 45,9 |
| DI-154 | 3,1 | 26,4 | 35,1 |
| DI-138 | 25,5 | 29,6 | 22,6 |
| DI-111 | 4,2 | 0,4 | 1,7 |
| DI-118 | 35,4 | 0,7 | 5,3 |
| DI-187 | 10,8 | 5,4 | 16,5 |
| DI-130 | 11,5 | 7,9 | 15,0 |
| DI-119 | 19,8 | 79,7 | 63,5 |

A Muestreo realizado durante los meses de marzo a junio.

B Muestreo realizado entre el 26 de setiembre y el 6 de octubre.

C Muestreo realizado el 25 de octubre.

El examen del tipo de construcción de los pozos revela que gran parte de ellos presentan paredes de concreto, lo que evita cualquier contaminación por escorrentía, aunque una gran mayoría no tienen techo que los proteja de la aplicación aérea de productos químico-agrícolas, lo que facilita la contaminación, principalmente si se toma en cuenta que esta es una zona donde la fumigación y fertilización por aire en algunos cultivos es una práctica generalizada.

LITERATURA CITADA

1. APHA-AWWA-WPCF, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 14th Edition. Washington, 1975. 1183 p.
2. DAVIS, S.N. y DE WUEST, R.J.M., Hydrogeology. First Edition, Wiley. New York. 1966. 563 p.
3. HERAS, R. Hidrología y recursos hidráulicos. II Tomo. Primera edición Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 1976. 1860 p.
4. HOLY, M. Water and the environment. First Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1971. 65 p.
5. MORA, D., Aspectos hidrogeológicos de la Península de Nicoya. Tesis de Grado. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica, 1978. 83 p.
6. PEREZ, S., RAMIREZ, E., ALVARADO, A., KNOX, E.G. Manual de clasificación de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica. 1979. 235 p.
7. PISKIN, R. Evaluation of nitrates contents of ground water in Hall County, Nebraska. Ground Water. 11: 4 1973.
8. SAENZ, G. Tabla de Valores Normales de Análisis Clínicos. Facultad de Microbiología, Departamento de Análisis Clínicos, Universidad de Costa Rica. 1972. 38 p.
9. U.S. EPA. Thechnology Transfer, Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories. North Carolina, 1972. 363 p.