



# Análisis físico, químico y bacteriológico del agua de la quebrada Cuesta de Mora

Maryolgui Rincón Figuera <sup>1\*</sup>✉

<sup>1</sup>Grupo de Investigaciones Agroecológicas Luís Zambrano. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Núcleo La Victoria, Santa Cruz de Mora, estado Mérida. Venezuela.

Código: 2011/01/AS/10

Recibido Mayo-2011/aprobado Octubre. 2012

---

## RESUMEN

El agua es un recurso indispensable para la vida; sin embargo, su contaminación es uno de los principales problemas que limita el acceso de la población al agua potable de calidad. Este trabajo se orientó a determinar el grado de contaminación del agua de La Quebrada "Cuesta de Mora", del municipio Pinto Salinas, del estado Mérida, a través de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos, mediante un diseño de investigación de campo. Se concluyó que aun cuando los valores del agua cruda indican que cumple con los parámetros establecidos en La Gaceta Oficial de Venezuela N° 5021(GOVN 5021) para aguas sub-tipo 1A y sub.-tipo 1B, se debe aplicar un tratamiento convencional (cloración), para potabilizarla de manera que pueda ser consumida por los seres humanos. Ello debido a que la misma no cumple con los parámetros establecidos en GO VN 36.395, para aguas potables, lo que podría generar enfermedades gastrointestinales a los consumidores. Se recomienda aplicar sesenta y tres (63 g) diarios de hipoclorito de calcio, diluidos en doscientos (200 l) de agua e incorporarlo al tanque de almacenamiento a través del método de goteo aforado a ciento treinta y nueve (139 ml/min/día). También se recomienda lavar el tanque cada tres meses.

**Palabras clave:** Conservación, contaminación, cloración, enfermedades gastrointestinales.

---

## ABSTRACT

### Physical, chemical and bacteriological analyses of the water of the gully give Cuesta de Mora

Water is an essential resource for life; however, its contamination is one of the main problems limiting the quality the drinking water access. This work was aimed at determining the degree of water pollution the Gully "Cuesta Mora", Pinto Salinas municipality of Mérida state, through the physical, chemical and bacteriological analysis, by means of a research field design. It was concluded that even though the raw water values indicate that meets the parameters established in the Official Gazette of Venezuela No. 5021 (GOVN 5021) for water sub - type sub- type 1A and 1B should be applied a conventional treatment (chlorination) , to make water drinkable and so, it can be consumed by humans. This is because it does not meet the parameters of VN GOES 36,395, for drinking water, which could attract consumer's gastrointestinal diseases. So it is recommended to apply sixty-three (63 g) per day of calcium hypochlorite, diluted in two hundred (200l) of water and add it to the storage tank through the drip method volumetric hundred thirty nine (139 ml / min / day) . It is also recommended to wash the tank every three months.

**Keywords:** Conservation, Pollution, chlorination, gastrointestinal diseases.

---

## INTRODUCCIÓN

El agua se caracteriza por ser un compuesto inorgánico incoloro, inodoro e insípido; químicamente es una combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y es el disolvente universal más empleado (Vernon, 2008), su disponibilidad en la tierra, para el consumo humano, está en los manantiales subterráneos (aguas freáticas) y en los cuerpos de agua superficiales [(ríos, lagunas, lagos, represas y embalses) (Molina, 2009)]. Los factores que originan la contaminación de las fuentes de agua potable son: 1- factores de origen natural como la erosión del suelo (el arrastre de los

sedimentos por las lluvias) y; 2- La acción del hombre (producción agrícola y pecuaria, la tala y quema de la cobertura vegetal, el asentamiento de poblaciones cercanas a éstas fuentes y la industrialización). Estos acuíferos son contaminados por agentes químicos, inorgánicos, metales pesados, desechos orgánicos, hidrocarburos, detergentes, plaguicidas, fertilizantes, sustancias radioactivas, entre otros, los cuales debido a su actividades tóxica, explosiva, corrosiva u otras características que representan un peligro para la

---

\*Correspondencia: [rinconm@unesur.edu.ve](mailto:rinconm@unesur.edu.ve). Profesora de la UNESUR, categoría agregado. Programa de formación Ingeniería de la producción agropecuaria, área ambiente, Proyecto de investigación financiado por PAI, DGCPPDS de la UNESUR.



salud y para el medio ambiente, de modo individual o colectivo (LaGrega, 1996).

La utilización del recurso agua es arraigado en la evolución y desarrollo sostenible del hombre, es imprescindible en las actividades industriales, en la producción agrícola y ganadera, la usamos como medio de transporte, con fines deportivos o recreativos, conforma un elemento del paisaje, también la empleamos para la higiene personal, de nuestros hogares y comunidades, además de ella se aprovecha su movimiento para generar energía, lo que indica que su existencia disponibilidad y disfrute repercute directamente en la calidad de vida (Méndez, 2005). En tal sentido, la desinfección del preciado líquido es necesaria, y puede hacerse por medios químicos o físicos.

Kemmer (1998), destaca en su libro que la desinfección del agua con cloro para consumo humano es uno de los mayores logros en el campo de la salud pública del siglo veinte (XX), además de ser parte de los últimos pasos en la planta de tratamiento de agua potable, la practica evita amenazas a la salud. En el caso de agua de manantiales naturales o de pozo,

en la mayoría, la desinfección es el único tratamiento que se le da al agua para hacerla potable, con ello se evita la diseminación de enfermedades y se mejora su calidad.

El objetivo general del presente estudio fue determinar algunas propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua de la "Quebrada Cuesta de Mora" (QCM), del municipio Antonio Pinto Salinas, sector Hacienda La Victoria del estado Mérida, a saber: número más probable de coliformes totales y fecales por cada cien 100 ml (NMP); número de colonias presentes; a treinta y cinco 35 °C/ml; y algunas propiedades físico-química como temperatura, turbidez, color, olor pH, dureza, hierro, flúor, calcio, magnesio, cloruro y sólidos totales disueltos, con la finalidad de indicar las características del agua en estudio de acuerdo a los parámetros establecidos en La GOVN° 5.021, donde se ubica el tipo de agua analizada según los artículos tres (3) y cuatro (4) para aguas crudas y los valores establecidos en La GOVN° 36.395 para aguas potables (Manual de INOS, 1974), en aras de determinar en función de su nivel de calidad si es apta para el consumo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de la investigación se realizó en diferentes etapas o fases:

- 1- el diagnóstico o reconocimiento de la zona
- 2- determinación de los sectores de muestreo
- 3- toma de muestra
- 4- el procesamiento y análisis de muestras y finalmente
- 5- la discusión de los resultados obtenidos.

### 1-Diagnóstico o reconocimiento de la zona

La microcuenca de la quebrada "Cuesta de Mora" (QCM), en la parroquia "Mesa de las Palmas" del estado Mérida, según datos aportados por la dirección de catastro y ambiente de la Alcaldía "Antonio Pinto Salinas", está ubicada a seiscientos veintidós (622) metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), al norte del nacimiento de la quebrada: "EL Vijagual", desembocando en el Río Mocotíes, frente a la carretera transandina en la encrucijada de "La Victoria". La misma se caracteriza por estar entre montañas de pendientes pronunciadas, rodeada por pequeñas unidades de producción tanto animal (porcina, bovina y avícola), como agrícola (tomate, cambur, plátano, auyama, café, entre otros), y por un caserío rural organizado por el consejo comunal (C.C. "Cuesta de Mora", de la parroquia "Mesa de las Palmas"). Estas condiciones han ejercido una intervención antrópica considerable y agropecuaria sobre todo el recorrido de la quebrada.

Esta población es abastecida a través de mangueras de "PVC", con el agua de la (QCM), que es llevada hasta el tanque recolector y sedimentador, para su posterior traslado al tanque de almacenamiento, ubicado en la plaza de la hacienda, el cual surte también a otras instituciones vecinas como la UNESUR Núcleo La Victoria, el puesto de la Guardia Nacional La Victoria y el INSAI.

### 2-Sectores de muestreo

El estudio se realizó a través de un diseño de investigación de campo y un muestreo bajo un diseño estadístico aleatorio,

sistematizado y estratificado, dividiéndose la longitud de la cuesta en cuatro estratos y finalmente en la llave de entrada y salida del tanque de almacenamiento, **tabla 1:**

**Tabla 1.** Sectores de la quebrada Cuesta de Mora

Callejón de las Animas, Sector Alto (CASA)
Callejón III El Vijagual, Sector Alto C3VSA)
Callejón II La Mora, Sector Medio (C2LMSM)
Callejón I La Mora (CLM)
Estanque llave de entrada al almacenamiento (EEA)
Llave de salida del Estanque de almacenamiento (ESA)

\*Fuente: Datos aportados por la oficina de Catastro y Ambiente de la Alcaldía Antonio Pinto Salinas (2009).

### 3- Toma de muestra

La obtención de las muestras se realizó bajo las condiciones fitosanitarias y según el reglamento establecido por Aguas de Mérida, bajo la presencia y supervisión de los licenciados y técnicos de la referida institución. Se realizaron tres (3) muestreos, en diferentes épocas del año de acuerdo a la temporada de lluvia de la zona: el primer muestreo se tomó el 11/02/2009, el segundo muestreo el 13/10/2009 y el último se realizó el 26/01/2010. En cada uno de los estratos se tomaron dos (2) litros de agua para los análisis bacteriológicos, y ciento veinticinco 125 ml para los análisis físicos y químico, los frascos empleados para la toma de muestras fueron de vidrio, neutro, refractario y de boca ancha, los mismos no se llenaron totalmente, sino tres cuartas partes de su capacidad, para dejar un espacio de aire que permitió la homogenización de la muestra por agitación (Brière, 2005), finalmente fueron trasladados hacia el laboratorio resguardados en cavas refrigerantes para la conservación de las muestras, el mismo día de obtenidas.

#### 4- Procesamiento y análisis de muestras

Los parámetros físicos y químicos que se analizaron para determinar las características organolépticas del agua de la (QCM), en los sectores alto, medio, entrada y salida del tanque, fueron: la temperatura, la turbiedad, el color, el olor, el pH, la dureza, el hierro, el flúor, el calcio, el magnesio, el cloruro y los sólidos totales disueltos (Vernon, 2008). Estas variables fueron analizadas en el laboratorio de Aguas de Mérida. Los valores obtenidos se compararon con todos los aceptados y establecidos en el decreto N° ochocientos ochenta y tres (883) contenido en la GOVN° 5021, con el propósito de determinar su clasificación y utilidad, según el tipo de agua correspondiente.

Los análisis bacteriológicos tuvieron el objetivo de identificar y cuantificar los miembros del grupo coliformes presentes en el agua. Consistió en la determinación de la densidad del grupo- coliforme, expresado en términos de número más probable (NMP por ml) y la cuenta total de bacterias que se desarrollaron en el medio de agar nutritivo en 24 horas de incubación a 35 °C de acuerdo a las siguientes metodologías (Delgado y Ramírez, 2005).

##### 4.1- Conteo total de colonias

Este procedimiento tuvo como objeto determinar el contenido bacteriano de la muestra de agua por cantidad de volumen (ml). Para ello, se siguió la metodología que explica el manual de procedimientos INOS (1974), la presencia del número de colonias a 35 °C/ml, a través de la técnica de conteo de colonias en agar nutritivo a 35 °C.

##### 4.2- Pruebas para detectar la presencia de miembros del grupo coliforme

El grupo coliforme incluye a todos los bacilos aeróbicos o anaeróbicos facultativos, Gram-negativos, no esporógenos, que fermenta la lactosa con formación de gas, dentro de las 48 horas a una temperatura de 35 °C. (INOS, 1974). Es de interés destacar que para la evaluación de la potabilidad del agua se adoptó como índice de contaminación todo el grupo coliforme y no solo un organismo (*Escherichia coli*). En los trabajos rutinarios del laboratorio no se acostumbra a diferenciar las especies, ya que se les considera a todas en formas colectivas, como miembros del grupo coliforme y se les concede la misma importancia desde el punto de vista sanitario (Frers, 2010), constituyendo un indicio delicado y fidedigno de contaminación, así como la eficacia de la depuración y de la potabilidad del agua.

La demostración del grupo coliforme se llevó a cabo mediante las técnicas de los tubos múltiples de fermentación (1-Prueba presuntiva, 2-prueba confirmativa o completa) el

número más probable de coliformes totales (recuento de bacterias coliformes termotolerantes) por cada cien (100 ml), a través de la técnica series múltiples de tubos, la prueba presuntiva en lauril sulfato a 37 °C y la confirmativa en verde bilis brillante a 37 °C. Para ello se realizaron todos los procedimientos indicados en el manual de INOS (1974) referido a aguas ligeramente contaminadas provenientes de los sistemas de red de distribución con desinfección irregular o de procedimiento desconocido.

Para el cálculo y registro del NMP: Se hizo en términos del (número más probable) NMP los resultados del número de tubos positivos y negativos (presuntivos y confirmados), obtenidos al hacer la siembra de tubos múltiples de diluciones decimales, por medio de la tabla de control de calidad, de acuerdo a los tipos de siembra y a la calidad de agua examinada implantadas en el laboratorio Aguas de Mérida (Manual INOS, 1974), las cuales cumplen con las normas de calidad establecidas para agua potable y tienen un límite de confianza del noventa y cinco (95%) para cada valor del NMP. Como la siembra fue de uno 1, 0; cero, uno 0, 1 y cero, cero uno 0, 01 ml, los valores de la tabla se multiplicaron por diez (10) y se tomaron las tres (3) series para calcular el NMP.

##### 4.3- El número más probable de coliformes fecales (*Escherichia coli*)

Por cada 100 ml a través de la técnica E.C. médium para coliformes fecales a 44,5 °C.

Por último, se realizó la **técnica de demanda de cloro (Cl)**: la demanda de cloro es la cantidad de Cl que es consumida (o convertidas a formas inertes o menos activas) al entrar en contacto con las sustancias presentes en el agua (Lenntech, 1993). En la mayoría de los casos, la demanda de cloro implica una reacción completa con todas las sustancias que se alteran con el Cl y se define como la diferencia entre la cantidad de cloro agregada y la cantidad de Cl libre disponible o residual (ácido hipocloroso y/o iones Hipoclorito), que hay permanente al cabo de un periodo de contacto dado. El término cloración a "punto de quiebre" frecuentemente es aplicado cuando solo se desea cloro libre disponible después del periodo de contacto (INOS, 1974).

El método del laboratorio estableció las normas de procedimientos para la determinación de la demanda de Cl; no obstante, debido a la dependencia de la demanda de diversos factores, el análisis definió las condiciones experimentales, tales como el tiempo de contacto, el pH y la temperatura bajo las cuales se hizo la determinación (Vernon, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis físico y químico del agua de la quebrada "Cuesta de Mora".

La **tabla 2**, muestra los resultados promedios obtenidos en el análisis físicos y químicos realizados en los tres muestreos del agua, recolectadas en la cuenca de QCM, en los sectores altos, medios, entrada y salida del tanque, como variables importantes resultaron ser el olor, el color, el pH, la turbiedad y algunos componentes minerales que fueron preponderantes.

La temperatura del agua es un parámetro importante que determina la regulación del proceso de coagulación, la solubilidad de los gases, la viscosidad, la disociación y la presión, factores que condicionan su fluidez (Kemmer y Mc Callion, 1998), este parámetro, también define la presencia de poblaciones y variedad de plantas, animales y microorganismos acuáticos. (Frers, 2010), Con respecto a la muestra analizada, los resultados obtenidos cumplen con el rango aceptado, lo que demuestra que en todos los estratos la temperatura fue menor a veinticinco (25 °C).

**Tabla 2.** Resumen de los análisis físicos- químicos del agua

Parámetros	Valor aceptado decreto N° 883 Gaceta Oficial de Venezuela N° 5021	Callejón de las animas III, sector alto	Callejón de las animas II, sector medio	Llave de entrada al tanque de almacenamiento	Llave de salida al tanque de almacenamiento
Temperatura Muestra	< 25° C	19	20	20	20
Olor	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Color	15U. Pt- Co	10	8,5	12	11,6
pH	6,5- 8,5	7,9	8	7,8	8
Turbidez	3 UNT	2,4	2	3	2,6
Dureza total	50 mg/l	48	42	42	49
Hierro total	0,3 mg/l	0,022	0,13	0,05	0,03
Flúor total	1,5 mg/l	0,17	0,2	0,2	0,2
Calcio	1.60 mg/l	17,5	16	15,5	16,8
Magnesio	1,25 mg/l	1.9	0,5	0,8	1,6
Cloruro	250 mg/l	21,5	16	17	16,7
Sólidos totales disueltos:	1.000 mg/l	83,7	71,5	78,5	102,3

El color es otra característica física del agua, la cual está íntimamente relacionada con la turbidez, producto de la presencia de partículas sólidas muy finas y sobrenadantes arriba de la materia sedimentada que se mide sobre un haz de luz. Esta se debe en gran parte a la presencia de arcilla y otros minerales, o también a el residuo de detergentes o emulsificadores en el agua (Jiménez, 2001), lo que genera un impacto estético por dificultar la penetración de la luz a través de la columna de agua. En los resultados obtenidos de estos dos parámetros se pudo comprobar esa relación (color-turbidez), puesto que el valor del color en el sector alto, llave de entrada al tanque y en la llave de salida del tanque, aumentó a igual que los de turbidez, sin embargo, no llegaron a superar el valor promedio permitido, lo cual indica la escasa presencia de partículas sólida sobrenadantes que distorsionan el aspecto incoloro real del agua potable.

El pH define la acidez o la alcalinidad del agua, su estabilidad se debe a los equilibrios químicos de los constituyentes principales disueltos, básicamente al del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la concentración de los iones de hidrógeno (H) y oxígeno (O), previniendo así las concentraciones elevadas de metales pesados (Kemmer y Mc Callion, 1998). El resultado de las muestras analizadas indicó que el parámetro pH cumple con los rangos establecidos y se observó que los mismos se mantuvieron estables durante todos los estratos.

El magnesio (Mg) y el calcio (Ca) son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones de Mg o Ca se denomina agua dura, y el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda, su reactividad aumenta con niveles altos de O y reacciona sólo ligeramente o nada con la mayor parte de los álcalis y muchas sustancias orgánicas, como hidrocarburos,

aldehídos, alcoholes, fenoles, aminas, éteres y la mayor parte de los aceites, se combina con la mayor parte de los no metales y prácticamente con todos los ácidos (Vernon, 2008). El Mg no es sospechoso de ser cancerígeno o mutagénico, pero la exposición a los vapores de óxido de magnesio (MgO) pueden causar malestares de salud temporales como: fiebre, escalofríos, náuseas, vómitos y dolores musculares. Estos se presentan normalmente de 4 a 12 horas después de la exposición y duran hasta 48 horas (Lenncth, 2009).

Al analizar los resultados de las pruebas realizadas, se observó que el parámetro Ca presentó altos índices de presencia durante el recorrido del agua por todos los sectores, factor que se puede atribuir a la aplicación de fertilizantes y abonos como por ejemplo: 1- El nitrato de calcio Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 2- Granucal, 3- Superfosfato de calcio (10Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-2HF, 20%), y 4- El nitrato amónico cálcico 5Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, entre otros; los cuales han llegado a la vertiente por efecto de percolación. De igual manera el Mg superó el valor aceptado en los estratos:

- 1- Callejón de las animas sector alto
- 2- Llave de salida al tanque de almacenamiento

Lo cual, pudo corresponder a la aplicación de un fertilizante (a base de cloruros y sales minerales como por ejemplo el cloruro de magnesio MgCl<sub>2</sub>, "SULFACAL" Calcio (Ca) + Azufre (S) en forma de Sulfato, el SULFAMAG Sulfato de Magnesio Cristalizado Mineral Natural de Máxima Pureza noventa y nueve 99% o el CARBOCAL Carbonato de Calcio Mineral, entre otros), a los cultivos establecidos en la zona alta de la cuenca o al lavado de las instalaciones agropecuarias de explotación de porcinos y bovinos con detergentes o jabones, que por arrastre o percolación es presumible que llegó al agua del río, lo que pudo originar el desarrollo de algas y plantas acuáticas, como lo reportado por (Uzategui, 2005); en la

cuenca del Lago de Maracaibo. En estas circunstancias aumenta la disponibilidad O, la concentración de iones de H y la reactividad del Mg, el cual, en los estratos sucesivos disminuye la concentración, por la acción de la corriente y su dilución o absorción por las partículas de arcilla, finalmente una vez en el tanque de almacenamiento, se depositó acumulándose en su interior, haciéndose presente en el resultado del último estrato, clasificándose así el agua proveniente de la QCM como agua dura debido a la cantidad de Ca y Mg detectado tal como lo sugiere (Kemmer, 1998).

Las concentraciones de calcio en aguas varían mucho, pero en general suelen ir asociadas al nivel de mineralización que generalmente pasan al agua por disolución cuando proviene de sulfatos (Chirino, *et al.*, 2009).

Con respecto a los sólidos totales encontrados en las muestras se observó que en todos los estratos los resultados se encontraron dentro de los parámetros permitidos en la GOVN° 5021, sin embargo en el estrato "Callejón de las animas III", sector alto y en la llave de salida al tanque de almacenamiento, en donde los valores de Ca y Mg fueron muy altos, en correlación el valor de los sólidos totales aumentaron sin salir de sus parámetros aceptados, lo que explica la relación existente entre la turbidez del agua por las partículas de minerales registrados y los sólidos totales.

Los valores obtenidos en los análisis físicos y químicos del agua proveniente de la QCM permiten tener una clara idea de su uso y clasificarla como agua Tipo 1: que son aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que la misma forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él, y se desagregaron en los sub-tipos: Sub Tipo 1A: aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes y Sub Tipo 1B: aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración, de acuerdo a los rangos establecidos para el manejo de "aguas crudas", según el decreto N° 883 contenido en la GOVN° 5021, fecha 11 de octubre de 1995, en el capítulo II, artículo 3° y 4°.

### Análisis bacteriológico del agua de la quebrada Cuesta de Mora.

En la **tabla 3** se pueden apreciar los valores obtenidos en los análisis bacteriológicos realizados al agua de la quebrada Cuesta de Mora.

**Tabla 3.** Resultados de los análisis bacteriológicos

Lugar de captación de la muestra	N° de colonias a 35° UFC/ml	Muestreo #1 11/02/09		N° de colonias a 35° UFC/ml	Muestreo #2 13/10/09		N° de colonias a 35° UFC/ml	Muestreo #3 26/01/10	
		NMP Totales	NMP Fecales		NMP Totales	NMP Fecales		NMP Totales	NMP Fecales
Callejón de Las Animas III Sector Alto, El Vijagual	388	4.600	4.600	1.040	24.000	24.000	312	1.500	1.500
Callejón de Las Animas II Sector Medio.	562	4.600	4.600	867	11.000	11.000	444	1.500	1.500
Llave de Entrada al Tanque de Almacenamiento	592	4.600	4.600	615	2.100	2.100	596	4.600	4.600
Llave de Salida del Tanque de Almacenamiento	472	4.600	4.600	872	11.000	11.000	686	4.600	4.600

Los coliformes son los principales indicadores de contaminación bacteriológica en el control de la calidad del agua para el consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas (Delgadillo y Ramírez 2005). Dentro de los cuales encontramos:

- 1- los coliformes fecales, aquellos de origen fecal que se encuentran en los intestinos de los seres humanos y de los animales de sangre caliente.
- 2- los coliformes totales, distribuidos en la naturaleza, especialmente en el suelo, semillas y vegetales, que comprende la totalidad del grupo. Los primeros se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar

temperaturas más elevadas, siendo ésta la característica que diferencia a los coliformes totales de los fecales, pues los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44,5° C (Frers, 2010).

En el presente estudio el mayor aumento del número más probable de coliformes totales, fecales y formación de colonias se observó durante el segundo muestreo, realizado el día 13/10/09, esta incidencia puede asociarse a la fuerte sequía que se presentó en la zona. También es probable que en la rotación del ganado de un potrero a otro, al atravesar el río incidieron en la presencia de heces en el agua y por ende de coliformes. Además, es pertinente añadir, que para esta

época, la cría de cerdos aumenta porque su mayor demanda es en el mes de diciembre.

En todos los muestreos los valores de las pruebas bacteriológicas resultaron significativos, según los valores establecidos en la GOVN° 5021, aun considerando los más bajos, en comparación con los rangos establecidos en las normas de control y calidad del agua para poder ser consumida sin afectar la salud de los seres humanos (Brière, 2005), puesto que el rango máximo permitido, para el sub-tipo de agua 1-A; aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes, es de 2000 UFC/100 ml, lo que indica, que la cantidad de coliformes totales y fecales presentes en las muestras correspondieron a la clasificación del agua sub-tipo 1-B; aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

Los resultados obtenidos en el conteo de las unidades formadoras de colonias correspondieron a una prueba positiva confirmada, cuyo rango máximo permitido es de 300 colonias (300 UFC/ml) para aguas superficiales. En el presente estudio este valor superó y en ocasiones triplicó el rango máximo permitido, lo que ratifica que de los coliformes totales, el 100% estuvo integrado por la presencia de coliformes fecales. Ello indica que el alto grado de contaminación bacteriológica del agua de la quebrada Cuesta de Mora, es consecuencia de la incorporación directa de las heces provenientes de las aguas servidas de la población asentada en los márgenes de la quebrada y de la producción animal (porcina, avícola y bovina), factores que pueden ser asociados a ciertos agentes microbiológicos de las enfermedades intestinales por lo que el agua proveniente de de cualquier acueducto, no se debería consumir directamente sin la aplicación previa de un tratamiento de desinfección que garantice su calidad (control del NMP de coliformes fecales). Al respecto en el Manual de Laboratorio: físico- químico bacteriológico del INOS. (1974). Instituto Nacional de Obras Sanitarias, indica que la importancia de la potabilización del agua radica en que el consumo crudo no cumple con los valores establecidos en la GOVN° 5021, para agua potables, bajo estas circunstancias es un factor de riesgo que podría originar enfermedades gastrointestinales, intoxicaciones, presencia y crecimiento de parásitos, entre otros, y en ocasiones extremas pueden causar hasta la muerte.

En base a los resultados obtenidos, y para tratar de darle respuesta a la problemática planteada, se calculó la demanda de cloro (Cl), con la finalidad de:

- 1- Identificar la cantidad de hipoclorito necesario para purificar el agua, para ello se consideró la dimensión y el tiempo de llenado del tanque de almacenamiento.
- 2- Determinar el goteo de la mezcla (aforo) según el tiempo y la concentración del hipoclorito (CIO). De acuerdo a los resultados obtenidos de la demanda de Cl, el cual fue de 0,7mg/l, se calculó la dosificación a través del caudal de entrada del agua al tanque y su dimensión ( $Q_e = 0,7$  l/seg). Luego, la cantidad de CIO que se debe agregar para su tratamiento y potabilización (63 g diluidos en 200 l de agua), finalmente el caudal de goteo que se debe aforar para un período de 24 horas (139 ml/min) y mantener el agua potable para el consumo humano sin afectar la salud de la población durante un día.

El agua de la QCM según los estándares no cumple con los valores establecidos en la GOVN° 36.395 para aguas potables, lo que indica que para ser consumida debe ser potabilizada por medio de algún tratamiento convencional como cloración, siendo éste el más conveniente por su fácil manejo. Con una proporción de 63 g, diluidos en 200 l de agua y debe aplicarse a través de goteo aforado a 139 ml/min las 24 horas del día.

Se especifica que estas dosis son para estas circunstancias, si varía el caudal de entrada del tanque (épocas de lluvias o sequía), o la concentración del CIO, se debe realizar un nuevo cálculo y adaptar los valores correspondientes a la nueva dosificación, para ello se debe tomar mensualmente muestras de agua y calcular el tiempo de llenado del tanque, determinar la demanda de Cl y el nuevo aforo.

#### **Cálculo de la demanda de cloro**

El cloro es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da de forma natural, puede ser utilizado como blanqueador o como desinfectante. Los efectos del cloro en la salud humana dependen de la cantidad de cloro presente, y del tiempo y la frecuencia de exposición. Las plantas de tratamiento de aguas utilizan hipoclorito de calcio ( $\text{NaClO}$ ) que es un componente de Cl para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos (Kemmer y McCallion, 1989), lo que indica que es indispensable calcular la dosificación de la cantidad de CIO que debemos agregar al agua (en un tiempo específico), para desinfectarla sin que esto represente un riesgo para la salud del ser humano.

#### **Dosificación de la demanda de cloro**

La demanda de cloro determinada en el Laboratorio Físico-Químico de Aguas de Mérida fue de 0,7mg/L, y su dosificación se calculó con la finalidad de:

- 1- Identificar la cantidad de hipoclorito necesario para purificar el agua (para ello se consideró la dimensión y el tiempo de llenado del tanque de almacenamiento).
- 2- Determinar el goteo de la mezcla (aforo) según el tiempo y la concentración del CIO, se realizaron los cálculos en los siguientes pasos:

Paso 1: El tiempo de llenado del tanque de almacenamiento = 22,8 horas

Paso 2: La dosificación de cloro para acueductos menores (AFORO) = 63grs

Paso 3: La cantidad de goteo del hipoclorito (aforar) = 139 ml/min. De acuerdo a los resultados obtenidos de la demanda de cloro el cual fue de 0,7mg/l, se calculó la dosificación a través del caudal de entrada del agua al tanque y su dimensión ( $Q_e = 0,7$  L/seg). Luego, la cantidad de CIO que se debe agregar para su tratamiento y potabilización, finalmente el caudal de goteo que se afora para un período de 24 horas (139ml/min) y mantener el agua potable apta para el consumo humano, sin afectar la salud de la población durante un día. Se especifica que estas dosis se ajustan a las circunstancias descritas. En caso de que varíe el caudal de entrada del tanque (épocas de lluvias o sequía), o la concentración del CIO, se debe realizar un nuevo cálculo y adaptar los valores correspondientes a la nueva dosificación, para ello se debe tomar mensualmente muestras de agua y calcular el tiempo de llenado del tanque, a fin de determinar la demanda de cloro y el nuevo aforo.

---

## CONCLUSIONES

La dosificación del proceso de "cloración" debe aforarse cada mes. población asentada en la cuenca de la quebrada Cuesta de Mora y las distintas unidades de producción, representan un factor contaminante del agua, se caracterizan por no poseer alcantarillados, red de cloacas o aguas negras, que pueden desaguar por accidente a la quebrada.

Los residuos fecales, fertilizantes, agroquímicos, detergentes entre otros que se agregan en el suelo, pueden

entrar en contacto, bien sean por percolación, lavado o escorrentía, la acción es favorecida por de lluvias provocando grandes desequilibrios en el sistemas acuático de la quebrada.

La calidad del agua cruda proveniente de la quebrada Cuesta Mora ligeramente cumple con los parámetros establecidos para Sub.-tipo 1B- y Sub.-tipo 1-A.

---

## RECOMENDACIONES

Implementar un control de mantenimiento diario, que garantice la dosificación correcta de la demanda de cloro o en su efecto aplicar las dosis calculada según las condiciones del presente estudio, es decir 63 g, diluidos en 200 l de agua, a través del método de goteo aforado a 139 ml/min.

Resguardar el cloro, en un barril plástico de 220 l y la solución a preparar debe realizarse en una garita o casilla que debe construirse en la parte superior del tanque (techo) para prevenir la manipulación foránea.

Realizar muestreos seriados (mensuales) con la finalidad de obtener una data representativa de la realidad de esta fuente de agua; pues, los resultados pueden variar según la

época de lluvia y sequía del año, aumento de la población, incrementos en la aplicación de agroquímicos y fertilizantes debido al establecimiento de nuevos cultivos, entre otros.

Limpiar de manera adecuada el tanque de almacenamiento en lapsos trimestrales, a fin de evitar la proliferación de hongos y bacterias, para lo cual el interior de la estructura se debe lavar con soluciones cloradas (hipoclorito de calcio).

Desarrollar programas socioeducativos que orienten a la población al uso racional y a la conservación de los recursos naturales, a través del Consejo Comunal CM y la UNESUR Núcleo-La Victoria.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brière, F.** (2005). Distribución de agua potable y colecta de desagües y de agua de lluvias. Montreal, Canadá: Edit. Andree Laprise, 2a ed.
- Chirinos, A.** Guarenas, A y Sánchez, M. (2009). Estudio de los parámetros físicos y químicos del agua cruda del río San Antonio del municipio Miranda del estado Falcón. UDEFA, Universidad de Falcón, Facultad de ciencias del agro y del mar. Punto Fijo, Venezuela.
- Delgadillo, L.** y Ramírez O. (2005). Características del agua y Procesos de Potabilización [En Línea]. Disponible en: [http://www.bonatura.com/agua\\_potabilizacion.htm](http://www.bonatura.com/agua_potabilizacion.htm) [Consulta 2010, Marzo 7]
- Frers, C.** (2010), La problemática del agua dulce. Tomo 2, edit. LIMUSA. México.
- Gaceta Oficial** de Venezuela. (1995). N° 5021, Decreto 883. Capítulo II, artículos 3 y 4, Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial** de la República Bolivariana de Venezuela. (1998). N° 36395, 13 de febrero. Edit. Imprenta Nacional, Caracas, Venezuela.
- Gaceta Oficial** de la República Bolivariana de Venezuela. (2001). Ley de tierras y desarrollo agrario. N° 5.833, Extraordinario, 22 de Diciembre, Caracas, Venezuela.
- HIDROANDES.** (1991). Métodos Standard para los análisis de agua y aguas residuales. Venezuela.
- INOS.** (1974). Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Manual de Laboratorio físico- químico Bacteriológico, "Dirección general de construcción y funcionamiento", Región de Los Andes, Acueducto Mucujepe, El Vigía Código 54. Venezuela: Dirección de Funcionamiento.
- Kemmer, F** y McCallion, J. (1998). Manual del agua: "su naturaleza, tratamiento y aplicaciones". Edit. McGraw-Hill, S.A., 1ra ed. Tomo I, II. México.
- LaGrega, M.** (1996). Gestión de recursos tóxicos. "Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos". Edit. McGraw-Hill, 1ra ed. (1). Madrid.
- Lenntech, L.** (2009). Desarrollar, diseñar, fabricar e instalar sistemas de purificación de aire y de agua no dañinas con el medioambiente para la industria. Universidad Técnica de Delft. Países Bajos.
- Méndez, E.** (2005). Planificación y Gestión Ambiental para el desarrollo Sostenible (3a Ed.), Serie Ambiente A-28, Mérida, Venezuela: CIDIAT.
- Oficina de Catastro y Ambiente de la Alcaldía Antonio Pinto Salinas.** (2009), Santa Cruz de Mora, estado Mérida, Venezuela.
- Uzcátegui, A.** (2005). Venas del sur caminos de agua. "Reseña ecosociológica de los ríos surlaguense. Venezuela: Edit. UNESUR.
- Vernon, J.** (2008). Química del Agua. Edit. Limusa, 2da ed. México.