

ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS DEL

RIO BLANCO

T E S I S D E G R A D O

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE FARMACIA

ANALISIS QUIMICO DE LAS AGUAS DEL

RIO BLANCO



VOLCAN MIRAVALLES, en cuyas faldas nacen los tres arroyos
que forman el río BLANCO

T E S I S D E G R A D O

Sometida a la consideración de la Facultad de Farmacia
para obtener el título de Licenciado en Farmacia

por

Guillermo Achío Fernández

Este trabajo se realizó en el Departamento de Química
de la Facultad de Ciencias y Letras

1 9 6 0

DEDICATORIA:

A mi padre:

PEDRO ACHIO SANCHEZ,

mi primer maestro de Farmacia.

AGRADECIMIENTO:

AL LIC. GONZALO GONZALEZ G.
Decano de la Facultad de Farmacia.

A LOS PROFESORES
de la Facultad de Farmacia.

A LOS LICENCIADOS
ENNIO RODRIGUEZ Z. y
JUAN ANTONIO SOLANO H.
Quienes desinteresadamente
me guiaron en este trabajo.

Padrino de tesis:

LIC. ENNIO RODRIGUEZ Z.

A D V E R T E N C I A

Como en todo trabajo de esta índole, es muy difícil hacer algo completo. La dificultad está en la toma de muestras, no en la aplicación de los métodos que son muy sencillos, sino en el lugar donde hay que ir a traerlos.

En el caso que a mí corresponde, para ir a traer las muestras tardo cuatro días, desde la ciudad de Heredia en donde resido hasta la región de Miravalles. Además, para llegar al punto exacto donde las aguas del río comienzan a tornarse blancas, debo hacerlo a caballo partiendo del caserío El Guayabo, lugar hasta donde llega el jeep, y para hacer ese recorrido se necesitan dos horas. Por esta dificultad, el trabajo que ahora presento no es completo, pero llena a cabalidad mi objetivo: "dar una explicación del porqué son blancas las aguas del río Blanco".

Cada prueba, hasta donde fue posible, la hice por triplicado, debido a que tenía que economizar muestra para hacer todos los ensayos. De manera, que los resultados consignados en los cuadros representan el promedio de las determinaciones, siéndome imposible anotar el porcentaje mínimo y máximo como debiera ser.

Un elemento no se investigó, el Azufre, por las siguientes razones:

- 1.- Los seis galones de agua que traje como muestras del río Blanco se agotaron en los otros ensayos.
- 2.- En esta época el invierno es muy fuerte y es imposible ir a traer más muestra; habría que esperar al verano del año próximo, tiempo perdido si la ex-

plicación de la pregunta: " Por qué son blancas las aguas del río Blanco", puedo darla basándome en las sustancias que encontré en las otras determinaciones.

3.- La presencia del Azufre tal vez sea negativa, por esto : no hay olores sulfurosos en las márgenes del río; el residuo al determinar los sólidos totales no da sospecha de ese elemento, puesto que de existir comunicaría color amarillento a ese residuo, y éste, más bien es completamente blanco y cristalizado por partes acicularmente. Aquellos residuos que mostraban manchas amarillas como los de las muestras III y IV, al incinerarlos se volvían rojizos, indicando con ello que eran debidas a sales férricas que por efectos del calor se transformaron en óxidos. Esto es lógico, ya que dichas muestras son muy ricas en hierro.

Heredia, 24 de setiembre de 1960.

C O N T E N I D O :

| | <u>Págs.</u> |
|--|--------------|
| I. INTRODUCCION. | 1 |
| II. DESCRIPCION DEL LUGAR. | 2 |
| III. TOMA DE MUESTRAS. | 9 |
| IV. DISCUSION DE LOS METODOS Y CUADROS ABREVIADOS CONTENIENDO LOS RESULTADOS. | 10 |
| V. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS. | 28 |
| VI. CONCLUSIONES. | 30 |
| VII. BIBLIOGRAFIA. | 31 |
| VIII. RESUMEN. | 33 |
| INDICE ALFABETICO. | 34 |

I

I N T R O D U C C I O N .

La finalidad de este trabajo es dar una explicación del por qué son blancas las aguas del Río Blanco. Al mismo tiempo se podría deducir la importancia de ese río, o el peligro que puede presentar.

Puede ser importante para la Higiene al igual que los demás ríos si sus aguas se pueden hacer potables; para la Medicina, tal vez contenga alguna sustancia de aplicación terapéutica; para la Farmacia, alguna especialidad farmacéutica podría elaborarse si se encontrara principio medicinal para ese fin; y para la Industria si arrastrara algún mineral de valor.

Por último, las aguas del Río Blanco deben analizarse por solo el hecho de ser un río especial, único de nuestro país que presenta un fenómeno químico visible: "la disolución de sales al cambiar el pH del medio".

II

DESCRIPCION DEL LUGAR.

En mi concepto creo conveniente reproducir textualmente algunos párrafos de la excursión que en 1914 hizo el profesor don Ricardo Fernández Peralta para dejar una idea clara de esta región de Miravalles.

El profesor Fernández Peralta por haber recorrido a caballo esta región desde el cantón de Bagaces pudo observar mejor el paisa-

Dice el profesor Fernández Peralta: "El camino se eleva insensiblemente hasta 480 metros sobre el nivel del mar, altura a que se halla situada la casa de Miravalles. Las tres horas que se emplean en hacer este recorrido se hacen agradables al viajero por lo pintoresco del camino, que a medida que se eleva ofrece una bella vista sobre las inmensas planicies guanacastecas y el pintoresco Golfo de Nicoya. Los campos aparecen cubiertos de restos volcánicos, los cuales dan al paisaje un aspecto particular. Al N. E. el imponente cono del volcán aparece coronado de nubes y cubierto de vegetación hasta la cima, rivalizando en altura con sus vecinos el Tenorio y el Rincón de la Vieja.

" El clima de esta región es fresco y los pastos se mantienen verdes durante casi toda la estación seca. En esta zona el terreno comienza a accidentarse formando lomas en la misma dirección de la cordillera principal".(1)

(1) José Francisco Trejos: GEOGRAFIA DE COSTA RICA, p. 69-73, Imprenta Universal, San José, Costa Rica, América Central.

De acuerdo con este párrafo y según las observaciones mías la región de Miravalles es una peniplanicie en donde se encuentran los caseríos El Guayabo y La Fortuna, y también la casa de Miravalles, actualmente la Administración de la Hacienda Miravalles como se le llama.

El caserío El Guayabo es el más próximo al volcán y también al "primer fenómeno que presenta el río Blanco", es decir, al punto exacto donde sus aguas se tornan blancas. Este fenómeno ocurre al pasar el río por los llanos llamados "Las Mesas".

Para describir el río Blanco expongo otro párrafo del profesor Fernández Peralta y después, a manera de observaciones, anoto los cambios que ese río ha sufrido.

"... exploramos el río Blanco, llamado así por el color lechoso de sus aguas. Visitamos sus cabeceras y encontramos que está formado por la unión de tres riachuelos: dos de ellos descenden de la falda Nordeste del Miravalles y el tercero parece tener su nacimiento en el antiguo cráter del volcán. Las aguas de estos riachuelos son limpias y no⁽¹⁾ contienen ninguna sustancia mineral.

"El río se desliza rápidamente hasta los llanos de Las Mesas, en donde recoge las aguas de unas fuentes minerales que han dado a llamar de "Vichy"⁽²⁾, por tener gusto semejante al de las aguas de ese nombre. El agua de estas fuentes, cuyo nacimiento no está lejos del río Blanco, contiene al parecer gran cantidad de óxidos e hidróxidos de hierro. A un centenar de metros de esta confluencia, las aguas se ponen blancas, debido a la presencia de unas cuatro a cinco boquillas⁽³⁾ situadas en el lecho del río, de las cuales brota una sustancia blanca, que, según Beutel, contiene azu-

fre, alúmina, sulfato de soda, cal, magnesia, cloruro de soda, carbonato de cal, y otras sustancias en menor escala.

" El río continúa blanco hasta la confluencia con el "Aguio"⁽⁴⁾ cuyas aguas que contienen ácido sulfúrico, precipitan las sustancias en suspensión en las aguas del río Blanco. El fenómeno que allí ocurre es de los más curioso: las aguas del río Blanco se aclaran y se deposita en el fondo de ellas una sustancia roja⁽⁵⁾ que da al río un aspecto de gran herida; así continúa por varios kilómetros hasta la confluencia con otras fuentes minerales de "Vichy"⁽⁶⁾. En dicha confluencia la presencia de unas boquillas del mismo origen que las ya citadas, colorean nuevamente de blanco las aguas.

" Las boquillas están en la margen derecha del río, de tal modo, que las aguas que pasan por encima de ellas se blanquean, mientras que las de la margen izquierda conservan su color rojizo. Se establece así por espacio de más de cien metros una marcada división en el color de las aguas, que luego se mezclan poco a poco y no de una manera uniforme.

" Las aguas de unas fuentes minerales,⁽⁷⁾ cuya composición no pude determinar, completan este complejo fenómeno químico pues blanquean de un color uniforme e intenso las aguas del río, que con ese aspecto continúan hasta mezclarse con el río "Piedras" cerca del mar."⁽⁸⁾

OBSERVACIONES:

(1). Como todos sabemos las aguas naturales siempre contienen sustancias minerales. En este caso debe interpretarse dicha frase: "no contiene ninguna sustancia mineral que manifies-

te algún fenómeno".

- (2). No tuve la oportunidad de llegar a dichos manantiales.
- (3). Actualmente dichas boquillas no se pueden apreciar, probablemente porque están debajo del nivel de las aguas del río.
- (4). El río "Agridio" tiene un cauce subterráneo y desemboca por medio de un hueco en la margen derecha del río Blanco.
- (5). Actualmente dicha sustancia roja no existe, sino que a partir de la desembocadura del río "Agridio" las aguas de la margen derecha del río Blanco son cristalinas y las de la margen izquierda blancas. Así continua por algunos kilómetros y más adelante las aguas del río Blanco son todas cristalinas. A esta parte es a la que se le llama también río "Agridio".
- (6). Tampoco pude llegar a esas otras fuentes de "Vichy", y desde luego a las boquillas.
- (7). Dichas fuentes minerales no pude localizarlas.

(8). José Francisco Trejos: OB. CIT., p. 73.



Caserío "EL GUAYABO", lugar más próximo al Volcán Miravalles y al punto exacto donde las aguas del río BLANCO se tornan "blancas" (primer fenómeno).



RIO BLANCO, parte donde sus aguas comienzan a ponerse blancas. (primer fenómeno).



RIO BLANCO, poza primera con tono azul, situada inmediatamente después del primer fenómeno.



RIO BLANCO, poza segunda con tono azul, situada después de la poza primera.



RIO BLANCO, parte del curso con agua cristalina, después de su confluencia con el río "AGRIO". A esta parte se le llama también "RIO AGRIO".



RIO BLANCO, otra porción con agua cristalina, a la cual también se le llama "RIO AGRIO".

TOMA DE MUESTRAS (21)

Para hacer este trabajo tomé cuatro muestras el 11 de abril de 1960 de acuerdo con las instrucciones dadas en el Tratado de Química Analítica Aplicada de Victor Villavechia.

La muestra número uno es representativa del agua del nacimiento, se tomó en la parte inmediatamente anterior al fenómeno. Es cristalina, igual a la de los ríos corrientes. La gente de sus alrededores la usa como agua potable.

La muestra número dos contiene agua que está inmediatamente después del fenómeno. Es lechosa, con tonalidad azulada, no se usa como agua potable, hace espuma perfectamente con el jabón y puede ser usada para lavar objetos de vidrio y porcelana; en cambio, no se puede usar para lavar objetos de hierro, porque éstos, después de cierto tiempo, se oxidan. El herrumbre es como un cáncer, destruye al objeto progresivamente.

La muestra número tres contiene agua del río "Agrido". Es cristalina, termal y clarifica las aguas del río Blanco. No se puede usar ni como agua potable por su sabor agrido, ni para lavar porque libera los ácidos grasos del jabón.

Por último, la muestra número cuatro representa el agua de la desembocadura.

Cuando pasa cerca de los caseríos El Guayabo y La Fortuna, es lechosa con tonalidad verdosa, y cuando atraviesa la carretera Interamericana es simplemente lechosa. Al igual que las dos anteriores, tampoco puede usarse como agua potable.

IV

DISCUSION DE LOS METODOS Y
CUADROS ABREVIADOS CONTENIENDO LOS RESULTADOS

DETERMINACION DE pH (20)

Para la determinación del pH se siguió el método colorimétrico expuesto en la Tesis de Grado del Lic. Juan Antonio Solano H.

En tres tubos de ensayo de 10 ml. de capacidad se colocan unos ml. de la muestra, al del centro se agregan unas dos gotas del indicador seleccionado y el color resultante se compara con los colores de los patrones preparados para ese fin.

CUADRO N^o I

| M # | pH | M # | pH |
|-----|---------|-----|-------|
| I | 7.3 | III | 3.1 |
| II | 6.6-6.8 | IV | 4-7.5 |

PROPIEDADES FISICAS

GRAVEDAD ESPECIFICA: (12) La gravedad específica se determinó según el método del picnómetro expuesto en el A. O. A. C.

TURBIEDAD: (5) La turbiedad se determinó por medio de patrones preparados con kieselguhr. Se suspendió 1 g. de kieselguhr cuantitativamente pesado en 1000 ml. de agua destilada: esto representa 1000 ppm. Luego se hicieron las diluciones necesarias para que la turbiedad de algunos de los patrones coincidiera con la turbiedad de las muestras. Los patrones se prepararon en tubos de Nessler de 100 ml. de capacidad.

SOLIDOS EN SOLUCION: (13) Los sólidos en solución se determinaron según el método del A. O. A. C. Consiste en dejar reposar la muestra para que el sedimento se deposite. Con una pipeta se toman unos 100-250 ml. del líquido que sobrenada y se evaporan en bañomaría en una cápsula hasta sequedad. Luego se deseca hasta peso constante a 100°C.

SOLIDOS TOTALES: (14) Los sólidos totales se determinaron según el método A. O. A. C. Se agita bien el recipiente que contiene la muestra y con una pipeta o un balón aforado se toman 100 ml. de la misma que se evaporan a bañomaría en una cápsula tarada. Luego se deseca hasta peso constante a 100°C.

RESIDUO DE IGNICION: (15) El residuo de ignición se determinó según el método del A. O. A. C. La cápsula que contiene los sólidos totales, una vez pesada se incinera, se pesa de nuevo y la diferencia en peso nos da el residuo de ignición.

CUADRO N^o II

PROPIEDADES FISICAS

| M # | g.e. | T.ppm. | S.S.% | S.T.% | R.I.% |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| I | 1.0009 | 3.9 | 0.0822 | 0.0825 | 0.0174 |
| II | 1.0008 | 15.6 | 0.0895 | 0.0969 | 0.0223 |
| III | 1.0017 | 3.9 | 0.2245 | 0.2552 | 0.0975 |
| IV | 1.0005 | 31.3 | 0.0969 | 0.1069 | 0.0233 |

DETERMINACION DE ANIONES

NITRATOS: (6) La determinación de nitratos se basa en la obtención del ácido sulfodinitrofenol que da una solución amarilla. Se desecan unos ml. de muestra, generalmente 50, en una cápsula de porcelana con asa, se humedece bien el residuo de desecación con 2 ml. de ácido fenoldisulfónico, se diluye con agua y se alcaliniza con una solución de hidróxido de sodio al papel tornasol. Si el agua contiene nitratos, aparece una coloración amarilla. Luego se prepara un patrón de manera similar.

CLORUROS: (7) La determinación de cloruros se basa en la precipitación del cloruro con una solución patrón de nitrato de plata, usando como indicador una solución de cromato de potasio. Se toman 50 ml. de la muestra y se neutralizan al anaranjado de metilo con ácido sulfúrico 0.02N, se agrega 1 ml. del indicador de cromato de potasio, y desde la bureta se deja caer gota a gota la solución patrón de nitrato de plata hasta que aparezca una coloración rojiza permanente.

CARBONATOS: (8) La determinación de carbonatos puede hacerse basándose en que éstos hacen alcalina el agua a la fenoltaleína, de manera que con solo agregar unas gotas de ese indicador nos damos cuenta de su presencia si el agua se torna rosada. Se toman 50 ml. de la muestra, se agregan unas cinco gotas de indicador de fenoltaleína, y si aparece una coloración rosada se neutraliza con ácido sulfúrico 0.02 N empleando una bureta.

BICARBONATOS: (9) La determinación de bicarbonatos puede basarse, similarmente al caso anterior, en que éstos hacen alcalina el agua al anaranjado de metilo, de manera que con solo

agregar unas gotas de ese indicador nos damos cuenta de su presencia si el agua se torna amarilla, y si la coloración que aparece es rosada no hay bicarbonatos. El ensayo se hace de manera análoga al anterior.

SULFATOS: (10) La determinación de sulfatos se basa en su precipitación como sulfato de bario. Se toman de 1 a 10 ml. de la muestra, si se toman menos de 10ml. se diluyen hasta 10. Se agrega 1 ml. de solución de cloruro de bario, se agita y se deja en reposo 10 minutos para que la precipitación sea completa, al cabo de los cuales se compara la turbiedad con la de una serie de patrones preparados similarmente con solución patrón de sulfato.

NITROGENO AMONIACAL. (11) La determinación de nitrógeno amoniacal se basa en la obtención de un precipitado pardo rojizo o de una coloración amarilla con el reactivo de Nessler. Se destilan 500 ml. de la muestra o una cantidad menor pero llevados a 500 en un aparato de Kjeldahl, se recogen 200 ml., se toman 50 ml. del destilado en un tubo de Nessler, se agrega 1 ml. del reactivo y sin agitar se deja en reposo 10 minutos, al cabo de los cuales se compara el color resultante con el color de una serie de patrones preparados similarmente con una solución patrón de cloruro de amonio.

SULFUROS: (1) La presencia de sulfuros es revelada por una mancha negra que producen en un papel de filtro impregnado con acetato de plomo. Se colocan unos mililitros de la muestra en

un tubo de ensayos, se acidifica con ácido clorhídrico, se tapa con el papel de filtro impregnado de la solución de acetato de plomo y se calienta. Si el ensayo resulta positivo se hace la determinación cuantitativa.

FOSFATOS: (2) Los fosfatos se investigan precipitándolos como fosmolibdato de amonio. Se acidifican unos ml. de la muestra con ácido nítrico conc. y se evapora la sequedad. Se calcina al rojo y el residuo se disuelve en unos pocos ml. de ácido nítrico diluido. Se pasa la solución en un tubo de ensayos y se añaden unos ml. de molibdato amónico y se calienta. La presencia de un precipitado amarillo revela fosfatos.

También los fosfatos pueden ser investigados oxidando la bencidina con ácido fosmolíbico o con su sal amónica. La bencidina no sufre alteración alguna con el ácido molíbico libre ni con los molibdatos normales. Para evitar la interferencia de los silicatos solubles y de los arsenatos que también reaccionan con el ácido molíbico originando ácidos silícico y arsenomolíbicos respectivamente que reaccionan con la bencidina de manera similar al compuesto del ácido fosfórico, perturbando así la reacción característica de los fosfatos, se emplea el ácido tartárico. Este ácido forma un compuesto complejo estable con el ácido molíbico, que no reacciona con los ácidos arsénico y silícico, pero sí lo hace con el fosfórico cuando el ensayo se efectúa sobre el papel de filtro.

Se deposita una gota de la muestra sobre papel de filtro, seguida por una gota de solución de molibdato amónico en ácido tartárico, y se pasa el papel por encima de la tela caliente, para

acelerar la reacción. Se añade entonces una gota del reactivo de bencidina, el papel se revela sobre amoníaco. Una mancha azul revela la presencia de fosfatos.

BORATOS: (3) El ácido bórico libre tiene la propiedad de producir el cambio de la "curcumina" amarilla (difeniloilmetano) a su isómera "rosocianina" rojo parda. La rosocianina vira del azul al negro verdoso por la acción del álcalis, y recupera el color rojo original con los ácidos.

Se coloca una gota de la muestra, acidificada con ácido clorhídrico, en una tira de papel de cúrcuma, y se seca a 100°C.

El rojo parda que vira a azul o negro verdoso, al tratarla con hidróxido de sodio al 1%, indica la presencia de boratos.

FLUORUROS: (4) Los fluoruros puede investigarse transformándolos en tetrafluoruro de silicio por calentamiento con arena de cuarzo y ácido sulfúrico conc. El tetrafluoruro formado se recoge en una gota de agua, donde forma ácidos silícico y fluosilícico. Estos compuestos se pueden transformar en ácido silicomolibdico tratándolos con molibdato amónico, el cual se reconoce porque oxida a la bencidina.

En una cápsula de porcelana se desecan unos ml. de muestra con arena de cuarzo. Se pasa el residuo seco a un tubo de ensayos, se agrega una o dos gotas de ácido sulfúrico conc. y se calienta el tubo con un mechero. Con una varilla de vidrio de la cual pende una gota de agua, se recoge el tetrafluoruro de silicio formado, se arrastra con agua la gota a un crisol, se agrega una gota de molibdato amónico y se calienta hasta que comience a burbujear. En seguida se agrega una gota de bencidina a otra de una solución saturada de acetato sódico. La aparición de una coloración azul revela la presencia de fluoruros.

CUADRO N^o III

ANIONES

MUESTRA N^o I

| ANION | ppm | ANION | ppm |
|------------------|--------|-----------------|------|
| NO ₃ | 0.1 | N | 0.48 |
| Cl | 36.5 | S | - |
| CO ₃ | - | PO ₄ | - |
| HCO ₃ | 96.615 | BO ₃ | - |
| SO ₄ | 500 | F | - |

CUADRO N° IV

ANIONES

MUESTRA N° II

| ANION | ppm | ANION | ppm |
|------------------|--------|-----------------|------|
| NO ₃ | 0.2 | N | 0.48 |
| Cl | 34.25 | S | - |
| CO ₃ | - | PO ₄ | - |
| HCO ₃ | 62.415 | BO ₃ | - |
| SO ₄ | 500 | F | - |

CUADRO N° V

ANIONES

MUESTRA N° III

| ANION | ppm | ANION | ppm |
|------------------|-------|-----------------|------|
| NO ₃ | 0.6 | N | 0.48 |
| Cl | 13.25 | S | - |
| CO ₃ | - | PO ₄ | - |
| HCO ₃ | - | BO ₃ | - |
| SO ₄ | 2000 | F | - |

CUADRO N^o VI

ANIONES

MUESTRA N^o IV

| ANION | ppm | ANION | ppm |
|------------------|------|-----------------|-----|
| NO ₃ | 0.15 | N | 1.6 |
| Cl | 17.5 | S | - |
| CO ₃ | - | PO ₄ | - |
| HCO ₃ | - | BO ₃ | - |
| SO ₄ | 750 | F | - |

DETERMINACION DE CATIONES.

Previo al análisis cuantitativo de los cationes se hizo una investigación espectrográfica estimativa en el Departamento de Geología para ver qué cationes se encuentran en cantidad suficiente para una determinación química. Se encontró que el silicio, calcio y magnesio deben determinarse en las cuatro muestras; el aluminio en la III y IV, y el hierro sólo en la II. Los demás cationes se encuentran en cantidades muy pequeñas que desde el punto de vista químico cuantitativo se consideran trazas. Son ellos: el sodio, manganeso, titanio, vanadio y cobre.

SILICIO: (16) La determinación de silicio se hizo en 1000 ml. de muestra. El silicio, que en el agua se encuentra en forma de arena y silicatos, se separa de la misma acidificando con ácido clorhídrico y desecando. El residuo se trata nuevamente con ácido clorhídrico y agua para disolver las sales solubles. Se filtra, en el filtro queda retenido el silicio. El filtrado se trata de nuevo como antes y se vuelve a filtrar. Los dos filtros se pasan a un crisol de platino y se incinera. Se pesa. Al residuo incinerado se agrega unas gotas de ácido sulfúrico concentrado y unos mililitros de ácido fluorhídrico y se deseca a bañomaría. Se vuelve a incinerar y se pesa.

HIERRO Y ALUMINIO: (17) El hierro y el aluminio se determinaron en el filtrado de la determinación de silicio. El filtrado se concentra a 200 ml. y mientras permanece caliente se agrega amoníaco hasta neutralizar al anaranjado de metilo. Se hierve y se filtra. Se lava con agua caliente. El precipitado se disuelve en

ácido clorhídrico y agua, y se precipita otra vez con amoníaco. Se pasa el filtro a un crisol tarado, se incinera y se pesa. El hierro y el aluminio se encuentran como óxidos.

El hierro se determina por un método colorimétrico: Se funde el precipitado incinerado con sulfato ácido de potasio, se disuelve en agua, se precipita con amoníaco y se filtra. El precipitado se disuelve en ácido clorhídrico y ácido nítrico y se diluye a 1000 ml.

Se prepara una solución patrón con alambre de hierro y ácido nítrico concentrado, se diluye también a 1000 ml.

Luego, en tubos de Nessler se preparan las diluciones de la muestra y de la solución patrón, se les agrega a cada una 1 ml. de tiocianato amónico al 5% y se compara.

CALCIO: (18) El calcio se determinó en el filtrado de la determinación de hierro y aluminio. El filtrado se concentra hasta 150-200 ml., se agrega 1-2 g. de ácido oxálico cristalizado y suficiente ácido clorhídrico (1 + 1) para aclarar la solución. Se calienta hasta ebullición, se neutraliza con amoníaco y se agrega un poco más de ácido oxálico cristalizado y se precipita como antes. Se deja en reposo otras tres horas y se vuelve a filtrar. Se lava, se pasa el filtro a un crisol tarado, se incinera y se pesa como óxido de calcio.

MAGNESIO: (19) El magnesio se determinó en el filtrado de la determinación del calcio. El procedimiento es similar al anterior. Sólo se cambian algunos reactivos: el ácido oxálico cristalizado por fosfato monoácido de amonio, y el oxálato amónico por amoníaco (1 + 10). El tiempo de reposo es de doce horas en lugar de tres. El magnesio se pesa como pirofosfato y después se hacen los cálculos para expresarlo como óxido.

CUADRO N° VII

CATIONES

MUESTRA N° I

| CATION | ppm | CATION | ppm |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|-----|
| SiO ₂ | 93.0 | V ₂ O ₅ | T |
| Al ₂ O ₃ | T | CuO | T |
| Fe ₂ O ₃ | T | Na ₂ O | T |
| CaO | 130.3 | MnO | T |
| MgO | 23.0 | TiO ₂ | T |

CUADRO N° VIII

CATIONES

MUESTRA N° II

| CATION | ppm | CATION | ppm |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|-----|
| SiO ₂ | 93.3 | V ₂ O ₅ | T |
| Al ₂ O ₃ | T | CuO | T |
| Fe ₂ O ₃ | T | Na ₂ O | T |
| Ca O | 160.1 | MnO | T |
| MgO | 72.7 | TiO ₂ | T |

CUADRO N° IX

CACIONES

MUESTRA N° III

| CATION | ppm | CATION | ppm |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|-----|
| SiO ₂ | 162.2 | V ₂ O ₅ | T |
| Al ₂ O ₃ | 271.0 | CuO | T |
| Fe ₂ O ₃ | 11.2 | Na ₂ O | T |
| CaO | 262.9 | MnO | T |
| MgO | 98.21 | TiO ₂ | T |

CUADRO N.º X

CATIONES

MUESTRA N.º IV

| CATION | ppm | CATION | ppm |
|--------------------------------|-------|-------------------------------|-----|
| SiO ₂ | 99.8 | TiO ₂ | T |
| Al ₂ O ₃ | 30.1 | CuO | T |
| Fe ₂ O ₃ | T | Na ₂ O | T |
| CaO | 158.2 | MnO | T |
| MgO | 66.9 | V ₂ O ₅ | T |

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Los números de este análisis dan la composición exacta para las muestras, pero no para el río porque el caudal de éste varía en cada segundo. No importa esto, llenan mi objetivo: "dar una explicación del por qué las aguas del río Blanco son blancas ". Me permiten deducir también la utilidad de ese río, su importancia, o si es un río corriente.

El pH de las aguas del río: en la muestra I es de 7.3, se puede considerar que las aguas de su cabecera, anteriores al fenómeno, son neutras; pueden tener también un pH de 6 o menos. La cantidad de sus sales: nitratos, cloruros, bicarbonatos, sulfatos: de calcio, de magnesio, de aluminio, de sodio, etc., es soluble; pero si el pH aumenta, muchas de esas sales se vuelven insolubles, como las de calcio, magnesio, y más aún si su concentración aumenta.

En la muestra II el pH baja; es de 6.6, esto puede ser debido a alguna sustancia ácida segregada por una de las boquillas, ya que esta muestra se tomó a la par de ellas. Más allá de las boquillas, en dirección a la desembocadura, el pH comienza a aumentar, es de 6.8, más adelante se puede suponer que las aguas son alcalinas, entonces precipitan los carbonatos de calcio, de magnesio; los hidróxidos de calcio, de magnesio y de aluminio; el sulfato de calcio y los silicatos y las aguas se vuelven lechosas, todavía más, porque de las boquillas sale una sus-

tancia blanca, que tiene que ser sales de calcio, magnesio y alúmina.

La muestra III es del río Agrio, su pH es de 3.1, contiene mucho sulfato, su acidez se debe al ácido sulfúrico; y sus cationes: aluminio, hierro, calcio, magnesio, etc., están bajo la forma de sales ácidas solubles del ácido y de los ácidos clorhídrico y nítrico que también contiene en menor cantidad. Estas aguas clarifican las del río Blanco porque bajan el pH del mismo y sus sales insolubles pasan a sales ácidas solubles.

En la muestra IV, tomada después del fenómeno anterior, las aguas están diluídas, el pH sube, es de 7.5, son aguas alcalinas, las sales ácidas solubles pasan a sales normales insolubles que vuelven a precipitar; además, hay una boquilla de la cual mana la misma sustancia blanca anterior.

La tonalidad azulada de las aguas de la muestra II, y verdosa de la muestra IV, son debidas, muy probable, al cobre.

CONCLUSIONES

1. La lechosidad de las aguas del río Blanco es debida a que arrastra, en un medio alcalino, carbonatos de calcio y de magnesio; hidróxidos de calcio, magnesio y aluminio; sulfato de calcio y silicatos insolubles.

2. La acidez del río Agrio, a lo que alude su nombre, es debida a su gran contenido de ácido sulfúrico.

3. Para la Higiene no son importantes por ser impotables. La turbiedad, la cantidad de sulfatos, carbonatos, calcio, magnesio, hierro y sólidos totales, sobrepasan el límite normal.

4. Puede tener efecto laxante por su gran cantidad de sulfatos y magnesio; pero no tiene importancia desde el punto de vista terapéutico.

5. Para la Farmacia tampoco son importantes; su efecto laxante no justificaría la elaboración de una especialidad farmacéutica.

6. Y para la Industria no constituyen materia prima en la obtención de elemento o mineral alguno.

VII

BIBLIOGRAFIA

- (1) Curtman, Luis J.: ANALISIS QUIMICO CUALITATIVO, E. Jimeno, II Ed., p. 153 y 154, Manuel Marín y Cía, Editores, Provenza, 273, Barcelona. XII, 572 pp.
- (2) Feigl, Fritz: ANALISIS CUALITATIVO MEDIANTE REACCIONES A LA GOTA, III Ed., p. 298 y 299, Editorial Paraninfo, Meléndez Valdés 73, Madrid, 1949, XXIII, 614 pp.
- (3) Idem, p. 304 y 305.
- (4) Idem, p. 244-246, 552 y 553.
- (5) Hurtado, J.R.: QUIMICA Y MICROBIOLOGIA DEL AGUA, II Ed. p. , Tip. Vargas, S. A., Caracas 1956, 131 pp.
- (6) Idem, 104-106.
- (7) Idem, 80 y 81.
- (8) Idem, p. 63-65.
- (9) Idem, p. 63-65.
- (10) Idem, p. 82-83.
- (11) Idem, p. 107-109.
- (12) OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Eighth Edition, p. 574, Editorial Board William Horwitz, Chairman and Editor, Committee on Editing Methods of Analysis, H. J. Fisher A.H. Robertson and Benjamin Franklin Station, Washington 4, D. C. 1955, XVI, 1008 pp.
- (13) Idem, p. 574.
- (14) Idem, p. 574.
- (15) Idem, p. 574.
- (16) Idem, p. 578.
- (17) Idem, p. 578 y 579.
- (18) Idem, p. 579.
- (19) Idem, p. 580.

- (20) Solano H., Juan Antonio: PREPARACION DE UN COLÓRIMETRO PARA MEDIR pH ENTRE 1.0 y 10.0, Tesis de Grado p. 48-60, Departamento de Química, U. N. C. R., 1960, 62 pp.
- (21) Villavecchia, Víctor: TRATADO DE QUIMICA ANALITICA APLICADA II Ed. Vol. I, p. 5-7, Editorial Gustavo Gili, S. A., Enrique Granados 45, Barcelona, 1946, IV, 790 pp.

RESUMEN

Este trabajo lo hice con el propósito de dar una explicación del color lechoso que presentan las aguas del río Blanco, y del fenómeno químico que en ellas se observa: "la disolución de las sustancias que ese río arrastra en suspensión, cuando cambia el pH del medio debido a su confluencia con el río " Agrio ".

Para hacerlo traje cuatro muestras de las aguas: de la I y II dos galones; y de la III y IV un galón de cada una.

Las muestras II y III las tomé en los puntos exactos donde ocurren los dos fenómenos: "el enturbiamiento de las aguas y la disolución de las sustancias lechosas"; y la muestra I de la parte del río que es cristalina antes del primer fenómeno; la muestra IV hacia la desembocadura, cerca de los caseríos El Guayabo y La Fortuna.

La investigación consistió en un análisis químico cualitativo y cuantitativo. Como resultado llegué a la conclusión de que la lechosidad de las aguas es debida a la presencia, en un medio alcalino, de carbonato de calcio y de magnesio; hidróxido de calcio, magnesio y aluminio; sulfato de calcio y silicatos insolubles; y la acidez del río Agrio a que contiene ácido sulfúrico.

Los análisis se practicaron en los departamentos de Geología (espectroanálisis estimativo de cationes) y de Química de la Universidad de Costa Rica.

En el presente trabajo incluyo diez cuadros que contienen los resultados de los análisis; un croquis de la provincia de Guanacaste para indicar el recorrido del río Blanco, y cinco fotografías en negro y blanco para ilustrar las principales partes del curso del mismo río. También una fotografía del volcán Miravalles en donde nacen los tres arroyuelos que forman el río Blanco, y otra del caserío El Guayabo, lugar más cercano al río y al volcán.

INDICE ALFABETICO

| | |
|---|-----|
| Aluminio, | 22 |
| Aniones, Muestra N ^o I (Cuadro), | 18 |
| " Muestra N ^o II (Cuadro), | 19 |
| " Muestra N ^o III (Cuadro), | 20 |
| " Muestra N ^o IV (Cuadro), | 21 |
| Bibliografía, | 31 |
| Bicarbonatos, | 14 |
| Boratos, | 17 |
| Calcio, | 23 |
| Carbonatos, | 14 |
| Cationes, Muestra N ^o I (Cuadro) | 24 |
| " Muestra N ^o II (Cuadro), | 25 |
| " Muestra N ^o III (Cuadro), | 26 |
| " Muestra N ^o IV (Cuadro), | 27 |
| Cloruros, | 14 |
| Conclusiones, | 30 |
| Descripción del Lugar, | 2. |
| Fluoruros, | 17 |
| Fosfatos, | 16 |
| Fotografías, | 6 |
| Gravedad Específica, | 12 |
| Hierro, | 22 |
| Interpretación de los Resultados, | 28 |
| Introducción, | 1 |
| Lugar, Descripción, | 3 |
| Magnesio, | 23 |
| Nitratos, | 14 |
| Nitrógeno Amoniacal, | 15 |
| Peso Específico, | 12 |
| Residuo de Ignición, | 12 |
| Resultados, Interpretación de, | 28. |

Resumen, 33
Silicio, 22
Sólidos en Solución, 12
Sólidos Totales, 12
Sulfatos, 15
Sulfuros, 15
Toma de Muestras, 9
Turbiedad, 12.