

## Revista de la Facultad de Medicina

Volumen **49**  
Volume

Número **1**  
Number

Enero-Febrero **2006**  
January-February

*Artículo:*

### Diagnóstico de enterobacterias en el río Alseseca

Derechos reservados, Copyright © 2006:  
Facultad de Medicina, UNAM

Otras secciones de  
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in  
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

## Artículo original

**Diagnóstico de enterobacterias en el río Alseseca**José Antonio Rivera Tapia,<sup>1</sup> Lilia Cedillo Ramírez,<sup>1</sup> Miriam Guzmán Cortés,<sup>2</sup> Silvia Giono Cerezo<sup>3</sup><sup>1</sup> Centro de Investigaciones Microbiológicas del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.<sup>2</sup> Escuela de Biología de la BUAP.<sup>3</sup> Laboratorio de Bacteriología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.**Resumen**

La ciudad de Puebla se estableció en los márgenes de diversos ríos, facilitando el desarrollo económico y social, propiciando que se utilizaran como depósitos de desechos. El objetivo del presente trabajo es realizar un diagnóstico de las enterobacterias presentes en el río Alseseca. A partir de las muestras colectadas se aislaron e identificaron las enterobacterias presentes, además se evaluó su sensibilidad a antibióticos. Del total de las muestras el 91% fueron identificadas como enterobacterias, siendo *E. coli* la más frecuente (44%). También se identificaron *Klebsiella* sp, *Serratia* sp, *Enterobacter* sp, *Providencia* sp, *Cedacea* sp y *Citrobacter* sp. Los aislamientos mostraron un alto porcentaje de resistencia a cabermicilina (87.9%).

**Palabras clave:** Contaminación, características microbiológicas, resistencia a antibióticos, salud pública.

**Summary**

Puebla city was established in the margins of various rivers, facilitating the economic and social development, propitiating their use as deposits of waste. The objective was to carry out a diagnosis of the enterobacteria of the Alseseca river. 91 % of the samples was identified as enterobacteria, *E. coli* was the most frequent (44%). *Klebsiella* sp, *Serratia* sp, *Enterobacter* sp, *Providencia* sp, *Cedacea* sp and *Citrobacter* sp were also identified. The isolations showed a high resistance percentage to Cabermicilyn (87.9%).

**Key words:** Contamination, microbiological features, antibiotic resistance, public health.

**Introducción**

El problema de la contaminación hoy en día es uno de los principales temas de atención y discusión en salud pública. La contaminación se presenta en mayor magnitud en las grandes ciudades, debido a que las concentraciones poblacionales hacen que los desechos que generan las actividades socia-

les y productivas se manifiesten con mayor incidencia y peligro en el medio ambiente. Por lo anterior, es importante brindarle atención a esta problemática, puesto que es alarmante ver que la calidad del suelo, aire y agua repercuten directa o indirectamente en la salud.<sup>1,2</sup>

La contaminación del agua a nivel nacional tiene homogeneidad en cuanto a su problemática, debido a que el país se desarrolla en condiciones similares y se dan los mismos estándares de solución para el desecho de los residuos tanto sólidos como líquidos.<sup>3,4</sup>

La ciudad de Puebla se desarrolló como muchos núcleos poblacionales, en los márgenes de diversos ríos, el San Francisco, el Atoyac y el Alseseca, facilitando el desarrollo económico y social del municipio, pero en aumento de los problemas de contaminación. En el mundo externo el modo de vida moderno ha hecho principalmente que los ríos y las lagunas sean utilizadas como depósitos de desechos.<sup>5</sup>

El río Alseseca por su ubicación dentro del municipio de Puebla resulta de gran importancia para la ciudad puesto que se ha convertido en un cuerpo receptor de desechos sólidos y de descargas de aguas residuales municipales e industriales a lo largo de su recorrido, provocando su degradación y contaminación, afectando a su vez la flora y fauna, propiciando el desequilibrio de los ecosistemas y del medio ambiente, además de las implicaciones que esto puede tener en la salud de las poblaciones aledañas a lo largo de toda su cuenca que cruza el municipio de norte a sur.<sup>6</sup> Considerando la problemática ambiental, el objetivo del trabajo ha sido realizar un diagnóstico de enterobacterias presentes en el río Alseseca.

**Material y métodos**

El río Alseseca se encuentra ubicado en el municipio de Puebla en la zona oriente, haciendo un recorrido de norte a sur dentro de la mancha urbana. Iniciando en las faldas de la montaña Malintzi (19° 05' 59" N y 98° 05' 24" O) y desembocando en la localidad de San Francisco Totimehuacan, en la presa Manuel Ávila Camacho (18° 57' 21" N y 98° 11' 13" longitud O), con una longitud de cauce principal de 30.491 km.

Se colectaron 250 mL de agua cada tercer día entre las 12:00 y 13:00 horas en la zona que corresponde a la descarga

municipal del Bulevar Las Torres en el río Alseseca (18° 59' 48'' N y 98° 11' 48'' O), durante el periodo de julio-diciembre de 2002. En seguida se transportaron al laboratorio a temperatura ambiente para su diagnóstico microbiológico.

### Aislamiento de colonias

A partir de 1 mL de la muestra problema se realizaron diluciones decimales en volúmenes de 900 µL de caldo nutritivo (por triplicado), dejándose incubar durante 1 hora. En seguida se tomaron 10 µL y se sembraron por estría en agar eosina-azul de metileno y agar Mc Conkey, incubándose a 37°C durante 24 horas.

### Identificación de las colonias

La identificación se realizó por medio de pruebas bioquímicas (citrato de Simmons, urea, TSI, LIA, MIO, RMVP, FA y citrocromo oxidasa). Las cepas que fueron identificadas como *E. coli* fueron sometidas al medio de orientación CHRO-Magar ECC para confirmar su identificación.

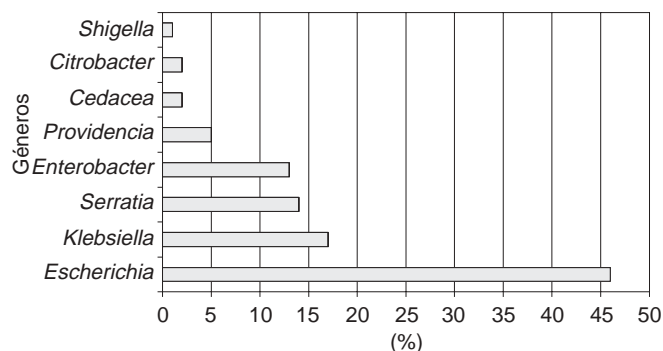
### Prueba de sensibilidad a antibióticos

Se utilizó el método de difusión en agar (Kirby-Bauer), el cual consiste en tomar la muestra, la cual se diluye en un tubo con solución salina al 0.85% y se compara la turbidez de acuerdo al tubo de Mac Farland (0.5). Una vez obtenida la turbidez adecuada, con un hisopo se tomó la muestra y se sembró en una placa de Mueller Hinton, colocándose un Sensi Disco, conteniendo los antibióticos: amikacina (AK), ampicilina (AM), cabernicilina (CB), cefalotina (CF), cefotaxima (CTX), ceftriaxona (CRO), cloramfenicol (CL), gentamicina (GE), netilmicina (NET), nitrofurantoína (NF), pefloxacina (PEF) y trimetoprim-sulfametoxazol (SXT), incubándose las placas a 37°C durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo de incubación se procedió a medir los halos de inhibición y los microorganismos se clasificaron en resistentes, intermedios, moderadamente sensibles y sensibles.

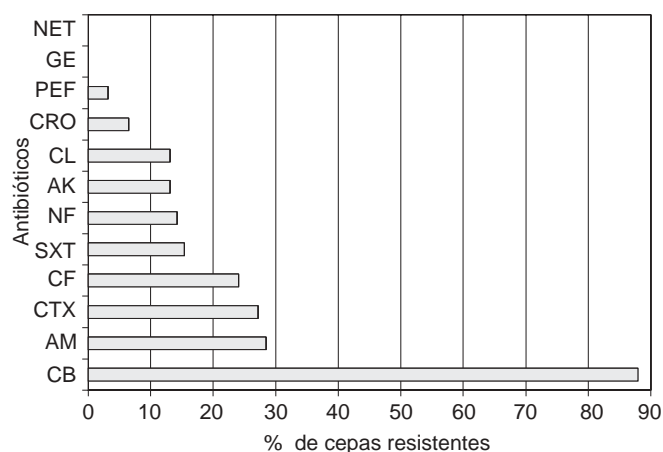
### Resultados

Se colectaron un total de 72 muestras de agua durante el periodo julio-diciembre de 2002 en la zona que corresponde a la descarga municipal del Bulevar Las Torres en el río Alseseca, municipio de Puebla. A partir de estas muestras se realizó el aislamiento, identificación y la prueba de sensibilidad a antibióticos de las bacterias aisladas.

Se aislaron un total de 100 enterobacterias, de las cuales se identificaron los géneros: *Escherichia* sp, *Klebsiella* sp, *Enterobacter* sp, *Serratia* sp, *Providencia* sp, *Cedacea* sp, *Citrobacter* sp y *Shigella* sp (figura 1).



**Figura 1.** Enterobacterias identificadas en el río Alseseca, siendo el género *Escherichia* el más representativo.



**Figura 2.** Valores porcentuales que muestran la resistencia a los antibióticos evaluados, en el total de los aislamientos.

La susceptibilidad a antibióticos para las cepas aisladas, muestran un porcentaje alto de resistencia a CB (87.9%) principalmente; para el resto de antibióticos evaluados no se observó un porcentaje de resistencia elevado (figura 2). El total de cepas aisladas no mostraron resistencia a NET y GE.

Las cepas aisladas e identificadas presentaron multirresistencia a dos o más antibióticos, el género *Shigella* presentó el 100%, *Enterobacter* 88%, *Klebsiella* 73%, *Escherichia*, *Cedacea*, *Citrobacter* y *Serratia* con un 50% y *Providencia* con 40% de multirresistencia.

### Discusión

El problema de la contaminación del agua se presenta en mayor magnitud en las grandes ciudades como es el caso del estado de Puebla, ya que las grandes concentraciones poblacionales hacen que los desechos que generan las actividades sociales y productivas se manifiesten impactando al ambiente y la salud.<sup>7,8</sup>

Otro problema relacionado con la contaminación en el río Alseseca se refiere a la posibilidad de utilizar el agua de este efluente para el riego, lo cual debe descartarse por completo. Ya que al recibir importantes descargas de zonas habitacionales sin previo tratamiento, se puede incrementar la contaminación por su alto contenido de coliformes. De las enterobacterias aisladas en el presente trabajo la más representativa fue *E. coli*, lo cual coincide con trabajos reportados previamente.<sup>9</sup>

Osterbland y colaboradores estudiaron vegetales que habían sido regados con este tipo de aguas, encontrando la presencia de 191 enterobacterias, siendo las más frecuentes *Enterobacter* sp, *Citrobacter* sp, *Klebsiella* sp y *E. coli* sp.<sup>10</sup>

Por su parte, la resistencia a antibióticos es un problema creciente en muchos patógenos bacterianos, y esta resistencia puede ser inducida por mecanismos que involucran la disminución de la acumulación intracelular de antibióticos, su destrucción o modificación física y la alteración de la enzima o sitio blanco.<sup>11,12</sup>

Las condiciones físicas, químicas y biológicas en los cuerpos de agua juegan un papel importante en la activación, modulación o represión de genes involucrados con la resistencia natural o adquirida de la carga bacteriana presente. Las variaciones en la composición del agua condiciona la presencia de metales pesados, solventes y/o residuos de antibióticos, lo cual afecta la dinámica microbiana.<sup>13,14</sup>

El problema de la contaminación de los ríos no sólo toma importancia por la carga microbiana que presente, sino también por las características que puedan presentar dichos microorganismos. Tal es el caso en el río Tama, en Japón, donde se aislaron bacterias coliformes y se estudió su variación respecto a la resistencia a diversos antibióticos, observándose que cuando se realizan procesos de tratamiento de las aguas residuales, antes de descargarlas al cauce del río, el porcentaje de la carga bacteriana resistente a dichos antibióticos de creció notablemente.<sup>15</sup>

## Conclusión

El crecimiento poblacional y la mala planeación en el desarrollo urbano han propiciado la contaminación del río Alseseca, principalmente por las diversas descargas con gran cantidad de materia orgánica. De tal forma, la contaminación por coliformes es considerable, siendo *E. coli* el microorganismo más representativo. Es importante resaltar la impor-

tancia de dicho microorganismo, ya que las estrategias de resistencia bacteriana están codificadas por uno o más genes, los cuales son compartidos entre cepas de la misma especie, entre géneros diferentes y aun entre bacterias evolutivamente poco relacionadas, lo cual puede favorecer los riesgos en los ecosistemas y en la salud.

## Referencias

1. Rosas I, Yela A, Salinas E, Calva E. Bacterias entéricas en la atmósfera. Ciencia y desarrollo 1994; XX: 52-27.
2. Rivera-Tapia JA. Environment and health. An Med Asoc Med Hosp ABC 2003; 48: 223-227.
3. López RO, Lechuga AM. Contaminantes en los cuerpos de agua del sur de Sonora. Salud Pública de Mex 2001; 43: 298-305.
4. Silva SE, Muñoz OA, Bauer DI, Infante GS. Contaminación ambiental en la región de Atlixco, Puebla: I. Agua Terra 2002; 20: 243-251.
5. Méndez RMA. Aspectos históricos y químicos de la contaminación del río Atoyac. AlephZero 1999; 5: 10-15.
6. Castillo VG, Rosales F. Estudio de clasificación del río Alseseca en el Estado de Puebla, informe final. Comisión Nacional del Agua 1996: 382.
7. Gaudin OG, Meley B, Chomel JJ, Viac J. Viral flora (coliphages and human enteroviruses) found in river water after an urban district (Saint-Etienne). A virological and epidemiological survey. Rev Epidemiol Sante Publique 1976; 24: 423-436.
8. Basualdo JA, Cordoba MA, De Luca MM, Rocía IL, Pezzani BC, Vay C, Ageron E, Ben-Dan TB. Hydrodynamic effects on spatial distribution of enteric bacteria in the Jordan River-Lake Kinneret contact zone. Water Res 2001; 35: 311-314.
9. Martínez M, Moncada MA, Zemelman R. Antibiotic-resistant Gram negative Bacilli in the Sewage on the city of Concepción, Chile. Rev Latinoam Microbiol 1994; 36: 39-46.
10. Osterbland M, Hakanen A, Manninen R, Peltonen R, Meurman O, Huovinen P. A between-species comparison of antimicrobial resistance in enterobacteria in fecal flora. Antimicrob Agents Chemother 2000; 44: 1479-1484.
11. Grimont PA. Isolation and characterization of injured coliformes from the drinking water distribution network of La Plata, Argentina. Rev Argent Microbiol 2001; 33: 9-14.
12. Rivera-Tapia JA. Antibiotic resistance, public health problem. An Med Asoc Med Hosp ABC 2003; 48: 42-47.
13. Goñi-Urriza M, Capdepuy M, Arpin C, Raymond N, Caumette P, Quentin C. Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine *Enterobacteriaceae* and *Aeromonas* spp. Appl Environ Microbiol 2000; 66: 125-132.
14. Rose JB, Epstein PR, Lipp EK, Sherman BH, Bernal SM, Patz, JA. Climate variability and change in the United States: Potential impacts of water and foodborne disease caused by microbiologic agents. Environ Health Perspect 2001; 109 (Suppl 2): 151-165.
15. Iwane T, Uruse T, Yamamoto K. Possible impact of treated waste water discharge on incidence of antibiotic resistant bacteria in river water. Water Sci Technol 2001; 43: 91-99.