

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES QUIMICAS DEL AGUA SUBTERRANEA DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO CAÑAS, GUANACASTE¹

Jorge Chacón*, Bernardo Chacón* y Alfonso Mata*

ABSTRACT

Study of the chemical properties of the ground water from the upper shed of the Cañas river, Guanacaste. Based on the boron content, the Wilcox classification and the US Salinity Laboratory norms, the underground water from the Cañas river upper shed are good irrigation waters. The water table movement profile is deduced from the isoboron curves, which show a steady increment in the boron concentration from the periphery to the geographical center of the shed. The average shape of the Stiff diagrams are characteristic for the Wilcox classes 1 and 2 encountered for the area, and their ratios are 2:1. All the patterns of behavior described for the aquifer are good basis for future comparative studies in Guanacaste and determine, as well, a much simpler sampling and monitoring operation.

INTRODUCCION

La zona de la cuenca superior del río Cañas, de unos 350 km², es una de las áreas más importantes de la provincia de Guanacaste, por sus tierras planas aptas para la agricultura, por su buena productividad y por estar bordeada por poblados que albergan un total de más de 13.500 habitantes (3). En su extremo sureste se encuentra el importante centro urbano de Santa Cruz y la zona nor-este está bañada por lagunas formadas por el ensanchamiento del cauce del río Cañas y afluentes de la zona; la periferia de estas lagunas son pantanos que han hecho del lugar un ecosistema rico en flora y fauna, refugio especialmente de aves locales y migrantes. En la zona se registran algunas de las temperaturas más altas de la Península de Nicoya, con una época seca de cuatro a seis meses (2). La poca precipitación durante la sequía puede ser uno de los factores de su lento desarrollo socioeconómico, ya que en esa época se registran de 400 a 500 mm de déficit de agua (9).

Con este estudio se trata de determinar, con base en el análisis de las aguas subterráneas, la calidad química en relación con la irrigación y los aspectos básicos del movimiento de agua dentro del manto acuífero. Se estudiaron, entre otras variables, la distribución del boro, la conductividad específica, el porcentaje de sodio, calcio y magnesio.

MATERIALES Y METODOS

Muestreos. La mayoría de los muestreos se realizaron en la época seca, de marzo a junio, cuando no hay recarga superficial del acuífero sino que existe descarga del manto, tal como lo demuestran los hidrogramas de varios pozos para el período de 1977 a 1979. Se seleccionaron 116 pozos de la cuenca, de la siguiente manera: a) todos los que se encontraban aislados y b) dos en cada zona donde estaban muy cerca unos de otros, a menos de 200 m entre sí. También, se realizaron muestreos durante la época lluviosa (setiembre y octubre) calculando que en esa época ya se ha llegado a la capacidad de campo y se logra la recarga de los pozos, con base, también, en los hidrogramas citados. Estos muestreos se hicieron con la finalidad de seguir las tendencias en la distribución de las especies

¹ Recibido para su publicación el 4 de mayo de 1981.

* Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

químicas estudiadas. Para este efecto se seleccionaron 44 pozos, con los mismos criterios de ubicación geográfica y frecuencia en determinadas áreas, excepto que se escogió uno de las zonas de aglomerados, y todos los aislados. Para la toma de muestras, preservación y análisis se siguieron las recomendaciones de la APHA, AWWA y WPCF (1) y de la US. EPA (11).

Análisis El boro se analizó por el método colorimétrico de la curcumina, usando un Spectronic 20; el sodio se analizó por fotometría de llama usando un fotómetro Coleman 21; la dureza total se determinó con AEDT, con Eriocromo negro T indicador; la conductividad específica se estudió con un conductímetro HACH; el calcio se determinó con el AEDT y murexida como indicador.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de la calidad de agua se hizo por medio de un programa computarizado desarrollado para este estudio (6), y se basó en la clasificación de Wilcox (8). Esto permitió analizar gran cantidad de datos. Este método de clasificación se basa en la relación gráfica de los parámetros de conductividad específica y el porcentaje de sodio, conocida como diagrama de Wilcox. Un 98% de los pozos analizados durante la época seca se clasificaron en la clase 1, de excelente a buena y sólo un 1,7% en la clase 2, de buena a aceptable. Los pozos que no se clasificaron en la primera categoría están en la zona geográfica de mayor dureza (7) por lo que presentan una alta conductividad, igual o mayor que $750 \mu\text{s}/\text{cm}^2$ pero presentan valores de sodio de 9,5%, relativamente más bajos, y que los coloca, en realidad, en el límite entre las clases 1 y 2.

Los valores extremos obtenidos para el boro, de acuerdo con el Cuadro 1, determinan que estas aguas son excelentes, aun para cultivos sensibles al boro (14). Según los valores extremos obtenidos (Cuadro 1) para la razón de adsorción del sodio, RAS (12) y de conformidad con la norma USSL (10), estas aguas presentan bajo peligro de sodificación y de medio a bajo peligro de salinidad.

Los valores obtenidos para el boro sustentan las curvas de mejor ajuste para valores iguales, tal como aparecen en la Fig. 1. En estas curvas de isoboro podemos apreciar la congruencia que existe con las curvas isofreáticas para la misma época (7),

Cuadro 1. Valores estadísticos para el boro y la RAS (relación de adsorción de sodio) para la época seca.

	Boro (mg/l)	RAS
Máximo	0,23	1,09
Mínimo	0,04	0,22
Media	0,14	0,42
Desviación estándar	0,04	0,12
Coefficiente de variación	29	28

en el sentido de que las aguas subterráneas se mueven confluyendo hacia la cuenca del río Cañas. El patrón que siguen las curvas, de concentraciones bajas en la periferia de la cuenca a concentraciones mayores (valores de 0,13 a 0,20 ppm en la época seca) que confluyen hacia el mismo punto geográfico, alrededor de la zona elevada en el centro de la planicie, coincide con las observaciones hechas para otras especies (7). Este comportamiento del Acuífero permitirá, más fácilmente, llevar un control de las variaciones anuales del boro, ya que con un solo transecto con menos pozos, sería suficiente para estimar el mapa del isoboro.

Existe una disminución en la concentración de boro al pasar de la época seca a la lluviosa (los valores bajan de 0,13–0,20 a 0,08–0,16 ppm). Esta disminución se debe a que las rocas que ceden boro lo hacen muy lentamente y al ocurrir la recarga del acuífero, en la época lluviosa, hay dilución y el agua tiene poco tiempo de estar en contacto con el subsuelo.

Para facilitar futuros diagnósticos en la calidad de las aguas para irrigación en el área, se estudiaron las características de los pozos analizados según el método de Stiff (5, 13). La utilidad de los diagramas de Stiff estriba, sobre todo, en la rápida comparación cuantitativa entre varios análisis si se cuenta con un programa de computación adecuado. Tiene la ventaja, sobre otros métodos como el de Durov y el de Piper (7), de que indica la especiación en valores absolutos. En el Cuadro 2, se presentan los valores estadísticos para los pozos,

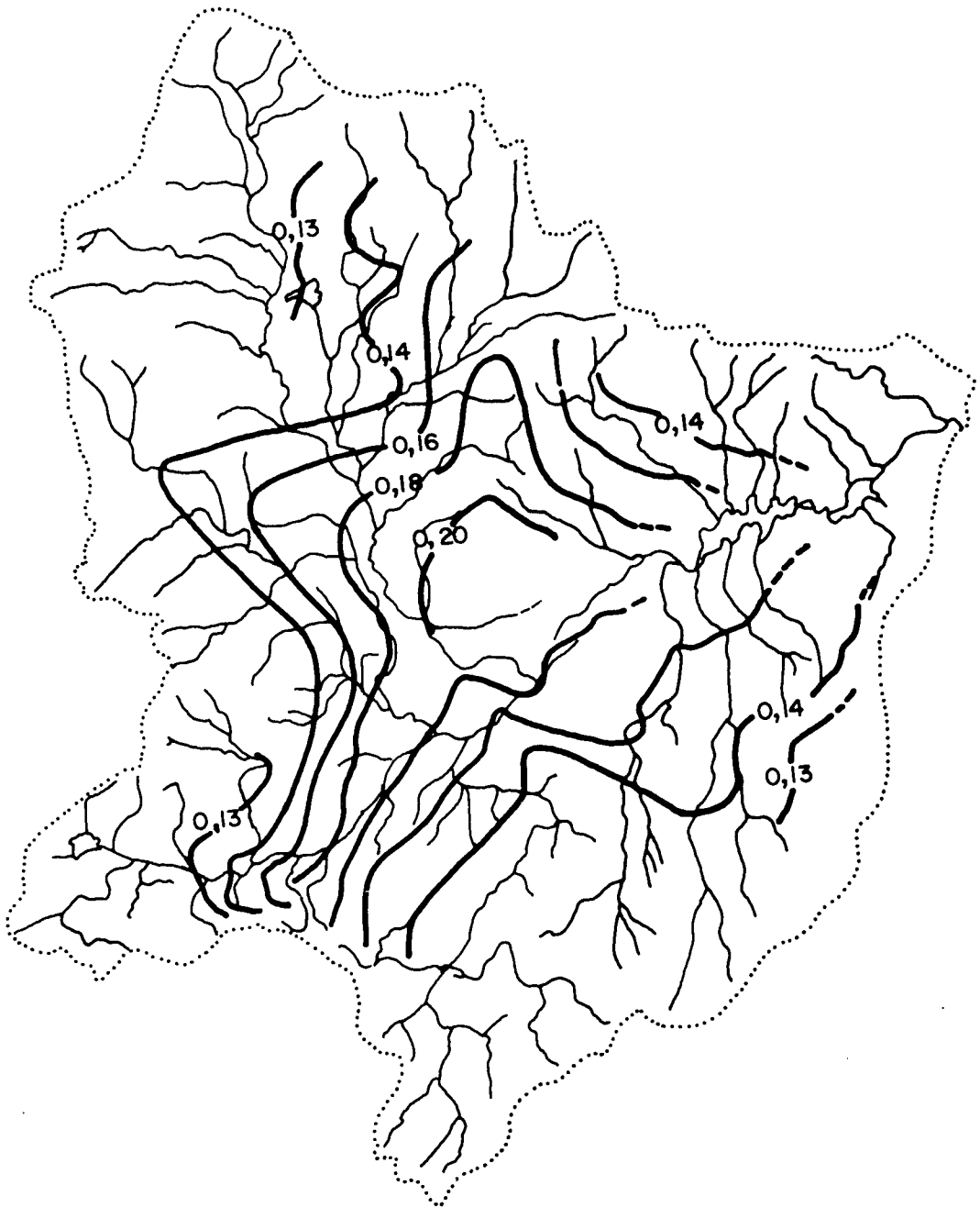


Fig. 1. Curvas de isoboro para la estación seca de 1979, en la zona de la Cuenca superior del río Cañas.

tanto en la época seca como en la lluviosa, según las clases 1 y 2 de Wilcox. Los resultados obtenidos durante la época seca, época de irrigación, son los más interesantes, sin embargo, se han incluido

los resultados de la época lluviosa como comparación. Con estos datos se construyó la Fig. 2 en que se nota el patrón diferente para el diagrama de las dos clases, en ambas épocas, con un contraste

Cuadro 2. Valores estadísticos para los Diagramas de Stiff de las clases de Wilcox.

meq/l	Epoca seca		Epoca lluviosa	
	Clase 1	Clase 2	Clase 1	Clase 2
Ca	2,23	4,16	2,31	4,83
Mg	1,51	3,28	1,42	3,91
Na + K	0,57	0,78	0,56	0,86
Fe	0,00018	0,00	0,00030	0,0012
HCO ₃ + CO ₃	3,74	6,85	3,35	4,74
SO ₄	0,13	0,55	0,10	0,53
Cl	0,22	0,70	0,45	2,26
NO ₃	0,17	0,10	0,25	1,23
B (mg/l)	0,14	0,21	0,13	0,20
Conductividad (μS/cm ²)	392	763	398	908

marcado en la época lluviosa. La diferencia esencial es que el área del diagrama del agua de la clase 2, sobre la de la clase 1 está en relación de 2:1. Se obtuvieron relaciones similares entre la longitud de las líneas horizontales de Ca + CO₃ + HCO₃ y entre las conductividades, como se observa en el Cuadro 2. De este comportamiento y de las tendencias del boro y otros elementos, *vide supra*, se concluye que una vez conocidos los patrones de la especiación del área a nivel de pozos, las determinaciones de vigilancia (monitoreo) y diagnóstico general se simplifican grandemente. Se están realizando nuevas determinaciones en el área con esta metodología.

LITERATURA CITADA

1. APHA, AWWA y WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 14 ed. Washington, 1975. 1183 p.
2. COSTA RICA. INSTITUTO DE FOMENTO Y ASESORIA MUNICIPAL. Estudio de desarrollo regional. Atlas, 1974. v. 1. San José, Costa Rica, 1974.
3. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Población de la República de Costa Rica por provincias, cantones y distritos. Estimación al 1 de julio de 1978. San José, Costa Rica, Dirección General de Estadística y Censos, 1978.
4. CHACON, J. Estudio hidrogeográfico del acuífero de la cuenca superior del río Cañas, Guanacaste. Tesis, Licenciado en Química. San José, Costa Rica, Universidad, Escuela de Química, 1979. p. 15.
5. IBID. p. 143.
6. CHACON, J. y CHACON, B. Datos sin publicar.
7. CHACON, J., CHACON, B. y RODRIGUEZ, A. Evaluación química del agua subterránea en la cuenca superior del río Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Ciencia y Tecnología Química 5 (1): 8-16. 1981.
8. HERAS, R. Hidrología y recursos hidráulicos. Madrid, Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, 1976. v. 11, 1860 p.
9. MORA, D. Aspectos hidrográficos de la Península de Nicoya. Tesis, Licenciado en Geología. San José, Costa Rica, Universidad, Escuela Centroamericana de Geología, 1978. 83 p.

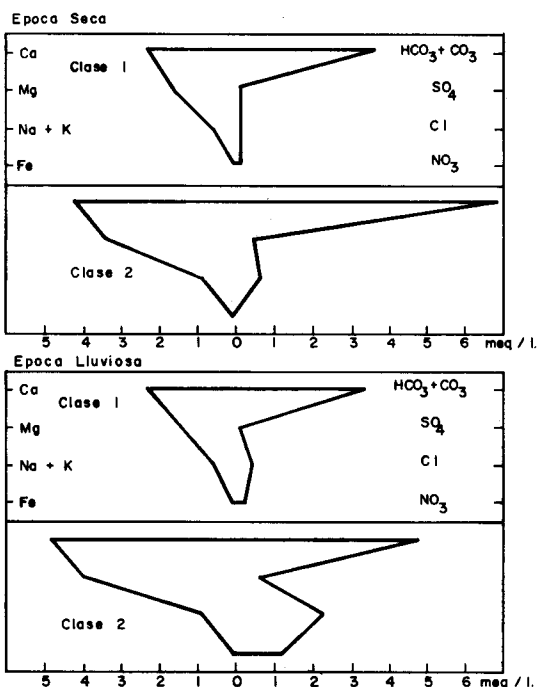


Fig. 2. Patrones de Stiff para pozos de las Clases 1 y 2 durante la época seca y la época lluviosa.

10. PERSONAL DEL LABORATORIO DE SALINIDAD DE LOS U.S. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, Limusa, 1974. p. 86.
11. US. EPA. Handbook for analytical quality control in water and wastewater laboratories. North Carolina, 1972. 363 p.
12. US. GEOLOGICAL SURVEY. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Water Supply Paper 1473. p. 228.
13. IBID. p. 262.
14. IBID. p. 329.