

Microorganismos presentes en agua de bebederos de las escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Durango causantes de gastroenteritis

Aurora Martínez R.^{1*}, Magdiel López M.¹, Oscar Alan Segura E.¹, José Luis Ortega S.⁴, Uriel Figueroa V.¹, Maribel Cervantes F.³, Estela Ruíz B.³, José de Jesús Alba R.^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Unidad Gómez Palacio. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED. Av. Artículo 123 s/n Colonia Filadelfia CP 35010; AP No. 51, Gómez Palacio, Dgo., México.

²Laboratorio de Asesores Especializados de la Laguna. Juárez 142, Col. Centro. CP 35000. Gómez Palacio, Dgo., México.

³Facultad de Ciencias Químicas, Unidad Durango. UJED. Av. Veterinaria s/n, Circuito Universitario, Col. Valle del Sur. CP 34200. Durango, Dgo., México.

⁴Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo., México.

Email: quimicaaurora@hotmail.com

Recibido. 11/09/2012

Aceptado: 12/10/2012

Resumen

En los últimos años un gran número de infecciones en el humano son causadas por microorganismos que proliferan en las tomas de agua potable. Una de las que presentan un número de casos cada vez mayor es la gastroenteritis bacteriana. Se aislaron e identificaron los microorganismos causantes de gastroenteritis presentes en el agua de bebederos de 40 escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Durango. Utilizando medios como el agar tiosulfato citrato bilis sacarosa, agar *Estafilococos* 110, agar MacConkey y Agua peptonada, pruebas bioquímicas como Urea, TSI, SIM, Citrato, LIA, MIO. Se aisló *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas stutzeri*, *Staphylococcus aureus* y *Enterobacter cloacae*. La calidad del agua es responsable directa de gastroenteritis; la aplicación periódica de cloro es el método más viable para su prevención.

Palabras clave: Gastroenteritis, agua, identificación.

Microorganisms in drinking-troughs from public schools in the city of Gomez Palacio, Durango causative gastroenteritis

Abstract

In recent years a large number of human infections are caused by microorganisms that proliferate in drinking water faucets. One of those with an increasing number of cases is bacterial gastroenteritis. We isolated and identified causative gastroenteritis microorganisms present in drinking water from 40 public schools in the city of Gomez Palacio, Durango. Using microbiological media such as thiosulfate citrate bile sucrose agar, Staphylococcus agar 110, MacConkey agar and peptone water for isolation as well as various biochemical tests for identification as urea, TSI, SIM, citrate, LIA, MIO. *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas stutzeri*, *Staphylococcus aureus* and *Enterobacter cloacae* were isolated. Water quality is directly responsible for gastroenteritis; the periodic use of chlorine is the most viable method for prevention.

Keywords: Gastroenteritis, water, identification.

Introducción

El nuevo milenio representa un punto de observación y crecimiento importantes con respecto a la población del mundo y su movimiento de las zonas rurales a las comunidades urbanas las cuales se han desarrollado abrumadoramente. Estas aglomeraciones suponen una enorme carga sobre los recursos naturales, especialmente el agua.¹ El problema cada vez más difícil de suplir es la calidad adecuada del vital líquido, la cual se asocia con una dispersión de la población, expansión de las zonas de hábitat y diversidad de fuentes de contaminación que desencadenan en un notable crecimiento de microorganismos patógenos.¹ Las diferentes comunidades microbianas presentan: heterogeneidad, diversidad, resistencia a los antibióticos y una gran capacidad de comunicación intracelular entre sus habitantes. Dichas características los convierte en conglomerados difíciles de eliminar en las distintas superficies donde se establecen.²

Las infecciones en el humano tienen la particularidad de ser ocasionadas por toda una gama de microorganismos a diferencia de otras que son causadas por una única especie en cuestión, esas enfermedades en su gran mayoría son de transcurso crónico, persistente y dejan secuelas que difícilmente se pueden erradicar por lo tanto esto conlleva a que su eliminación sea un proceso difícil y con repercusiones a largo plazo.³ Las enfermedades gastrointestinales son una de las primeros motivos de consulta médica y también una de las primeras causas de muerte en México y en el mundo, en especial entre lactantes y niños.⁴ En la gran mayoría de las ciudades en desarrollo, el crecimiento de la población no está asociado al desarrollo de una infraestructura adecuada para transportar el agua, capaz de manejarla de una manera adecuada es decir separarla de las aguas residuales, esta situación tiende a desencadenar una contaminación bacteriana generalizada de las aguas subterráneas por los efluentes domésticos e industriales.

Las aguas subterráneas son el principal abastecedor de las zonas urbanas y éstas a su vez son mínimamente tratadas para el suministro público, esto significa una gran amenaza biológica, ya que la falta de un tratamiento adecuado propicia un notable crecimiento bacteriano y está completamente relacionado con problemas de salud de diversa índole. Este tipo de problemática afecta principalmente a las ciudades que dependen de las aguas subterráneas para cumplir con el abastecimiento.¹

En los últimos años un gran número de infecciones en el humano como las gastroenteritis agudas bacterianas, otitis media, infecciones músculo esqueléticas, infecciones del tracto digestivo, infección del tracto biliar, endocarditis bacteriana, y neumonía en pacientes con fibrosis quística son causadas por agua contaminada.⁵ Las enterobacterias en su mayoría son las responsables de adherirse a las superficies donde se traslada el vital líquido. Este grupo minoritario está asociado con las infecciones extraintestinales, más frecuente en pacientes adultos, tanto inmunocompetentes como inmunodeprimidos y un segundo grupo relacionado con cuadros diarreicos, generalmente autolimitados y que aparecen más frecuentemente en pacientes pediátricos.⁶

Debido al gran número de infecciones y enfermedades gastrointestinales en el ser humano, causadas por el agua contaminada presente en las tuberías; es de vital importancia aislar, analizar y cuantificar los diversos microorganismos presentes así como identificar su biodiversidad, con la finalidad de proponer un método adecuado para prevenir estas infecciones. Se ha observado en los últimos años que el agua contaminada es responsable de múltiples enfermedades, la que ha detectado una mayor incidencia en los últimos años es la gastroenteritis debido a que diversas variedades de microorganismos como las *Aeromonas*, son habitantes habituales de todo tipo de agua y constituyen el medio más habitual de infección en el hombre.

En nuestra comunidad los bebederos de las escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo., son un foco de infección para los infantes en edad escolar y debido a la precariedad de las mismas no existe otro medio para hidratarse. Esta investigación pretende analizar el agua de los bebederos escolares mediante el muestreo de cada una de las llaves dispensadoras del vital líquido, mediante el aislamiento de las muestras en distintos medios microbiológicos, esto con el fin de conocer la variedad de microorganismos que habitan las redes de agua de nuestra ciudad. Una vez conocida la variedad microbiológica, se plantearán métodos adecuados para la prevención de su desarrollo mediante un método químico de fácil aplicación, se dará conocimiento a la población sobre la investigación mediante trípticos y pláticas informativas. A largo plazo, esta investigación pretende hacer conciencia en la población de la ciudad de Gómez Palacio con el fin de incrementar su calidad de vida, así como la salud en general.

El objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar los microorganismos causantes de gastroenteritis presentes en el agua de bebederos de las escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Durango.

Material y Métodos

Caracterización de la población y muestreo

Se trabajó durante los meses de abril y mayo de 2011 en las instalaciones de Asesores especializados de la laguna laboratorio clínico y banco de sangre de Gómez Palacio en el área de microbiología. Se realizó un muestreo por estadíos múltiples, debido a que esta técnica fue la única opción ya que por medio de la técnica de muestreo simple o estratificado se obtenían muestras con unidades distribuidas de tal forma que resultaban de difícil acceso, pues algunos de los planteles educativos se encontraban alejados del lugar donde se realizó la investigación. Se subdividió la población en varios niveles ordenados, que se extrajeron sucesivamente por medio de un procedimiento de embudo. Con el fin de que nuestras muestras fueran distribuidas equitativamente tomando en cuenta el nivel de urbanización, la población escolar, así como la distribución geográfica de la red de distribución de agua potable. Se dividió de la siguiente manera:

Zona Centro:

Escuela primaria Bruno Martínez
Escuela primaria Emilio Carranza
Escuela primaria Maestro Antonio Casso
Escuela primaria 18 de Marzo
Escuela primaria Rafael Valenzuela
Escuela Secundaria Técnica (EST) N°26

Zona Norte:

Universidad Juárez Del Estado De Durango (UJED-Núcleo Universitario)
Escuela primaria Francisco Gómez Palacio
Instituto 18 de Marzo
Escuela primaria Lic. Marino Castillo Nájera
Escuela primaria Francisco J. Mujica
Escuela Secundaria Técnica (EST) N°75
Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (CETIS) N°47
Escuela Secundaria Técnica (EST) N°68
Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial (CECATI) N°88
Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CEBATIS) N°159
Jardín de niños Octavio Paz
Jardín de niños Francisca Escárzaga

Zona Sur:

Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (CETIS) N°88
Escuela primaria Miguel Hidalgo y Costilla
Escuela Secundaria Técnica (EST) N°54

Zona Ejidal:

Escuela Secundaria Técnica (EST) N°78 (Ejido 6 de Octubre)
Jardín de niños Francisco Allen (Ejido 6 de Octubre)
Escuela primaria 6 de Octubre (Ejido 6 de Octubre)
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) N° 101 (Ejido 6 de Octubre)
Jardín de niños Bernardo de Balbuena (Ejido Providencia)

Escuela primaria Emiliano Zapata (Ejido Berlín)
Escuela primaria Francisco I. Madero (Ejido Santa Clara)
Jardín de niños Silvestre Revueltas (Ejido Santa Clara)
Escuela primaria Lázaro Cárdenas Del Río (Ejido Lázaro Cárdenas Del Río)
Escuela primaria 7 de Junio de 1939 (Ejido Brittingham)
Escuela primaria La Libertad (Ejido Noé)
Escuela primaria Tierra y Libertad (Ejido Manila)
Telesecundaria N°324 (Ejido Manila)
Escuela primaria Gral. Jesús García (Ejido Competencia)
Jardín de niños Velino M. Preza (Ejido Bucarelli)
Escuela primaria 20 de Noviembre (Ejido Bucarelli)
Jardín de niños Durango (Ejido Vergel)
Escuela primaria 18 de Marzo (Ejido Vergel)
Telesecundaria N°188 (Ejido Vergel)

El presente proyecto se realizó según los procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua, públicos y privados (NOM 014-SSA1-1993); salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (NOM-127-SSA1-1994).

Se analizaron 40 muestras de agua de los bebederos de las escuelas públicas previamente dividida por estadíos y regiones de la ciudad de Gómez Palacio, Durango, las cuales fueron colocadas en envases de plástico estériles, fueron transportadas al laboratorio. Se colocaron las muestras de cada envase sobre diferentes placas de agar y tubos de ensayo con agua peptonada. Se observó crecimiento bacteriano en los medios seleccionados previamente para el análisis de las muestras, así como también la realización de pruebas bioquímicas,^{7,8} esto con el fin de facilitar la identificación de las mismas.

Aislamiento del agente causal en medios microbiológicos

Los medios microbiológicos utilizados fueron: Agar (T.CB.S), Agar S110 (Agar Estafilococos 110), Agar MacConkey y Agua peptonada alcalina. Una vez sembradas las placas se incubaron a 37°C, durante 3 días. Concluido este periodo se procedió a su análisis. Las placas en las que se obtuvo crecimiento, fueron sometidas a pruebas bioquímicas para su mejor identificación: Urea, TSI (Triple- Sugar-Iron), SIM (Sulfuro- Indol- Motilidad), Citrato, LIA (Lisina – Hierro – Agar) y MIO (Motilidad – Indol – Ornitina). Después de sembrar las muestras

en los tubos previamente preparados, se colocaron en la incubadora a temperatura de 37°C, durante 3 días.

Tinción de Gram

De las placas con desarrollo bacteriano se procedió a la realización de la tinción de Gram que es el método de tinción más ampliamente utilizado en bacteriología. Primeramente, los frotis se tiñeron con el colorante básico cristal violeta (violeta de genciana), colorante primario. A continuación, se trató con una solución yodada esto con el fin de aumentar la interacción entre la célula y el colorante, de forma que aquella se tiñera más intensamente. Luego se decoloró el frote lavándolo con etanol. Finalmente, el frote se tiñó de nuevo con un colorante básico en este caso safranina y se procedió a fijar por medio de calor, las bacterias G (-) se tiñeron de rosa o rojo y las G (+) de color violeta.^{8,9}

Identificación de microorganismos

Se realizaron las distintas lecturas tanto de las pruebas bioquímicas como de la tinción Gram y se procedió a su comparación con la bibliografía para la obtención de resultados (**Tabla 1**). Las pruebas fenotípicas fueron realizadas también en sistema complementario de microbiología automatizado MicroScan autoSCAN-4 Siemens®, para la confirmación de la identificación microbiana.

Tabla 1. Pruebas bioquímicas para identificar cepas de las especies de *Aeromonas* aisladas en clínica.⁸

Pruebas	<i>A. hydrophila</i>	<i>A.</i>			<i>A. veronii</i>		<i>A. jandaei</i>	<i>A. schubertii</i>	<i>A. trota</i>
		<i>salmonicida</i> ^a	<i>A. caviae</i>	<i>A. media</i>	<i>bt. veronii</i>	<i>bt. sobria</i>			
Indol	+	+	+	+	+	+	+	V	+
LDC	+	V	-	-	+	+	+	V	+
ODC	-	-	-	-	+	-	-	-	-
ADH	+	V	+	+	-	+	+	+	+
VP	+	V	-	-	+	+	+	V	-
Esculina	+	+	+	+	+	-	-	-	-
β-hemólisis	+	V	- ^b	V	+	+	+	V	V
Ácido de:									
L-arabinosa	V	+	+	+	-	V	-	-	-
Sacarosa	+	+	+	+	+	+	-	+	+
D-manitol	+	+	+	+	+	+	+	-	V
D-sorbitol	-	V	-	-	-	-	-	-	-
Gas de glucosa	+	V	-	-	V	+	+	-	V

V= variable

Resultados

De las 40 escuelas muestreadas, 21 de ellas se encuentran en el Centro, Norte y Sur de la zona analizada, representando al 52% del total, por otra parte, las 19 escuelas restantes se encuentran distribuidas en varios de los diferentes Ejidos correspondientes a la ciudad, siendo el 48% faltante. Iniciando el estudio con la Zona Centro (**Tabla 2**), la Escuela primaria Bruno Martínez, Escuela primaria 18 de Marzo y la Escuela Secundaria Técnica (EST) N°26 representan al 50% de la zona donde hubo crecimiento bacteriano siendo *Aeromona hydrophila* (*A. hydrophila*) la bacteria resultante. En esta misma zona en los casos concretos de la Escuela primaria Emilio Carranza, Escuela primaria Maestro Antonio Casso y la Escuela primaria Rafael Valenzuela representan el otro 50% de la población escolar de esta zona, sin embargo, en estos casos la bacteria aislada fue *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).

Tabla 2. Resultados obtenidos en la Zona Centro de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

Nombre de la escuela	S.D. (a) 10 μ	IAPA (b) 5 ml	Catalasa	Oxidasa	Gram	Microorganismo o aislado
Bruno Martínez	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
EST #26	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
18 de Marzo	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Antonio Casso	s/c	+s	+s	-	+	<i>S. aureus</i>
Rafael Valenzuela	s/c	+s	+s	-	+	<i>S. aureus</i>
Emilio Carranza	s/c	+s	+s	-	+	<i>S. aureus</i>

S. D. (a) = Siembra Directa (a)

IAPA (b) = Inoculación en Agua Peptonada Alcalina (b)

s/c = sin crecimiento

+m en IAPA = crecimiento bacteriano en agar Mac Conkey

+s en IAPA = crecimiento bacteriano en agar S110

Gram + ó - = positivos o negativos al microscopio

En cuanto a la Zona Norte, las escuelas seleccionadas fueron: Universidad Juárez del Estado de Durango (Núcleo Universitario), Escuela primaria Francisco Gómez Palacio, Instituto 18 de Marzo, Escuela primaria Lic. Marino Castillo Nájera, Escuela primaria Francisco J. Mujica, Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS) N°159, Escuela secundaria técnica N°75. Estas escuelas representan el 58% de la zona Norte las cuales no presentaron crecimiento alguno, siendo el agua de esas escuelas adecuada para ser ingerida. El Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (CETIS) N°47, Escuela Secundaria Técnica (EST) N°68, Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial (CECATI) N°88, Jardín de niños Octavio Paz y el Jardín de niños Francisca Escárzaga, representan el 42% de las muestras analizadas de la zona, en donde si hubo crecimiento bacteriano, siendo *A. hydrophila* (**Tabla 3**) la bacteria resultante.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la Zona Norte de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

Nombre de la escuela	S.D. (a) 10 µ	IAPA (b) 5 ml	Catalasa	Oxidasa	Gram	Microorganismo aislado
UJED	s/c	s/c	s/c	s/c	s/c	—
Francisco Gómez Palacio	s/c	s/c	-	-	-	—
Instituto 18 de Marzo	s/c	s/c	-	-	-	—
Lic. Marino Castillo Nájera	s/c	s/c	-	-	-	—
Francisco J. Mujica	s/c	s/c	-	-	-	—
EST #75	s/c	s/c	-	-	-	—
CETIS #47	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
EST #68	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
CECATI #88	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
CBTIS #159	s/c	s/c	----	----	----	—
Octavio Paz	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Francisca Escárzaga	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>

S. D. (a) = Siembra Directa (a)

IAPA (b) = Inoculación en Agua Peptonada Alcalina (b)

s/c = sin crecimiento

+m en IAPA = crecimiento bacteriano en agar Mac Conkey

Gram + ó - = positivos o negativos en microscopio

Cabe señalar que las muestras donde no se encontraron microorganismos pertenecen a escuelas que se encuentran menos alejadas entre ellas y las que presentaron resultados positivos pertenecen a diversas colonias de la ciudad más retiradas unas de otras pero igualmente localizadas en la Zona Norte. La Zona Sur de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo, tiene poca población en cuanto a escuelas públicas se refiere, sin embargo se tomaron las muestras necesarias para representar dicha zona, siendo el Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios N°88 y la Escuela secundaria Técnica N°54 el 67% de las muestras analizadas en donde se observó la presencia de microorganismos en el agua de los bebederos, dando como resultado *A. hydrophila* a la hora de la identificación (**Tabla 4**). Por otro lado, la Escuela Primaria Miguel Hidalgo es el 33% restante de las instituciones seleccionadas, pero esta última no presentó crecimiento de bacterias en el agua de sus bebederos.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la Zona Sur de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

Nombre de la escuela	S.D. (a) 10 µ	IAPA (b) 5 ml	Catalasa	Oxidasa	GRAM	Microorganismo aislado
CETIS #88	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Miguel Hidalgo	s/c	s/c	----	----	----	—————
EST #54	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>

S. D. (a) = Siembra Directa (a)

IAPA (b) = Inoculación en Agua Peptonada Alcalina (b)

s/c = sin crecimiento

+m en IAPA = crecimiento bacteriano en agar Mac Conkey

Gram + ó – = positivos o negativos en microscopio

Por último, y sin restar importancia, se realizó el análisis de las muestras tomadas en una de las Zonas más extensas y a su vez más alejadas de la ciudad que es la Zona Ejidal, donde de las 19 escuelas muestreadas, siendo estas de diferentes ejidos, el 42% presentó *A. hydrophila*, como resultado de la identificación bacteriana. El porcentaje pertenece a estas instituciones: Escuela Secundaria Técnica (EST) N°78 (Ejido 6 de Octubre), Telesecundaria N°188 (Ejido Vergel), Escuela primaria Lázaro Cárdenas Del Río (Ejido Lázaro Cárdenas Del Río), Escuela primaria 7 de Junio de 1939 (Ejido Brittingham), Escuela primaria La Libertad (Ejido Noé), Escuela primaria Tierra y libertad (Ejido Manila), Jardín de niños Velino M. Preza (Ejido Bucarelli) y Escuela primaria 20 de Noviembre (Ejido Bucarelli). El 31% de las escuelas pertenece al Jardín de niños Francisco Allen (Ejido 6 de Octubre), Telesecundaria N°324 (Ejido

Manila), Escuela primaria general Jesús García (Ejido Competencia), Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) N° 101 (Ejido 6 de Octubre), Jardín de niños Bernardo de Balbuena (Ejido Providencia) y la Escuela primaria 18 de Marzo (Ejido Vergel) en donde los resultados aportaron a un nuevo patógeno *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*) como la bacteria presente en el agua de los bebederos de las escuelas antes mencionadas. *Pseudomonas stutzeri* (*P. stutzeri*) se presentó en el 15,7% de las muestras analizadas, siendo estas de la Escuela primaria Emiliano Zapata (Ejido Berlín), Escuela primaria Francisco I. Madero (Ejido Santa Clara) y la Escuela primaria 6 de Octubre (Ejido 6 de Octubre). El 10.5% restante corresponde al Jardín de niños Silvestre Revueltas (Ejido Santa Clara) y al Jardín de niños Durango (Ejido Vergel), en las cuales el análisis reveló la presencia de *S. aureus* en el agua de los bebederos que se tiene en dichas escuelas (**Tabla 5**). En general, el presente estudio manifiesta la presencia de *A. hydrophila* en un 45% (**Figura**), *S. aureus* 12.5%, 15% de

Tabla 5. Resultados obtenidos en la zona Ejidal de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

Nombre de la escuela	S.D. (a) 10 µ	IAPA (b) 5 ml	Catalasa	Oxidasa	Gram	Microorganismo aislado
EST #78 Ejido 6 de Octubre	n/s	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Lázaro Cárdenas del Río Ejido Lázaro Cárdenas del Río	n/s	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Telesecundaria #188 Ejido Vergel	n/s	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
7 de junio de 1939 Ejido Brittingham	s/c	+m +t	+m +t	+m +t	-	<i>A. hydrophila</i>
La Libertad Ejido Noé	n/s	+m +t	+m +t	+m +t	-	<i>A. hydrophila</i>
Tierra y Libertad Ejido Manila	s/c	+m	+m	+m	-	<i>A. hydrophila</i>
Velino M. Preza Ejido Bucarelli	n/s	+m +t	+m +t	+m +t	-	<i>A. hydrophila</i>
20 de Noviembre Ejido Bucarelli	n/s	+m +t	+m +t	+m +t	-	<i>A. hydrophila</i>
Francisco Allen Ejido 6 de Octubre	n/s	+m	+m	-	-	<i>E. cloacae</i>
Telesecundaria #324 Ejido Manila	n/s	+m +t	+m +t	-	-	<i>E. cloacae</i>
Gral. Jesús García Ejido Competencia	n/s	+m +t	+m +t	-	-	<i>E. cloacae</i>
CBTA #101 Ejido 6 de Octubre	n/s	+m	+m	-	-	<i>E. cloacae</i>
Bernardo de Balbuena Ejido 6 de Octubre	n/s	+m	+m	-	-	<i>E. cloacae</i>
18 de marzo Ejido Vergel	n/s	+m	+m	-	-	<i>E. cloacae</i>
Emiliano Zapata	n/s	+m	+m	+m	-	<i>P. stutzeri</i>
Francisco I. Madero Ejido Santa Clara	n/s	+m	+m	+m	-	<i>P. stutzeri</i>
6 de Octubre Ejido 6 de Octubre	n/s	+m	+m	+m	-	<i>P. stutzeri</i>
Silvestre Revueltas Ejido Santa Clara	n/s	+s	+s	-	+	<i>S. aureus</i>
Durango Ejido Vergel	n/s	+s	+s	-	+	<i>S. aureus</i>

S. D. (a) = Siembra Directa (a), IAPA (b) = Inoculación en Agua Peptonada Alcalina (b), s/c = sin crecimiento, n/s = no se sembró, +m en IAPA = crecimiento bacteriano en agar Mac Conkey, +s en IAPA = crecimiento bacteriano en agar S110, +t en IAPA = crecimiento bacteriano en agar TCBS, Gram + ó - = positivos o negativos al microscopio

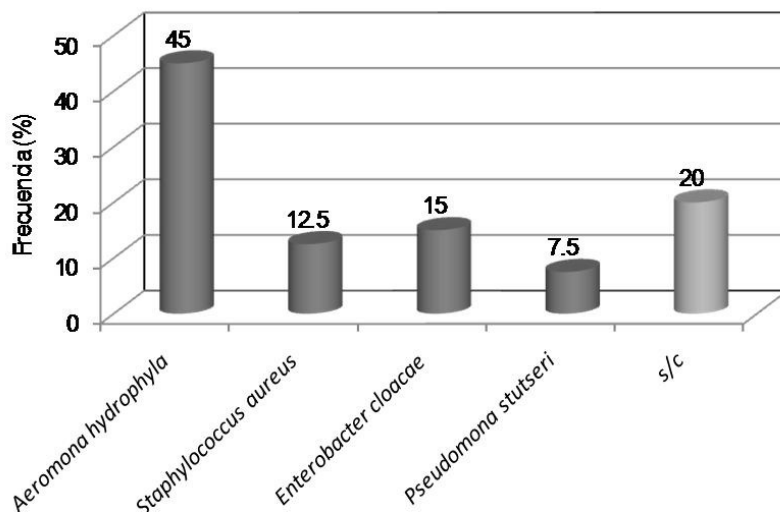


Figura. Frecuencia de microorganismos en el total de muestras analizadas. s/c = sin crecimiento

Discusión

Esta investigación pretende conocer los principales microorganismos causantes de gastroenteritis en el agua potable de bebederos de las escuelas públicas de la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. Los resultados obtenidos no son nada halagadores, muy por el contrario son un foco de alerta roja para las autoridades sanitarias de la ciudad, una alerta para el Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado de Gómez Palacio, Dgo. (SIDEAPA) así como, para la población en general. En nuestra ciudad, muy a pesar de la gran demanda que tiene el agua purificada que se expende en garrafones se continúan utilizando los bebederos para el suministro de agua potable en las diversas escuelas públicas, siendo este tipo de tomas las principales fuentes, sobretodo en el área rural. Otro punto álgido a tomar en cuenta es la falta de estudios respecto a la gastroenteritis en la población lagunera siendo este un problema de salud mundial.

Se estima que, en todo el mundo, anualmente existen más de 700 millones de casos de diarrea aguda en niños menores de 5 años, con una mortalidad de 3 a 5 millones de casos al año, la mayoría de ellos en los países en vías de desarrollo como el nuestro.⁹ En nuestro país las enfermedades diarreicas, muestran una variación estacional con un incremento en el número de casos en el periodo primavera-verano, reportándose desde 1998 por la Secretaría de Salud cada año y hasta la fecha más de 5.500.000 casos anuales.⁹ Las bacterias del género *Aeromonas* que fueron aisladas en nuestro estudio cuentan con una frecuencia del 7,7% en casos de diarrea aguda en niños menores de 2 años y en un 7% en adultos, mientras que en estudios posteriores, realizados en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, demostraron

que el 5,7% de los aislamientos que procedían de niños menores de 5 años con diarrea de larga evolución pertenecían a *Aeromonas*.⁹

La diferenciación en nuestro estudio para el caso concreto de *Aeromonas* se realizó en base a la **Tabla 1**, pudiéndose determinar que se trataba de *A. hydrophila* una especie que se ha aislado en México con mayor frecuencia. Los resultados de los estudios realizados en México demuestran que las especies que se encuentran con más frecuencia al identificar tanto con pruebas bioquímicas, como con métodos genéticos son: *Aeromonas caviae* (*A. caviae*), *A. hydrophila* y *Aeromonas sobria* (*A. sobria*), *Aeromonas veronii* (*A. veronii*) bt. *sobria*.⁹ La frecuencia de aislamientos clínicos de estas especies varía según el área geográfica, ya que en las cepas estudiadas (n = 68) aisladas en el Estado de Hidalgo *A. caviae* (42,6%) fue la especie más prevalente seguida por *A. hydrophila* (36,8%) y finalmente *A. veronii* bt. *sobria* (19,1%), mientras que en las cepas estudiadas (n=42) aisladas de la ciudad de México *A. veronii* bt. *sobria* fue del 45, mostrando una incidencia mayor que la presentada en el Estado de Hidalgo. Sin embargo, se puede observar la concordancia en la prevalencia con el estudio previo al ser esta la especie más aislada.

A. hydrophila es una bacteria comúnmente encontrada en el vaho o vapor de agua fresca y estanques, frecuentemente causa infecciones generalizadas e internas por consumo de pescado, particularmente en pescado cultivado. En México, ha sido aislada *A. hydrophila*, de pacientes con diarrea.⁷ Los estudios del género *Aeromonas* se iniciaron hace 20 años en México. Diversos autores, han realizado estudios para su aislamiento e identificación a partir de muestras clínicas, agua y alimentos, etc., otros destinados a la descripción de los factores de virulencia y más recientemente a la caracterización de las cepas desde un punto de vista genético.¹⁰ A pesar de que se han explorado ya algunos de los campos sobresalientes de este género desde el punto de vista clínico y sanitario, hasta la fecha estos estudios han tenido una limitada difusión entre los microbiólogos clínicos e investigadores sobre todo en el norte del país donde no se cuenta con ninguna investigación al respecto.

Soriano-Vargas y colaboradores han determinado que el género *Aeromonas* incluye microorganismos G (-), que residen en amplia variedad de ambientes, aunque su hábitat más frecuente son las aguas dulces en asociación con fauna acuática y sedimentos. Su diagnóstico está basado principalmente en el aislamiento bacteriológico e identificación bioquímica del agente. En México, se han aislado otras especies de *Aeromonas* del tipo mesofílico y móviles (por ejemplo, *A. hydrophila*) a partir de diversos peces de cultivo destinados para consumo humano y ornato: trucha arco iris, tilapia, pez dorado y charal.

Los resultados de ese trabajo resaltan la importancia del género *Aeromonas* y la correcta identificación de las especies, por lo que recomiendan realizar la identificación genética de *Aeromonas* en los laboratorios de microbiología diagnóstica de organismos acuáticos.¹¹

Otro de los patógenos aislados en esta investigación fue *E. cloacae* que se sabe pertenece al grupo de los coliformes totales y se cuenta con el antecedente de su aislamiento

en un estudio realizado en la ciudad de México, con lo que queda claro que existe una concordancia en nuestro país. Al respecto, Castro-Escarpulli y colaboradores esclarecen que, en las naciones en vías de desarrollo las condiciones socioeconómicas favorecen, la incidencia y prevalencia de cuadros diarreicos pero, la preocupación de los microbiólogos clínicos se enfoca esencialmente a la identificación de los patógenos clásicos como *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*, *Vibrio*, *Campylobacter* y *Yersinia*. En esa investigación realizada con 151 aislamientos, se encontraron 50 cepas de *A. hydrophila* (33%). De las muestras de origen intestinal aislaron *A. hydrophila* en 34%, de cepas provenientes de aguas se encontró *A. hydrophila* en 59% y en el caso de cepas de pescado congelado para consumo humano se identificó *A. hydrophila* en 21%.¹²

Sin embargo, la falta de estudios previos en la región es un limitante enorme, aún así creemos que los factores culturales y contaminantes son similares en el país lo que nos hace pensar en resultados similares en toda la república.¹ Los patógenos *P. stutzeri* y *S. aureus* son dos microorganismos que no esperábamos encontrar en nuestros resultados ya que no están relacionadas con la gastroenteritis aunque es bien sabido que las toxinas de *S. aureus* en alimentos preparados generan fuertes diarreas. Ambas bacterias han sido aisladas de muestras de agua alrededor del mundo, en el caso del género *Pseudomonas* se cuenta con un antecedente directo en un estudio de la ciudad de México ya que se han encontrado distintas cepas en muestras de agua en una época del año determinada.⁹

Para la identificación de *P. stutzeri* también se utilizaron pruebas bioquímicas, cabe señalar el gran parecido que existe entre esta y *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) ya que ambas tienen correlación en lo que respecta a las pruebas de identificación. Para poder identificar que patógeno había sido aislado se recurrió a una prueba de fluorescencia dentro de la campana de aislamiento, debido a que *P. stutzeri* no produce pigmentos fluorescentes, lo que diferencia a ésta de otros miembros del grupo fluorescente de *Pseudomonas* spp.¹³ Se debe tener muy en cuenta que esta *Pseudomonas* es muy difícil de erradicar y tiene una gran lista de antibióticos a los que es inmune, otro punto a mencionar es que parece asintomática a simple vista pero una vez que el paciente está inmunocomprometido puede ser mortal debido a su gran capacidad de sobrevivencia.⁸

El género *Pseudomonas*, también se aisló cuando Rodríguez-Galicia y colaboradores (2011) realizaron un muestreo de la red de suministro de agua y de diferentes áreas de hospitalización del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez", se obtuvieron 110 aislamientos de microorganismos no fermentadores de un total de 411 muestras, dentro de los microorganismos aislados se encontró *P. aeruginosa* con 27.3% y *P. stutzeri* en un 6.4% agentes causales de neumonías, bacteriemias e infecciones de heridas quirúrgicas.¹⁴

En otro estudio realizado por Becerril-Rocha y colaboradores (2011), detectaron 11 pacientes lactantes en secreción bronquial, con cultivo positivo de *P. aeruginosa* en la unidad de terapia intensiva posquirúrgica en el Instituto Nacional de Cardiología, analizando el agua de

garrafón utilizada en los pisos de hospitalización se recuperó *P. aeruginosa*, se confirmó por biología molecular que se trataba de la misma cepa.¹⁵

La identificación de *S. aureus* fue fácil gracias a la prueba de la catalasa, que todavía hoy en día juega un papel principal al momento de la identificación bacteriana. *S. aureus* ha sido encontrado en diferentes tomas de agua sobre todo en Estados Unidos donde se cuentan con más estudios al respecto, por otra parte no se encontraron estudios al respecto en nuestro país creemos que se deben realizar ya que significan un riesgo para la salud pública por las toxinas que desecha esta bacteria ya que han sido causantes de grandes epidemias alimentarias en todo el mundo.¹⁶ En ciertas escuelas no se aislaron ningún tipo de microorganismos, se presume que es debido a la cantidad de cloro que se le agrega al agua potable por medio de las autoridades, probablemente aumentar la cantidad de cloro en los demás pozos de agua potable puede ser la respuesta este problema; sin embargo, la mayoría de los microorganismos aislados son difíciles de erradicar según la bibliografía, creemos que un estudio posterior encaminado sobre como atacar a estos microorganismos ahora que se tiene un mayor conocimiento sobre los mismos sería de gran conveniencia.

Este trabajo dio a conocer el género y la especie de los microorganismos aislados, así como la importancia que tiene la correcta identificación de las especies, ya que esto sin duda es la clave para que los resultados obtenidos desde cualquier punto de vista tengan validez, puedan ser interpretados y comparados adecuadamente para así, con paso firme, avanzar sobre el conocimiento de las distintas especies y géneros en la comarca lagunera. No obstante, se recomienda combinar métodos moleculares con los tradicionales de la microbiología para evitar al mínimo los falsos positivos y poder corroborar resultados y acortar tiempos.

Conclusiones

En México, existen pocos estudios respecto a la calidad microbiológica del agua. No existe evidencia de la realización de un estudio microbiológico anterior a este, sobre la calidad del agua de bebederos en las escuelas públicas en la ciudad de Gómez Palacio, Durango. Los presentes resultados manifiestan que el agua potable de los bebederos de escuelas públicas es uno de los causantes del gran problema de gastroenteritis que existe en nuestra comunidad. La identificación correcta del agente etiológico asociado con infecciones gastrointestinales favorecerá a tomar medidas preventivas y disminuir casos recurrentes entre la población. En el área rural de nuestra ciudad es en donde se encontraron mayor cantidad de microorganismos por lo tanto creemos que se debe concientizar a esta población con respecto a este problema de salud pública. El tratamiento con cloro utilizado actualmente no es suficiente para potabilizar el agua. Se recomienda el uso de un tratamiento con clorhexidina a los bebederos para desinfección, periódicamente.

Referencias

1. Mazari-Hiriart M, López-Vidal Y, Ponce-de-León S, Calva JJ, Rojo-Callejas F, Castillo-Rojas G. Longitudinal study of microbial diversity and seasonality in the Mexico City metropolitan area water supply system. *Appl Environ Microbiol.* 2005; 71(9):5129-37.
2. Costerton JW, Lewandowski Z, DeBeer D, Caldwell D, Korber D, James G. Biofilms, the customized microniche. *J Bacteriol.* 1994; 176(8):2137-42.
3. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science.* 1999; 284(5418):1318-22.
4. Hernández-Cortez C, Aguilera-Arreola MG, Castro-Escarpulli G. Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enf Inf Microbiol.* 2011; 31(4):137-51
5. Antonio BJ. Biofilms. *Medicina.* Buenos Aires. 2005; 65(4):369-72.
6. Gómez-Campdera J, López-Prieto F, Rodríguez-Fernández R, Robles M, Rodríguez-Creixems M. Gastroenteritis por *Aeromonas* en Pediatría. *Anales españoles de pediatría.* 1996; 44(6):548 -52.
7. Aguilera-Arreola MG, Hernández-Rodríguez CH, Castro-Escarpulli G. Molecular and phenotypic characterization of *A. hydrophila*-like HG3 strain isolated of an infant with diarrhoea in Mexico. *Bioquímica.* 2009; 34(4):183-189.
8. Castro-Escarpulli G, Aguilera-Arreola MG, Giono-Cerezo S, Hernández-Rodríguez CH, Rodríguez-Chacón M, Lara-Soler F, Aparicio-Ozores G, Figueras-Salvat MJ. El género *Aeromonas*. ¿Un patógeno importante en México? *Enf Inf Microbiol.* 2002; 22(4):206-16.
9. Prescott LM. *Microbiología.* 5ª. edición. Aravaca Madrid España: Mc Graw Hill; 2004.
10. Del Amo-Pachon I, Suarez B, Sánchez-Fauquier A, Salmerón-García F, Soler-Soneira M, De José-Gómez MI. Situación Epidemiológica de las gastroenteritis producidas por rotavirus Ponencia de programa y registro de vacunaciones España. 2006; 1(1):1-42.
11. Soriano-Vargas E, Castro-Escarpulli G, Aguilera-Arreola MG, Vega-Castillo F, Salgado-Miranda C. Aislamiento e Identificación de *Aeromonas bestiarum* a partir de carpa común de cultivo (*Cyprinus carpio* L.) procedentes de Santa María Chapa de Mota, Estado de México, México. *Vet Mex.* 2010; 41(2):111-115.
12. Castro-Escarpulli G, Aguilera-Arreola MG, Hernández-Rodríguez CH, Arteaga-Garibay RI, Carmona-Martínez AA, Pérez-Valdespino A, Giono-Cerezo S, Figueras-Salvat MJ, Aparicio-Ozores G. La identificación genética de *Aeromonas*, una realidad y una necesidad para la microbiología diagnóstica. *Bioquímica.* 2003; 48(4):11-18
13. Lalucat J, Bennisar A, Bosch R, García-Valdés E, Palleroni NJ. Biology of *Pseudomonas stutzeri*. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2006; 70(2):510-47.

14. Rodríguez-Galicia V, Hernández-Dueñas AM, Vázquez-Larios, MR, Soto-Nieto G, Rivera-Martínez E. Control Microbiológico del Agua en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez". Resúmenes de trabajos libres. *Enf Inf Microbiol.* 2011; 31 (Suppl 1):S45
15. Becerril-Rocha R, Soto-Nieto G, Rivera-Martínez E, Estrella-Rodríguez A, Rodríguez-Galicia V, Vázquez-Larios R, Atescatenco-Pineda G, Flores-Guerrero R, Cabrera-Ponce F. Presencia de *P. aeruginosa* en agua de garrafón en el Instituto Nacional de Cardiología. Resúmenes de trabajos libres. *Enf Inf Microbiol.* 2011; 31 (Suppl 1):S57
- 16 LeChevallier MW, Seidler RJ. *Staphylococcus aureus* in rural drinking water. *Appl Environ Microbiol.* 1980; 39(4):739-42.



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 11, Diciembre 2012

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar