

CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DEL VALLE DEL CAUTO

Yumisleidys Sánchez Sánchez⁽¹⁾, Constantino de Miguel Fernández⁽¹⁾ y Sylvain Rochene⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Superior Minero Metalúrgico, ISMM s/n Las Coloradas, Moa, Holguín, Cuba, Email: ysanchezs@ismm.edu.cu; cdemiguel@ismm.edu.cu

RESUMEN

El Valle del Cauto se caracteriza por una intensa actividad agrícola y poblacional, previéndose en las próximas décadas un déficit de agua. Datos de pozos adquiridos en estudios precedentes en el área, permitieron confeccionar una base de datos hidroquímicos. A partir del procesamiento de estos datos se obtuvieron nuevos mapas hidroquímicos de mineralización y los tipos de aguas, los cuales fueron interpretados y correlacionados con el mapa geológico de Cuba escala 1:250 000, el mapa geológico digital de la provincia de Holguín a escala 1: 100 000 y el Léxico Estratigráfico. La investigación refleja que según las condiciones hidrogeológicas presentes en el territorio, se infiere la existencia de varios factores que propician la salinización de los suelos en el territorio, entre ellos los más importantes son: mineralización y tipos de aguas, profundidad de yacencia de las aguas y litología de la zona no saturada.

ABSTRACT

The Cauto Valley is characterized by an intense agricultural and populational activity, being foreseen in next decades a deficit of water. Data of acquired wells in precedent studies in the area, allowed to make a database hydrochemical. Starting from the prosecution of these data new maps mineralization hydrochemical and the types of waters were obtained, which were interpreted and correlated with de geologic map of Cuba it climbs 1:250 000, the digital geologic map of the county of Holguín to scale 1:100 000 and the Stratigraphic Lexicon. The reflective investigation that according to the hydrogeological condition present in the territory, the existence of several factors is inferred that propitiate the salinization of the floor in the territory, among them the most important are: mineralization and types of waters, depth of lie of the waters and lithology of the not saturated area.

INTRODUCCIÓN

En la región oriental existe un área denominada cuenca del Cauto, la cual está ubicada en territorios de las provincias orientales de Las Tunas, Holguín, Granma y Santiago de Cuba, que a su vez representa parte de una Cuenca Artesiana de grandes dimensiones denominada Cuenca Artesiana del Caribe Oriental (De Miguel, 1996), que ocupa en el territorio nacional varias provincias, extendiéndose desde la provincia Santiago de Cuba hasta Sancti Spíritus, con su mayor desarrollo bajo las aguas del mar Caribe.

Formando parte de esta inmensa cuenca se encuentra imbuida nuestra área de estudio, catalogada como Valle del Cauto, con un área de 2188 km² y comprendida solo en la provincia de Holguín. El territorio de estudio está limitado al norte por el Macizo Hidrogeológico (M.H.) Holguín, al este con la Cuenca Artesiana (C.A.) Nipe y al sur por el río Cauto.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La metodología aplicada en la investigación para la caracterización hidroquímica del Valle del Cauto, se basa en los métodos tradicionales, partiendo de la recopilación y análisis de la información geólogo-hidroquímica existente en el INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos) – Holguín.

Esta información, concentrada en numerosos informes y expedientes de pozos perforados por especialistas del INRH, entre los años 1963 y 2006, con fines de fuente de abasto de agua a distintos objetivos económicos y sociales dispersos, acueductos de pequeñas comunidades y en menor cuantía en riego, se complementó con información del Mapa Geológico Digital de la Provincia de Holguín a escala 1: 100 000 (2002), Mapa Geológico de Cuba a escala 1:250 000 (1985) y su Léxico Estratigráfico (1994).

Seguidamente se procedió al procesamiento de los datos de pozos recopilados, y elaboración de los mapas hidroquímicos de mineralización y quimismo a escala 1:250 000, auxiliándonos de programas y software, como el Surfer® versión 8.01 – may 9 2002 (Surface Mapping System, Copyrightc1993-2002, Golden Software, Inc) y Digder 3.02, después de elaborada la base de datos hidroquímica.

El mapa de mineralización refleja las isolíneas de la mineralización en g/l de la zona de estudio, con una graduación predominantemente de menos de 1g/l, de 1 a 2 g/l, de 2 a 3 g/l y mayor de 3 g/l.

El mapa de quimismo presenta los distintos tipos de aguas presentes según los elementos químicos predominantes con contenido mayor de 25 %equiv que se encuentran en la región de estudio.

Posteriormente, con el objetivo de revelar las características hidroquímicas del Valle del Cauto, efectuamos la interpretación correspondiente en cada uno de los casos.

RESULTADOS

Como resultados de la investigación, se realizó la caracterización y clasificación de las aguas subterráneas del Valle del Cauto a partir de su quimismo, obteniéndose mapas hidroquímicos de mineralización y quimismo.

DISCUSIÓN

Condiciones paleohidrogeológicas y su influencia en el quimismo de las aguas subterráneas del Valle del Cauto

En el Valle del Cauto durante el período de su formación y en relación con las condiciones actuales, debe destacarse que durante los períodos del Mioceno Inferior (N_1) hasta el Cuaternario (Q) sufrió distintos procesos de ascensos, descensos y gran número de transgresiones y regresiones marinas, siendo las principales transgresiones: Vedado ($N_2 - Q_1$), Guevara (Q_2) y Camacho - Salado (Q_3), (De Miguel, 1986)

Etapa del Eoceno: En este período el territorio estuvo bajo el mar, al este y norte ya existían regiones montañosas de la Sierra Maestra y Holguín en las que se desarrollaba la denudación bajo la acción del intemperismo, y los productos de esta eran transportados por los ríos hasta el mar. De tal forma, en el fondo del mar se depositaban tanto residuos carbonatados como efusivos de las erupciones volcánicas submarinas, y en la línea de costa, sedimentos terrestres y mezcla de ellos con sedimentos marinos.

Etapa Oligoceno – Plioceno: En esta etapa ocurrió una prolongada estabilización de la transgresión marina, esa estabilización era relativa, ya que la línea de costa constantemente cambiaba su posición tanto avanzando tierra adentro como retrocediendo.

Etapa Plioceno - Cuaternario: En esta etapa se sucedían las transgresiones y regresiones del mar con deposición de materiales tanto de origen terrestre como marino, predominantemente se formaron

formaciones desde grava - arenosas hasta arcillosas, su deposición era caótica tanto en planta como en perfil debido a los constantes cambios de la línea de costa, de la intensidad de la denudación y de sedimentación, por ello durante este período no se formaron estratos ni horizontes con espesores estables en grandes áreas.

De lo anteriormente expuesto se desprende, que las formaciones geológicas desarrolladas y presentes en el territorio del valle correspondieron a estas edades geológicas, sean tanto de origen continental como marino, ocurriendo a la vez deposición de sedimentos mezclados de origen terrestre y marinos.

En la configuración actual del relieve se reflejan los procesos desarrollados durante el Holoceno (Q_4), cuando se desarrolló la última transgresión marina y durante su regresión, fueron acumuladas en gran parte de su territorio las formaciones sedimentarias de la cubierta actual, en las que están presentes rocas y sales evaporitas, que influyen en gran forma en la composición química de las aguas subterráneas que predominan en el territorio del Valle del Cauto.

Caracterización del Valle del Cauto a partir de la Hidroquímica

A través de la mineralización se caracteriza el contenido de aniones y cationes presentes en las aguas subterráneas. En las aguas naturales se han encontrado más de 60 elementos, los cuales están presentados en formas de iones, moléculas no disociadas y coloidales. La mineralización del agua caracteriza el contenido total de la materia, expresando el peso de la misma en mg/l, g/l y en algunos casos en Kg/l. La mineralización de las aguas es un factor a analizar en la determinación para la utilización de las aguas con distintos fines. De tal forma, la mineralización está dada por la expresión siguiente:

$$M = \frac{\sum m.m - \left(\frac{HCO_3}{2}\right)}{1000} - g/l$$

Donde: $\sum m.m$ - Suma de la materia mineral determinada en el análisis (iones más moléculas no disociadas) –mg/l = SST (Sales Solubles Totales).
 HCO_3 – mg/l. (De Miguel, 1999)

En la región de estudio, el quimismo de las aguas subterráneas es muy variado en dependencia de la litología y la constitución mineralógica de las rocas (Figura 1).

Las mayores variaciones del quimismo están presentes en las zonas premontañosas donde predominan rocas de edad Paleogénica, próximas a los límites con el M.H. Holguín y con la C.A. Nipe, donde coexisten también rocas del Mioceno.

De tal forma, en la zona premontañosa del valle existen aguas de los siguientes tipos:

Aguas Hidrocarbonatadas-Sódicas. Forman una franja que se extiende desde San Agustín hasta el Manguito, quedando en su extremo oeste el poblado de Buenaventura, extendiéndose esta franja al noroeste de Buenaventura hasta Guaramanao. Aguas de este tipo están presentes también, en forma de franjas o límites al suroeste de la Presa Güirabo hasta unos 7 Km. al suroeste de Cristino Naranjo, y otra a unos 5 Km. al noreste de Cacocum, otra desde Mayabe hasta unos 10 Km. al sureste y desde San Germán al sur y este del mismo hasta los límites con la C.A. Nipe.

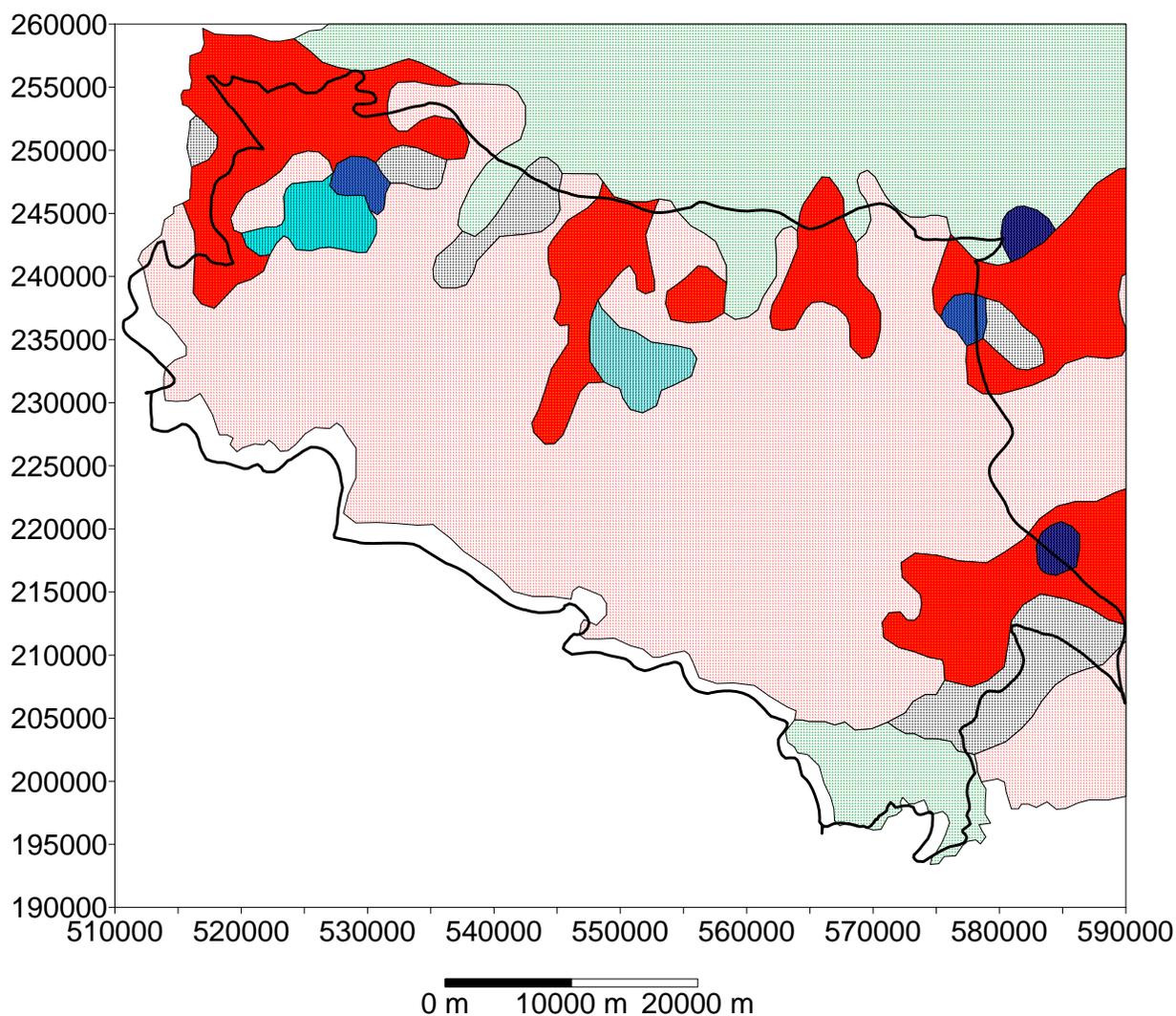


Figura 1. Mapa de quimismo del Valle del Cauto.

Aguas Hidrocarbonatadas-Cálcidas. Existen en forma de pequeños lentes próximos al límite con la provincia Las Tunas (entre Las Parras y Jagüeyes), en Las Calabazas, al norte del C.A.I. Maceo (tramo Arroyo Blanco) y en zonas próximas al río Cauto en los límites con la provincia Santiago de Cuba.

Aguas Hidrocarbonatadas-Magnésicas. Se encuentran en distintas zonas próximas a los límites con el M.H. Holguín, en forma de franja que se extiende de norte a este y en la margen izquierda del río Cauto, próximas a los límites con la provincia Santiago de Cuba.

Aguas Cloruradas-Magnésicas. Están formando dos lentes de regulares dimensiones en el tramo Arroyo Blanco hasta 4 Km. al sureste de Buenaventura, y el otro comprendiendo los poblados de Cacocum y Cristino Naranjo.

De interés para investigaciones futuras con fines, no de abasto de agua potable, en el valle están presentes tres lentes de Aguas Sulfuradas-Sódicas presentes, el primero ubicado a unos 3 Km. al norte de Mir, el segundo en La Caridad por la carretera de Las Tunas, entre los poblados Las Calabazas y San Lorenzo, en el extremo norte del tramo Arroyo Blanco; y el tercero en San Lorenzo, a unos 3 Km. al suroeste de Barajagua en los límites con la C.A. Nipe.

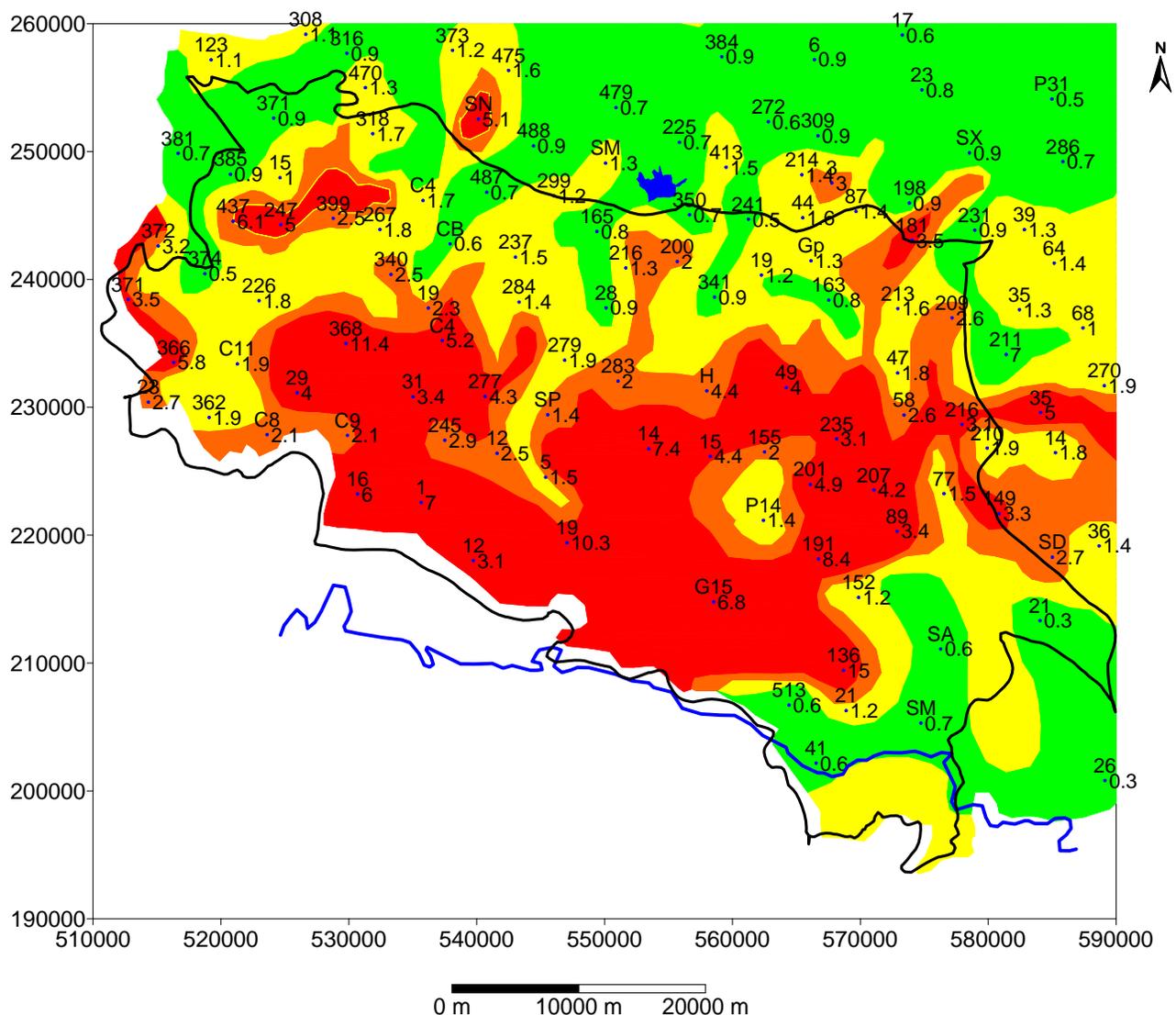
En la zona llana de la cuenca y ocupando la mayor parte del Valle del Cauto en la provincia, predominan las Aguas de tipo Clórico-Sódicas, las cuales en forma de franja se extienden al norte hasta las proximidades con el límite del M.H. Holguín, con desarrollo al oeste hacia la provincia Las Tunas, al sur hacia la provincia Granma y al este hacia la C.A. Nipe. Estas aguas que no presentan relaciones con la situación actual del mar, sí dependen directamente de la existencia de sales de origen marino en los sedimentos areno-arcillosos y carbonatados de las edades Paleógeno, Neógeno y Cuaternario, cuando en el proceso de formación del territorio actual de la Isla de Cuba existió un gran número de transgresiones y regresiones del mar, quedando hasta la actualidad esas sales en la constitución de las rocas acuíferas (y en la zona no saturada), donde por existir poca permeabilidad existe un intercambio hídrico muy dificultoso, por lo que el lavado de las sales, a pesar de las cotas del territorio, no se ha efectuado en su totalidad.

La mineralización de las aguas subterráneas en el Valle del Cauto es muy variada (Figura 2), debido a los distintos factores que influyen en la composición química de las aguas, de tal forma, en la zona premontañosa donde se encuentran las rocas cristalizadas, agrietadas y carbonatadas con alta permeabilidad existiendo condiciones para el lavado de sales de origen marino, predominan las aguas con mineralización menor de 1g/l, según la Clasificación de Aliokin son aguas dulces. En la parte central (Arroyo Blanco, La Mir, Yolanda, Pedernales) bajando hacia al sur, la mineralización de las aguas tiende a aumentar, predominando valores de 1 a 2 g/l que según Aliokin son aguas poco salinizadas, existiendo algunos tramos con aguas saladas superando los 3 g/l, debido a las aguas marinas depositadas en los acuíferos en el transcurso de la formación de los mismos o por depositación posterior, durante la ocurrencia de transgresiones marinas que inundaron varias veces el actual territorio de estudio.

En la zona llana de la cuenca, la mineralización de las aguas es superior a los 2 g/l, llegando a alcanzar más de 10 g/l (zona entre 4-10 Km. al oeste de Maceo, zona Lewiston – Altragracia a unos 10 Km. al sureste de Cacocum, zona Yagüabo y zona Cauto Tres – La Choricera al suroeste del tramo Coto); según Aliokin son aguas muy saladas donde existen sales en los sedimentos que son de origen marino y marino - aluviales mezclados. Debemos señalar la relación existente entre “tipo de agua, constitución mineralógica de los sedimentos y la litología” presentes en el Valle del Cauto, que son depósitos cuaternarios de la Fm. Cauto (arenas, arenas arcillosas y arcillas), por lo que las sales existentes en el territorio de origen marino, se manifiestan en los acuíferos debido a su baja permeabilidad, que ha proporcionado un deficiente lavado de los sedimentos, por lo que hasta la actualidad aún se encuentran en ellos.

En las proximidades del río Cauto, donde las aguas subterráneas se encuentran influenciadas por el escurrimiento superficial del río, la mineralización de las aguas tiende a disminuir, llegando a alcanzar

mineralización inferior a 1g/l en terrazas bajas donde existen aguas hidrocarbonatadas-cálcicas y magnésicas.



Leyenda

Mineralización predominante g/l

Mayor de 3

De 2 a 3

De 1 a 2

Menor de 1



Presa Güirabo



Arriba número de pozo



Abajo mineralización g/l



Límite de la zona de estudio

Figura 2. Mapa de mineralización de las aguas subterráneas del Valle del Cauto.

El estudio de la profundidad de yacencia de las aguas subterráneas (Figura 3), conjuntamente con la litología de la zona no saturada, condiciona la mayor o menor posibilidad de contaminación de las aguas subterráneas, caracterizando la vulnerabilidad de las aguas subterráneas ante la

consumo humano y desarrollo agrícola del territorio, ante la alarmante contaminación de los recursos hídricos, la escasez de alimentos y la deprimente crisis económica mundial que ya es palpable en estos momentos.

CONCLUSIONES

1. El quimismo de las aguas subterráneas del Valle del Cauto es muy variado, existiendo aguas desde hidrocarbonatadas - cálcicas, hidrocarbonatadas - magnésicas, hidrocarbonatadas - sódicas, cloruradas - magnésicas, cloruradas - sódicas y sulfuradas - sódicas.
2. La mineralización de las aguas subterráneas en el Valle del Cauto en correspondencia con el tipo de agua es muy variada, debido a los distintos factores que influyen en la composición química de las aguas, principalmente debido a procesos paleohidrogeológicos que se desarrollaron en distintas épocas geológicas y que aún ejercen su efecto en el quimismo de las aguas subterráneas del territorio, de ahí que en la zona premontañosa donde existen rocas cristalizadas, agrietadas y carbonatadas con alta permeabilidad, predominan las aguas con mineralización menor de 1g/l, y en zonas llanas supera los 3 g/l; llegando a alcanzar en algunas áreas hasta 11,3 g/l.
3. Por las condiciones hidrogeológicas presentes en el territorio del Valle del Cauto se desprende que existen factores que pueden propiciar la salinización de suelos en el territorio, siendo los principales: mineralización, tipos de aguas presentes, profundidad de yacencia de las aguas y litología de la zona no saturada y sus propiedades de ascensos capilares.

BIBLIOGRAFÍA

- Colectivo de autores, 1985. Mapa Geológico de Cuba a escala 1:250 000. ACC.
- Colectivo de autores IGP, 1994. Léxico Estratigráfico. ACC.
- Colectivo de autores, 2002. Mapa Geológico Digital de la Provincia de Holguín a escala 1: 100 000. ACC.
- De Miguel, C., 1986. Formación y evaluación de reservas de explotación de aguas subterráneas en formaciones Mioceno – Cuaternarias de la cuenca del Cauto República de Cuba. Tesis Doctoral, LGI, San Petersburgo: 182p.
- De Miguel, C., 1996. Regionalización hidrogeológica de la provincia de Holguín. INRH, Holguín, Cuba.
- De Miguel, C., 1999. Hidrogeología Aplicada. 1. ed. La Habana: Félix Varela, 453p.
- Rocheneil, S., 2008. Caracterización hidrogeológica de la cuenca del Cauto de la provincia de Holguín (Valle del Cauto). Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, Holguín, Cuba: 49p.