

# **CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES DE PEDERNALES Y LA PASTORA, EN EL SUROESTE DEL POBLADO DE CAYAJABOS, SIERRA DEL ROSARIO**

Maritza E. Llerena Portilla (Instituto de Geografía Tropical); Juan Reyneiro Fagundo Castillo (Centro Nacional de Termalismo); Griselda Benítez (Centro Nacional de Investigaciones Científicas).

## **RESUMEN**

Se presentan los resultados de la caracterización hidroquímica de las aguas minerales que emergen en las cercanías del poblado de Cayajabos, en la provincia La Habana. Estas aguas de tipo bicarbonatadas cálcicas y de mediana mineralización fueron usadas con fines curativos durante los siglos XIX y XX, su principal componente de carácter terapéutico es el 0sulfhídrico, por lo que desde el punto de vista balnelógico clasifican como sulfuradas cálcicas.

## **INTRODUCCIÓN**

Cuba por su historia geológica y desarrollo de los procesos tectónicos, es rica en yacimientos de aguas minerales y mineromedicinales, por lo general estas aguas emergen a través de manantiales ubicados en la zona de contacto de las secuencias rocosas o a través de grietas asociadas a las fallas, aprovechando las discontinuidades que se producen por el tectonismo. En la mayoría de los casos afloran al pie de la montaña y en los cauces de los ríos.

Se entiende, por agua mineral natural aquella agua subterránea (manantial o pozo), que se diferencian claramente del agua potable ordinaria, por la presencia de oligoelementos, composición química, temperatura y caudales estables; así como por mantener la pureza (Armijo-Valenzuela, y San Martín, 1995; N.C. 93-01-218, 1995; Romero, 2000).

De acuerdo a las normas establecidas, un agua medicinal es la que tiene propiedades curativas, independientemente de su concentración de sales minerales en solución, de su radioactividad y de su flujo. Dentro de estas las que poseen más de 1g/l de sales solubles denominan aguas minerales. Se consideran como oligominerales, aquella que poseen concentraciones de sales solubles menor de 1g/l y ninguno de sus elementos por separado cumplen los parámetros establecidos en las normas internacionales para agua mineromedicinales para uso externo. Aunque las normas de algunos países (Gramova, V., V. Nelubin y V. Yuriev, 1994; Armijo-Valenzuela, y San Martín, 1995) consideran aguas sulfuradas las que poseen más de 10 mg/l de componentes sulfurados (sulfhídrico, sulfhidrilo, sulfuro), en Cuba se considera como tal aquellas aguas que sobrepasan 1 mg/l (N.C. 93-01-218, 1995).

La acción de las aguas mineromedicinales se debe al conjunto de sales disueltas que contienen, y no a un elemento específico; se caracterizan por sus propiedades diuréticas, rápida absorción, circulación y eliminación por el organismo.

En nuestro país existen numerosas fuentes de aguas minerales y mineromedicinales, muchas de ellas fueron descubiertas y descritas por el colectivo de investigadores que trabajó en el Instituto de Hidrología y Climatología Médicas bajo la dirección del Dr. Víctor Santamarina (Albear, 1947; Trelles, 1948), las cuáles poseen características terapéuticas y rehabilitados, otras con menor grado de mineralización han sido utilizadas como aguas minerales de mesa por sus propiedades digestivas.

## **SÍNTESIS HISTÓRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

Las propiedades medicinales de las aguas minerales y mineromedicinales de los ríos Pedernales y La Pastora en la Sierra del Rosario, se conocen por sus habitantes desde 1868, sobresaliendo como centro recreacional curativo importante entre el siglo XIX y el Siglo XX (Albear, 1947).

Varios científicos de renombre como Tomás Romay, anteriormente recomendaban a sus pacientes utilizar esas aguas en la rehabilitación de algunas enfermedades.

También en el campo del arte encontramos a Moisés Simons, quién pasaba largas vacaciones en esta región; allí cantaba y componía canciones, acompañado de su esposa que padecía de afecciones reumáticas y encontraba alivios con esas aguas.

Existió un balneario cuyos dueños fueron los hermanos Miguel Francisco y Lorenzo Galatas, que contaban con dos pocetas una individual y otra colectiva, cuyas aguas se utilizaban con fines curativos como bebida y para uso externo (balneológico). Sus fuentes se nombraban La Paila y el Tigre. La instalación contaba con alrededor de 20 casas de madera, cuya estructura se componía de techo de guano y piso de tierra. Estas casas eran alquiladas a precios razonables, además de ofertarse los tratamientos con las aguas, se ofrecían actividades recreativas tales como bailables, show, etc. No existía en ese entonces carreteras, la transportación era a través de coches, piniguas, caballos y automóviles particulares. Las personas que en ocasiones visitaban este balneario tenían poder adquisitivo.

En la década del 30 la familia Galata vende la finca donde se encontraba el balneario a un señor de apellido Mesa, quien la utilizó para el bienestar personal, después decide ponerla en venta y fue comprada por Rosendo Palacios, que realizó cambios en las actividades curativas y recreativas que allí se realizaban. Así comenzó a pastar ganado vacuno en aquel sitio, lo que conllevó a la contaminación de las aguas y eliminación del balneario. En la actualidad existen las ruinas de los baños y vaquerías cercanas al mismo.

## **UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LOS MANANTIALES (RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DEL ROSARIO)**

El área se encuentra ubicada en la parte más oriental de la Cordillera de Guaniguanico, en la Sierra del Rosario; con 250,7 km<sup>2</sup> de extensión, correspondiendo la mayor parte a la provincia de Pinar del Río y la restante a la provincia La Habana, al sur de la bahía de Cabañas.

La Reserva de la Biosfera se encuentra en una zona montañosa con elevaciones que fluctúan entre 140 - 560 m. El sistema orográfico se caracteriza por tener cordillera pronunciadas, en muchos casos con pendientes fuertes, a veces abruptas, cubiertas de un bosque secundario joven con estrechos valles entre las montañas. Se destacan las alturas El Taburete, El Mulo, Las Peladas, El Rubí y El Mogote; el punto más culminante es El Salón (565 m). La hidrología está caracterizada por una red de drenaje superficial bastante densa, con gran cantidad de cañadas intermitentes. Los ríos de régimen permanente como El Bayate, aprovechan la línea de falla para cavar sus cauces, siendo el más importante el San Juan, el cual entre las elevaciones del El Salón y El Taburete

estrecha su valle hasta 200 m, corriendo sus aguas a 250 m por debajo de las cumbres mencionadas. El río Manantiales, afluente del Bayate donde se encuentra el área natural turística Soroa, cuenta con un salto de agua de 20 m de altura.

El área de la Reserva tiene una estructura geológica muy compleja, con una gran diversidad de rocas en litofacies muy diferentes en composición y texturas, que dan lugar a suelos muy característicos y que varían lateralmente en distancias muy cortas, tanto en sentido latitudinal como longitudinal. Se puede decir literalmente, que cada valle o altura de esta región presenta suelos diferentes, lo que determina grandemente el endemismo de la flora, tan característico de esta interesante zona geográfica.

En cuanto a los hábitats terrestres (Herrera, 2001) posee varias formaciones vegetales: bosques siempreverdes, semidecuidos, pinares, cuabales, complejo de mogotes y vegetación secundaria. Considerando estas formaciones naturales, la más extendida es el bosque tropical siempreverde, con árboles hasta 40 m de altura y coincidencias afines con las selvas neotropicales.

En las comunidades herbáceas se presenta con relativa abundancia la orquídea terrestre Bletia purpurea, acogida como símbolo de ésta Reserva.

También se localizan pequeñas áreas de serpentinitas, no mayores de 0.25 km<sup>2</sup> en cada caso, en las que se representan matorrales xeromorfo espinosos (cuabales).

En este lugar la fauna de vertebrados está caracterizada, como en el resto del país, por la escasez de mamíferos y una mayor abundancia de aves, reptiles, anfibios e invertebrados.

Entre los mamíferos se encuentran representados los roedores pertenecientes a la Familia Capromyidae: Capromys pilorides (jutía conga) y Capromys prehensiles (jutía carabalí). También se han introducido las ratas Rattus rattus y Rattus norvergicus, y la mangosta Herpester aureopunctatus aureopunctatus.

Las aves ejercen una gran influencia en el equilibrio ecológico, debido a la gran diversidad de especies que ocupan los diferentes niveles en la pirámide trófica. Se observa que en este ecosistema existen 34 especies que se crían en Cuba, dos de las cuales emigran al Sur en invierno y diez son residentes invernales. Desde el punto de vista numérico la Teretristis fernandinae (Chillina) es el dominante ecológico, seguida por el Vireo altiloquus (Bien-te-veo), excepto en el período de seca en que emigran hacia el Sur, y por último el Mimosichla plumbea (Zorzal Real). Otra de las aves abundantes es el Priotelus temnurus (Tocororo), que representa el Ave Nacional, por sus colores, es uno de los símbolos de Cuba.

Se han encontrado varios tipos de saurios representados por cinco especies del género Anolis: Anolis luteogularis luteogularis, A. Homolechis homolechis, A. Allogus, A. Sagrei sagrei y A. Alutaceus. Además Chamaleolis porous y C. Chamaeleontides pertenecientes a 10 familias (Herrera, 2001).

Los anfibios anuros son abundantes en esta región, especialmente las especies del género Eleutherodactylus: E. Zugi, E. Eileenae y E. Dimidiatus. Está presente también Sminthilus limbatus, la rana más pequeña del mundo, un sapo del género Bufo: Bufo peltacephalus fustiger y Osteopilus septentrionalis. En general existen 16 especies con 81,7 % de endemismo agrupados en un orden y 4 familias.

En la zona suroeste del poblado de Cayajabos, Sierra del Rosario, afloran cinco manantiales minerales y mineromedicinales, dos ubicados en el centro y borde el río Pedernales, coordenadas

3054-3357, a los 103m.s.n.m. y coordenadas 3055, 3357 a 101 m s.n.m. rodeado e un bosque ripario degradado y rico en pomarrosas, los otros tres se encuentran asociados al río La Pastora, conocido históricamente como río Cayajabos, que se ubican en las coordenadas 3071-3375 m.s.n.m. y 72 m.s.n.m. en el cauce del río (figura 1).

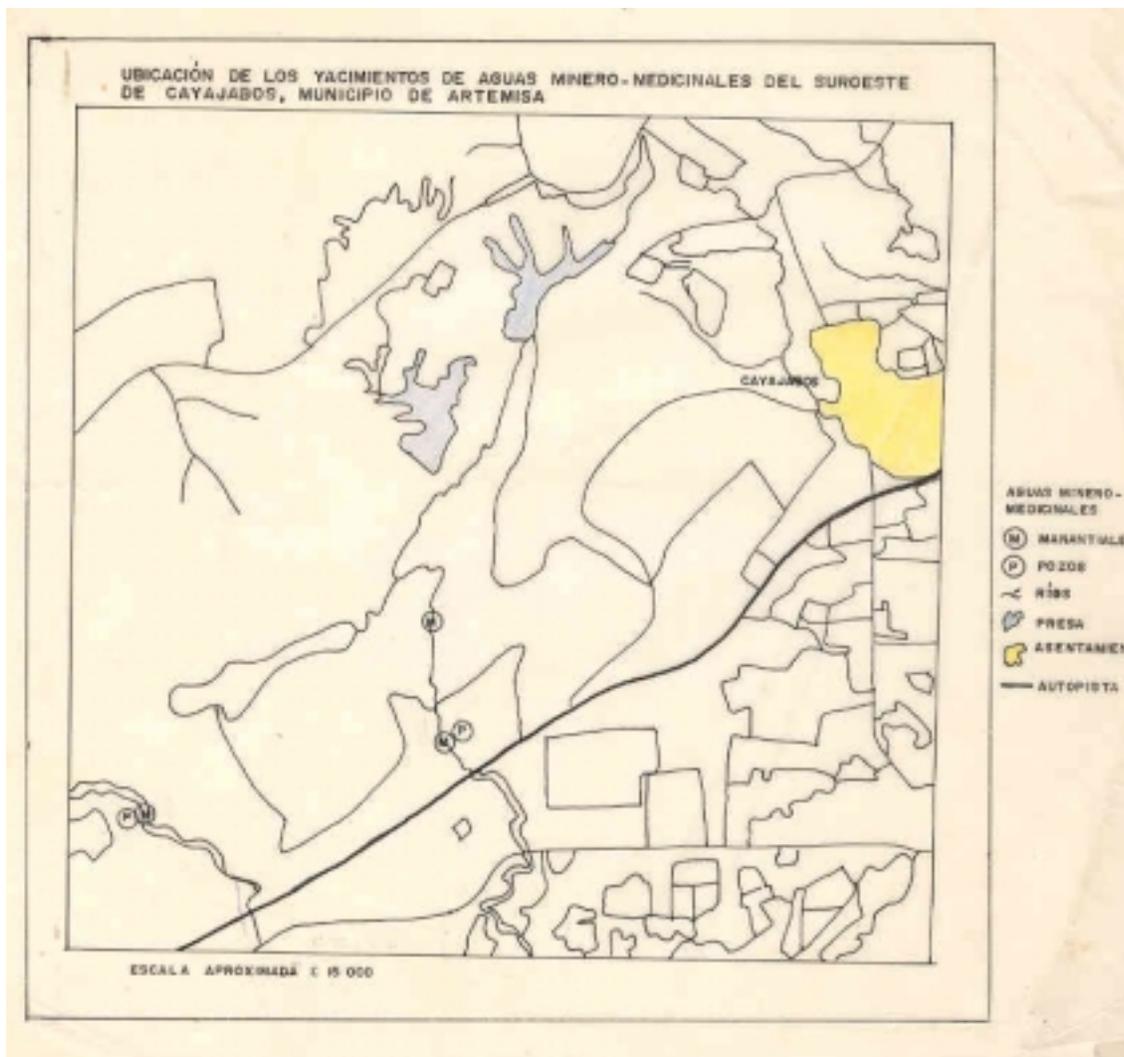


Figura 1. Ubicación de las fuentes de aguas mineromedicinales de Cayajabos, Provincia La Habana.

Estas fuentes de aguas minerales y mineromedicinales surgen sobre calizas densas, intercaladas con pizarras calcáreas y lentes finos de pedernal, contienen abundantes ammonities y aptychus de edad Jurásico superior al Cretácico superior.

La ubicación regional tan favorable de las fuentes de aguas, le confieren a la zona de estudio un clima favorable dado por la temperatura del aire, entre 23 y 26,9 °C, días con lluvias en el período seco de 19 mm y en el período lluvioso de 45 a 55 mm; la nubosidad en (octavos) para el mes de abril, es 2 y el mes de Septiembre es igual a 4; el calor sofocante entre las 13 hs es de 5 y la influencia marina post - período distancia en (km de la costa) es de 20 (Barranco y Llerena 1987).

## **Objetivos**

El presente trabajo tiene como objetivo general, caracterizar mediante análisis químico – físico las aguas minerales y mineromedicinales Pedernales y La Pastora. Como objetivo específico, utilizar estas aguas con fines curativos y de turismo de salud.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Mediante análisis químicos realizados en el campo (Markowicz y Pulina, 1979), se determinó en las aguas el contenido de bicarbonato, carbonato, cloruro, sulfato, dureza, y calcio; por diferencia entre la dureza y el calcio se obtuvo el contenido de magnesio y por diferencia entre aniones y cationes, fue calculado el contenido de sodio más potasio ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ). Además se midieron en el campo la temperatura del agua, el pH, la conductividad eléctrica, el contenido de  $\text{CO}_2$  disuelto y el  $\text{H}_2\text{S}$  mediante las técnicas que aparecen en el Standart Methods (APHA – AWWA – WPCF, 1992).

Los datos fueron procesados mediante el sistema computarizado SAPHIQ (Sistema Automatizado para el Procesamiento de datos Hidroquímicos (Alvarez y Fagundo, 1991).

## **RESULTADO Y DISCUSIÓN**

En la tabla 1 se presentan los resultados de los análisis químico de los macrocomponentes de las aguas muestreadas, en el período comprendido entre el 12 de Enero de 1990 y el 25 Enero de 1991. Las concentraciones de aniones y cationes, así como el contenido de  $\text{CO}_2$  aparecen expresados en mg/l y la conductividad eléctrica en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estos mismos resultados se presentan en la tabla 2 en % de meq /l, con el objetivo de determinar el tipo químico de estas aguas según los métodos de clasificación comúnmente utilizados. Del análisis de los resultados presentados en la tabla 1, se puede establecer lo siguiente:

La temperatura media de las aguas es de 23,9 °C y varió entre 20,5 y 25,6 °C. El agua de mayor temperatura corresponde al manantial La Pastora con 25,6 °C. En general, estas temperaturas no son altas, comparándolas con aguas como las que se presentan por ejemplo en el Balneario de San Diego de los Baños perteneciente a esta área de estudio.

Según la norma de aguas minerales y mineromedicinales (N.C. 93–01–218, 1995) se denominan hipotermales aquellas aguas que poseen temperaturas entre 20 °C y 35 °C. Esta relativamente baja temperatura puede deberse a que en los sitios muestreados, las mismas se encuentran mezcladas con aguas meteóricas de baja temperatura.

Como se ha señalado anteriormente, un agua se considera mineral cuando contiene 1g/l de sales en solución y mineromedicinal cuando posean elementos biológicamente activos por encima de lo que establece la norma, tales como: sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ )  $\geq 10$  mg/l;  $\text{CO}_2 \geq 400$  mg/l;  $\text{Ca}^{2+} \geq 20$  mg/l;  $\text{Mg}^{2+} \geq 20$  mg/l;  $\text{Cl}^- \geq 20$  mg/l.

Como se aprecia en la tabla 1, los valores de mineralización media de estas aguas, incluyendo las del río Pedernal fue de 664 mg/l, con un valor mínimo de 432 y un valor máximo de 780 mg/l. La de menor mineralización correspondió al río Pedernal, y el valor máximo al manantial La Pastora.

Por tanto, sobre la base de lo que se establece en las normas, estas aguas pueden considerarse aguas mineromedicinales de tipo sulfuradas cálcicas, que son aquellas que poseen una concentración de sulfuros mayor de 1g/l y su catión predominante es calcio.

Las normas de agua potable (N.C. 93-02, 1985), establecen que la concentración máxima deseable (CDM) de total de sólidos solubles (TSS) debe ser menor de 500 mg/l y la concentración máxima admisible (CMA) es igual a 1 g/l. Con relación a otros indicadores de potabilidad se aprecia que la concentración de los iones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ , y  $\text{Mg}^{2+}$  en estas aguas, se encuentran por debajo de la (CDM), sin embargo con respecto a la concentración del ion  $\text{Ca}^{2+}$ , la misma esta por encima de (CMA). El valor de la dureza en estas aguas está por encima tanto de la CDM como de la CMA.

Además, el bajo contenido de magnesio en relación con el calcio hace que no posean buenas propiedades desde el punto de vista digestivo.

Tabla 1. Propiedades químico – físicas de las aguas minerales que brotan en las cercanías del poblado de Cayajabos, provincia La Habana.

| No | Fecha d/m/a | T (°C) | pH   | CE $\mu\text{S}/\text{cm}$ | $\text{CO}_2$ mg/l | $\text{H}_2\text{S}$ mg/l | $\text{HCO}_3^-$ mg/l | $\text{Cl}^-$ mg/l | $\text{SO}_4^{2-}$ mg/l | $\text{Ca}^{2+}$ mg/l | $\text{Mg}^{2+}$ mg/l | $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ mg/l | SST mg/l |
|----|-------------|--------|------|----------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|----------|
| 1  | 12/01/90    | 23,8   | 6,95 | 710                        | 47,5               |                           | 436,3                 | 47,2               | 34,6                    | 114,5                 | 19,9                  | 42,3                            | 695      |
| 1  | 24/03/90    | 24,8   | 7,25 | 845                        | 67,5               |                           | 439,3                 | 44,0               | 105,7                   | 151,8                 | 11,3                  | 27,6                            | 780      |
| 1  | 18/04/90    | 25,0   | 7,40 | 842                        | 67,1               | 13,5                      | 457,6                 | 43,3               | 40,4                    | 143,3                 | 14,3                  | 28,1                            | 727      |
| 1  | 11/05/90    | 25,6   | 7,30 | 770                        | 75,7               |                           | 436,3                 | 45,0               | 64,4                    | 146,2                 | 16,8                  | 24,8                            | 733      |
| 1  | 25/01/91    | 25,0   | 6,85 | 825                        | 132,0              |                           | 439,3                 | 52,5               | 71,1                    | 147,0                 | 17,0                  | 32,7                            | 759      |
| 2  | 24/03/90    | 23,8   | 6,95 | 710                        | 47,5               |                           | 436,3                 | 47,2               | 34,6                    | 114,5                 | 19,9                  | 42,3                            | 695      |
| 2  | 18/04/90    | 24,0   | 7,40 | 712                        | 58,9               | 19,2                      | 445,4                 | 48,6               | 2,9                     | 112,9                 | 12,4                  | 47,6                            | 670      |
| 2  | 11/05/90    | 24,8   | 7,30 | 675                        | 79,4               |                           | 457,6                 | 43,3               | 9,6                     | 123,3                 | 12,6                  | 39,5                            | 686      |
| 2  | 25/01/91    | 24,0   | 7,00 | 640                        | 110,0              |                           | 402,7                 | 55,0               | 0,0                     | 108,9                 | 14,3                  | 35,2                            | 616      |
| 3  | 12/01/90    | 20,5   | 7,15 | 735                        | 52,0               |                           | 421,0                 | 34,0               | 64,4                    | 131,7                 | 13,4                  | 34,9                            | 699      |
| 3  | 24/03/90    | 20,8   | 7,25 | 800                        | 73,0               |                           | 472,9                 | 46,1               | 36,5                    | 134,9                 | 18,2                  | 36,1                            | 745      |
| 3  | 18/04/90    | 24,0   | 7,40 | 704                        | 81,4               | 19,2                      | 469,8                 | 43,6               | 2,9                     | 128,5                 | 10,2                  | 39,8                            | 695      |
| 3  | 11/05/90    | 24,6   | 7,20 | 735                        | 96,8               |                           | 460,7                 | 40,8               | 28,8                    | 130,5                 | 11,7                  | 41,8                            | 714      |
| 3  | 25/01/91    | 24,0   | 7,00 | 780                        | 121,0              |                           | 460,7                 | 64,9               | 0,0                     | 129,3                 | 13,1                  | 42,3                            | 710      |
| 4  | 12/01/90    | 20,0   | 8,00 | 569                        | 4,8                |                           | 320,3                 | 39,0               | 23,1                    | 82,5                  | 13,1                  | 37,5                            | 515      |
| 4  | 24/03/90    | 21,2   | 8,25 | 750                        | 2,7                |                           | 353,9                 | 69,5               | 56,7                    | 97,7                  | 18,7                  | 57,9                            | 654      |
| 4  | 18/04/90    | 22,0   | 8,40 | 587                        | 5,5                | 19,2                      | 250,2                 | 61,0               | 4,0                     | 87,3                  | 7,8                   | 21,2                            | 432      |
| 4  | 11/05/90    | 25,8   | 8,15 | 560                        | 10,3               |                           | 329,5                 | 41,8               | 32,7                    | 86,1                  | 11,4                  | 46,4                            | 548      |
| 4  | 25/01/91    | 25,0   | 7,90 | 570                        | 9,5                |                           | 329,5                 | 56,0               | 17,3                    | 81,7                  | 11,7                  | 52,9                            | 549      |

1) Manantial La Pastora; 2) Manantial Pedernales; 3) Pozo Pedernales; 4) Río Pedernales.

Con relación al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) disuelto se puede apreciar en la tabla 1, que con excepción de las aguas del río cuyo contenido es bajo, en los restantes sitios la concentración de este gas varía entre 48 y 132 mg/l la cual constituye un valor relativamente alto.

En cuanto al contenido de ácido sulfhídrico disuelto H<sub>2</sub>S, se reporta en la literatura como ya indicamos, que las aguas de la zona del río Pedernal y la Pastora son sulfurosas. Los análisis del contenido de este gas, realizados en el propio campo el día 18 de Abril de 1990, arrojaron los siguientes resultados: manantial La Pastora 13,5 mg/l; manantial Pedernales, pozo Pedernales y río Pedernal, 19.2 mg/l. Dichos resultados confirman el carácter sulfuroso de los manantiales y que en el propio cauce del río existen emergencias sulfurosas.

Tabla 2. Composición química relativa (% meq/l) de las aguas minerales que brotan en las cercanías del poblado de Cayajabos, provincia La Habana.

| No | Fecha d/m/a | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>% meq/l | Cl <sup>-</sup><br>% meq/l | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>% meq/l | Ca <sup>2+</sup><br>% meq/l | Mg <sup>2+</sup><br>% meq/l | Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup><br>% meq/l |
|----|-------------|--|----------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|--|
| 1  | 12/01/90    | 67,7                                     | 11,6                       | 20,7                                     | 71,2                        | 8,7                         | 20,0                                       |
| 1  | 24/03/90    | 77,7                                     | 14,5                       | 7,8                                      | 62,2                        | 17,8                        | 20,0                                       |
| 1  | 18/04/90    | 78,4                                     | 12,8                       | 8,8                                      | 74,9                        | 12,3                        | 12,8                                       |
| 1  | 11/05/90    | 73,3                                     | 13,0                       | 13,7                                     | 74,8                        | 14,1                        | 11,1                                       |
| 1  | 25/01/91    | 70,9                                     | 14,6                       | 14,5                                     | 72,2                        | 13,8                        | 14,0                                       |
| 2  | 24/03/90    | 77,7                                     | 14,5                       | 7,8                                      | 62,2                        | 17,8                        | 20,0                                       |
| 2  | 18/04/90    | 83,6                                     | 15,7                       | 0,7                                      | 64,6                        | 11,7                        | 23,7                                       |
| 2  | 11/05/90    | 84,1                                     | 13,7                       | 2,2                                      | 69,0                        | 11,7                        | 19,3                                       |
| 2  | 25/01/91    | 81,0                                     | 19,0                       | 0,0                                      | 66,7                        | 14,5                        | 18,8                                       |
| 3  | 12/01/90    | 75,0                                     | 10,4                       | 14,6                                     | 71,5                        | 12,0                        | 16,5                                       |
| 3  | 24/03/90    | 79,0                                     | 13,2                       | 7,8                                      | 68,7                        | 15,3                        | 16,0                                       |
| 3  | 18/04/90    | 85,6                                     | 13,7                       | 0,7                                      | 71,4                        | 9,3                         | 19,3                                       |
| 3  | 11/05/90    | 81,2                                     | 12,4                       | 6,4                                      | 70,1                        | 10,3                        | 19,6                                       |
| 3  | 25/01/91    | 80,5                                     | 19,5                       | 0,0                                      | 68,9                        | 11,5                        | 19,6                                       |
| 4  | 12/01/90    | 76,9                                     | 16,1                       | 7,0                                      | 60,3                        | 15,8                        | 23,9                                       |
| 4  | 24/03/90    | 64,9                                     | 21,9                       | 13,2                                     | 54,6                        | 17,2                        | 28,2                                       |
| 4  | 18/04/90    | 69,3                                     | 29,0                       | 1,7                                      | 73,7                        | 10,8                        | 15,5                                       |
| 4  | 11/05/90    | 74,4                                     | 16,2                       | 9,4                                      | 59,2                        | 13,0                        | 27,8                                       |
| 4  | 25/01/91    | 73,6                                     | 21,5                       | 4,9                                      | 55,6                        | 13,1                        | 31,3                                       |

1) Manantial La Pastora; 2) Manantial Pedernales; 3) Pozo Pedernales; 4) Río Pedernales.

En la figura 2 se representa la composición química de estas aguas mediante diagramas de Stiff.

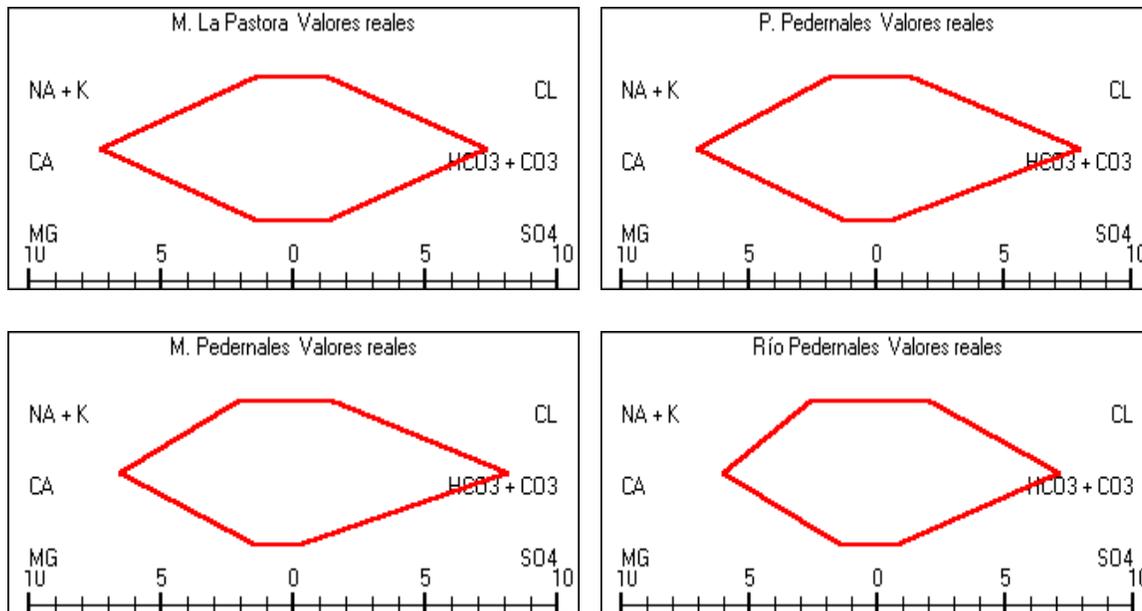


Figura 2. Representación de la composición química de las aguas mineromedicinales ubicadas en las cercanías de Cayajabos (manantial La Pastora, manantial Pedernales, pozo Pedernales y río Pedernales) mediante diagramas de Stiff.

Según algunos criterios con relación a las características y uso terapéutico de las aguas mineromedicinales (Rodríguez, Carmona 1989), son sulfurosas aquellas aguas cuyo contenido de H<sub>2</sub>S es superior o igual a 10 mg/l, aunque de acuerdo a la norma cubana (N.C. 93-01-218, 1995), al igual que lo establecido en algunos países como España (Armijo-Valenzuela y San Martín, 1995), sólo basta que posean más de 1 mg/l para considerarse como tal.

De los resultados expuestos en la tabla 2, se puede determinar el tipo de agua desde el punto de vista hidroquímico. Como puede apreciarse en esta tabla, existen dos tipos de aguas: uno, el más predominante, donde los iones más abundantes son HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> y Ca<sup>2+</sup> (bicarbonatadas cálcicas) y otro, predominante en el río y más ocasional en los manantiales, donde además el Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup> posee una concentración relativa por encima del 20% (bicarbonatada cálcico – sódicas).

De todas estas aguas, las que tienen más perspectivas para ser usadas con fines terapéuticos son las correspondientes a los manantiales de La Pastora, las cuales poseen además relativamente alto contenido de minerales disueltos (695 – 780 mg/l), dióxido de carbono entre 48 – 82 mg/l y sulfuro de hidrógeno en el orden de 19 mg/l.

Por todo lo anterior se concluye que las aguas estudiadas en el suroeste del poblado de Cayajabos, Sierra del Rosario, pueden ser valiosas para ser usadas con fines balneológicos curativos.

Según las indicaciones terapéuticas que aparecen en las normas, son beneficiosas en el tratamiento del grupo de las enfermedades del SOMA como son (Artritis reumatoideas, post-traumatismo, tendinitis, etc., dermatológicos como son (dermatitis, herpes, acné, pitiriasis, etc.).

Al fin de obtener temperaturas mas elevadas y favorables para los tratamientos seria recomendable su calentamiento y mejor aún, realizar perforaciones con el propósito de captar las fuentes de aguas mineromedicinales, evitando su mezcla con aguas meteóricas de menos temperatura.

## **CONCLUSIONES**

Los manantiales de Pedernales y La Pastora que emergen al suroeste del poblado de Cayajabos Sierra del Rosario, presentan propiedades químico-físicas favorables con fines terapéuticos (uso externo).

A pesar de no poseer estas aguas elevadas temperaturas, y que la concentración de minerales disueltos es menor de 1 g/l, el elevado contenido de H<sub>2</sub>S, tanto de los manantiales como de la sección del río muestreada, le confieren a las mismas propiedades terapéuticas de acuerdo a las normas balneológicas.

La captación adecuada de estas aguas evitaría la mezcla de las mismas con las aguas superficiales, lo cual aumentaría su temperatura y propiedades beneficiosas para su mejor explotación terapéutica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Albear, J. Inspección y breve reconocimiento hidrológico de La Poceta de Cayajabos, término municipal de Artemisa, Provincia de Pinar del Río. Archivos del Instituto Nacional de Hidrología Climatología Médicas, Año I, (3): 39-45, 1947

Alvarez, E. y J.R. Fagundo. SAPHIQ, un sistema para el procesamiento automatizado de datos hidroquímicos. Revista CENIC Ciencias Químicas, 22 (1): 59-65, 1991.

APHA – AWWA – WPCF. Métodos Normalizados para el análisis de Aguas Potables y Aguas Residuales. Am. Public Assoc., Edición 17th. Editorial Grijalbo (Madrid), 4-1 – 4-235, 1992.

Armijo-Valenzuela, M. y J. San Martín. Clasificación de las aguas mineromedicinales. En: Curas Balnearias y Climáticas. En: Talasoterapia y Helioterapia, Ed. Computense, Madrid, 219-223, 1994.

Barranco, G. y M. Llerena. Clima y aguas minero-medicinales de Cuba. Revista de divulgación Científica de la Academia de Ciencias de Cuba, (3/4): 50-53, 1987.

Gramova, V., V. Nelubin y V. Yuriev. Clasificación de las aguas minerales adoptada en Rusia y su estandarización. 32<sup>nd</sup> World Congress of the I. S. M. H. Bad Wörishofen, April 1994: 99-102, 1994.

Herrera, M. Reserva de la Biosfera de Cuba. Ed. Comité Nacional del Programa del Hombre y la Biosfera. MAB de UNESCO, La Habana: 13-20, 2001.

Markowicz, M. and Pulina, M. Ilosciowa pomikroanaliza chemiczna wod w obszarach krasu welanowego. Ed. Silesian Universitet, Katowice, 67 Págs, 1979.

N.C. 93-02: 1985. Norma Cubana de Agua Potable. Oficina Nacional de Normalización (La Habana, Cuba), 8 Págs., 1985.

N.C. 93-01-218: 1995. Norma Cubana de Agua Mineral. Oficina Nacional de Normalización (La

Habana, Cuba), 8 Págs., 1995.

Rodríguez, L. y A. Carmona. Algunas consideraciones sobre las características y usos terapéuticos de las aguas minero-medicinales. Informe Técnico. Pinar del Río, 1989.

Romero, J. Aguas minerales, mineromedicinales y peloides. Uso con fines turísticos. Memorias del I Congreso Latinoamericano de Turismo y Salud, México. Edición en soporte electrónico, 2000.

Trelles, F. Análisis de aguas minero-medicinales cubanas estudiadas por este Instituto. Archivos del Instituto Nacional de Hidrología Climatología Médicas, Año II, (2): 171-184, 1948.