

# **Contaminación microbiana del río Almendares: principal ecosistema fluvial del Parque Metropolitano de La Habana.**

**J. Prats\*, B. Romeu, A. Rodríguez, D. Lugo, N. M. Rojas, M. Heydrich**

***Dpto. de Microbiología, Facultad de Biología, Universidad de La Habana***

## **INTRODUCCIÓN**

La protección de la salud pública y del medio ambiente requiere de agua potable. Esto significa que ésta tiene que estar libre de patógenos. Entre los diferentes microorganismos patógenos diseminados en las fuentes de agua, las bacterias entéricas son las más frecuentemente encontradas como consecuencia de la actividad humana. Es por ello que el grupo de bacterias coliformes es utilizado como microorganismos indicadores de la calidad de las aguas.

El uso del grupo de coliformes en este sentido y más específicamente *Escherichia coli* data desde su primer aislamiento a partir de heces fecales a finales del siglo XIX. (Rompré y cols. 2002).

Entre los métodos tradicionalmente utilizados en los análisis de agua están la técnica de Fermentación en Tubos Múltiples (FTM) y la técnica de Filtración en Membrana (FM). Esta última está completamente aceptada y aprobada como procedimiento para el monitoreo de la calidad de las aguas en diferentes países. (Rompré y cols., 2002).

Muchos medios de cultivo y condiciones de incubación con el empleo de la técnica de FM se han realizado en aras de una optimización en la detección de gérmenes coliformes en muestras de agua (Grabow y du Preez., 1979, Rice y cols, 1987). Entre ellos, los más utilizados son el medio m- Endo type en América del Norte (APHA Y cols., 1998) y el medio **Lactosa agar Tergitol- TTC** en Europa (AFNOR, 1990).

El río Almendares constituye el principal cauce fluvial de nuestra ciudad. Desde su nacimiento al sur de la capital hasta su desembocadura en la zona de La Chorrera en el litoral norte, numerosas fábricas, industrias y asentamientos poblacionales vierten en él todos sus desechos, contribuyendo al deterioro de este importante ecosistema. Teniendo en cuenta la importancia de disponer de información actualizada acerca del grado de contaminación microbiana presente en el río Almendares, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la cantidad de coliformes totales y fecales de 14 puntos

de muestreo situados en los últimos 10 Km. del río, incluyendo algunos de sus principales afluentes.

## **Materiales y Métodos**

### **1. Toma de Muestras.**

Se realizó en 14 puntos ubicados en numerosos afluentes del río Almendares y en el propio río, a lo largo de los últimos 10 km. que están enmarcados en el Parque Metropolitano de La Habana (PMH). A continuación se relacionan las estaciones de muestreo seleccionadas:

1. Puente de Hierro
2. Puente Almendares
3. Puente de Piedra
4. Después del río Mordazo (Detrás de la papelera de Puentes Grandes)
5. Río Mordazo
6. Río Almendares antes del Mordazo y después del río Santoyo (Ave 51, Puentes Grandes)
7. Río Santoyo (parte final; Carretera del Husillo)
8. Río Santoyo (parte inicial, calle 100 y 96)
9. Río Almendares antes del Santoyo (Carretera del Husillo)
10. Río Almendares (elevados calle 100 y Boyeros)
11. Arroyo Paila (Ave Rancho Boyeros)
12. Río Almendares antes del Arroyo Paila (Ave Rancho Boyeros, Fábrica Coppelia)
13. Río Almendares (Ave Rancho Boyeros y carretera ISPJAE)
14. Río Almendares (Centro recreativo Río Cristal).

### **2. Análisis microbiológico.**

Todas las muestras se trasladaron en refrigeración y fueron procesadas antes de las 2 horas de su toma.

Para el análisis de las muestras se utilizó la técnica de FM utilizando filtros de nitrocelulosa estériles (Sartorius) con un diámetro del poro de 45 µm que se colocaron

en placas de 45 mm de diámetro con medio **Lactosa agar Tergitol -TTC** siguiendo la metodología descrita por George y cols., (2001).

Paralelamente a la filtración en membrana se hicieron una serie de diluciones seriadas en agua destilada estéril, de las cuales se sembraron 100 µL en la superficie del mismo medio en placas Petri de 90 mm de diámetro.

La incubación se realizó a una temperatura de 37°C durante 48 h para bacterias coliformes totales y a 44°C durante 24 h para coliformes fecales.

Las colonias con crecimiento típico de los grupos microbianos en estudio fueron cuantificadas.

### **Resultados y discusión.**

De acuerdo con los resultados obtenidos, a partir del crecimiento en la superficie del medio empleado se pudo detectar y cuantificar:

- a. Colonias de color amarillo naranja con un halo amarillo, brillosas con bordes regulares pertenecientes a bacilos Gram – de la familia Enterobactereaceae que fermentan la lactosa y que corresponden a coliformes fecales y totales para el caso de las colonias crecidas a 44°C durante 24 h y a 37°C durante 48 h respectivamente, resultados que son similares a los obtenidos por Rompré y col., 2002.
- b. Colonias de color café con centro más denso, con un halo transparente que provocan un cambio en la coloración del medio y que crecen en forma de oleada por toda la superficie del medio similar al comportamiento de *Proteus sp.*
- c. Colonias de color amarillo naranja con bordes regulares y de superficie lisa con un anillo amarillo intenso en el centro, con una textura elevada y mucóide, con capacidad para fermentar la lactosa como por ejemplo: *Klebsiella pneumoniae*.
- d. Otras colonias de bacterias no fermentadoras de la lactosa con coloración café y bordes regulares con apariencia brillante y de superficie lisa y/o otras colonias de igual coloración con bordes muy irregulares y elevados con apariencia membranosa.

Tabla 1. Concentración de coliformes totales y fecales por 100 mL de agua de las estaciones muestreadas correspondiente al mes de septiembre

| <b>Estación de muestreo</b> | <b>Coliformes totales</b> | <b>Coliformes fecal</b> |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1                           | $4,3 \times 10^5$         | $5.0 \times 10^4$       |
| 2                           | $7.5 \times 10^5$         | $5.4 \times 10^4$       |
| 3                           | $1.2 \times 10^5$         | $8.3 \times 10^4$       |
| 4                           | $2.0 \times 10^6$         | $9.0 \times 10^5$       |
| 5                           | $0.5 \times 10^6$         | $6.0 \times 10^5$       |
| 6                           | $6.8 \times 10^5$         | $4.7 \times 10^4$       |
| 7                           | $5,3 \times 10^6$         | $5.3 \times 10^6$       |
| 8                           | $0.5 \times 10^6$         | $5.7 \times 10^6$       |
| 9                           | $1.0 \times 10^7$         | $5.1 \times 10^4$       |
| 10                          | $1.0 \times 10^6$         | $6.0 \times 10^6$       |
| 11                          | $6.5 \times 10^7$         | $8.0 \times 10^6$       |
| 12                          | ID                        | $4.3 \times 10^4$       |
| 13                          | $4.0 \times 10^6$         | $3.0 \times 10^5$       |
| 14                          | $0.5 \times 10^4$         | $3.1 \times 10^3$       |

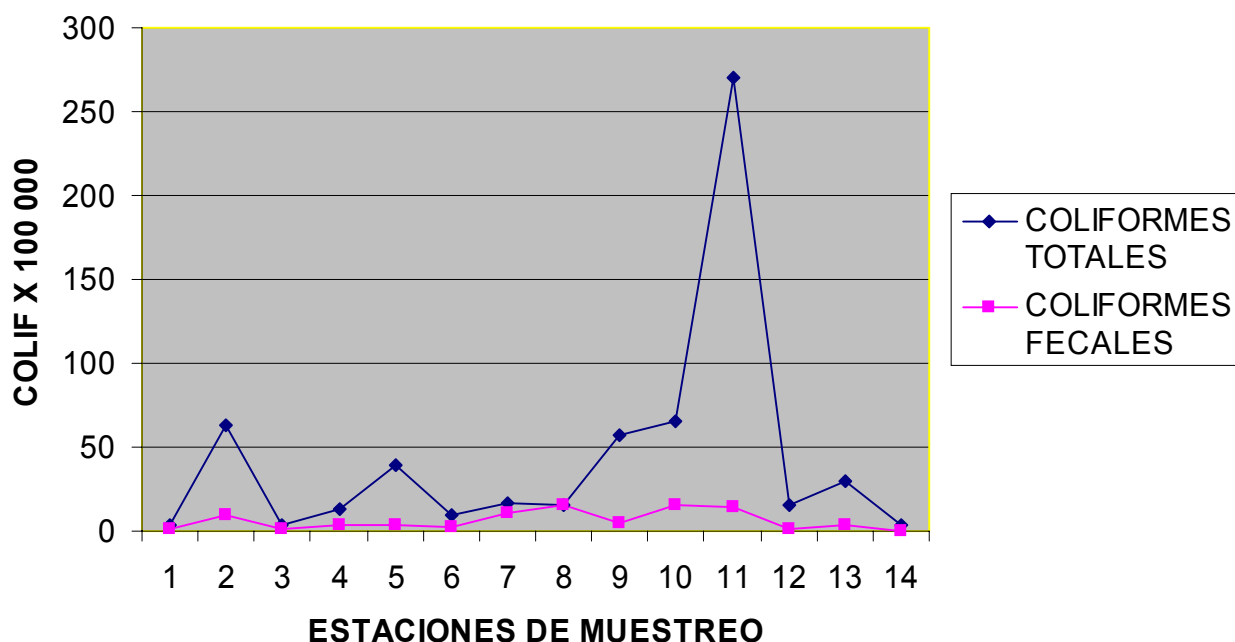
Leyenda: ID: incontables

Como se muestra en la tabla 1, se determinó la presencia de altos niveles de coliformes totales y fecales en algunos de los puntos evaluados, que oscilan entre  $10^3$ - $10^6$  y  $10^4$ - $10^7$  ufc/100 mL de agua para coliformes fecales y totales, respectivamente. El punto de muestro situado en el complejo turístico Río Cristal, al sur de nuestra capital, fue el de menor carga microbiana con valores de  $10^4$  ufc/100 mL de agua, y entre los afluentes analizados, el arroyo Paila, situado también al sur de nuestra ciudad, fue en el que se determinó el mayor número de coliformes fecales y totales, con valores de  $10^6$  y  $10^7$  ufc/100 mL de agua respectivamente.

Para el punto 12 no se pudo cuantificar la cantidad de colonias crecidas porque no se trabajó en ese caso con la dilución adecuada y el agua de esa estación de muestreo tenía una alta concentración de microorganismos. Uno de los aspectos a destacar de este tipo de trabajo es que para estos análisis no puede utilizarse siempre la misma dilución, sin tener en cuenta la contaminación de cada punto y el nivel de materia orgánica en el momento en que son tomadas las muestras.

Los valores obtenidos en nuestros análisis comparados con los estándares Europeos para agua para uso recreativo y de baño en los que se plantean valores límites permisibles entre  $5 \times 10^2$  -  $1 \times 10^4$  ufc/ 100mL para coliformes totales y valores entre  $1 \times 10^2$ -  $2 \times 10^3$  ufc/ 100mL para coliformes fecales (George y cols., 2001) evidentemente exceden notablemente estas cifras lo que sugiere la necesidad de tomar medidas que contribuyan a disminuir la concentración microbiana en este importante ecosistema.

Las curvas presentadas en la Fig.1 muestran el comportamiento aproximado en las concentraciones de coliformes totales y fecales en el río Almendares. Como se puede ver en el punto 14 (Río Cristal), al sur de nuestra ciudad, el río posee las más bajas concentraciones de coliformes fecales y totales con valores medios de  $10^3$  y  $10^5$  respectivamente, pero a medida que numerosos afluentes y desagües de repartos vecinos vierten en el río sus aguas con alta contaminación microbiana, los niveles de estos indicadores se elevan rápidamente. Las curvas muestran como en el punto 10, ubicado alrededor de los elevados de las calles 100 y Ave. Boyeros, sitio donde inicia el río Almendares su recorrido a través del Parque Metropolitano de La Habana, las concentraciones de coniformes fecales y totales llegan hasta  $10^6$  por 100 mL de muestra de agua analizada, valores que son muy elevados si se comparan con los del punto 14.



**FIG. 1. Valores medios de coniformes totales y fecales en los puntos de muestreo analizados**

Más adelante, en el curso del propio río se puede apreciar que tanto las concentraciones de coliformes fecales como totales continúan con valores elevados, y como no existe ningún tipo de depuración o descontaminación de sus aguas, estos valores solo descienden al llegar a nivel de la desembocadura, en la cual ocurre una disminución de la concentración por el incremento de las aguas, en este caso marinas.

En cuanto a los afluentes analizados, el que mayor contaminación microbiana de coliformes aporta al río es el arroyo Paila, con valores de  $10^6$  y  $10^7$  coliformes fecales y totales respectivamente, responsable del aumento de los valores de la contaminación microbiana entre la estación de muestreo 14 y el punto 10, sin obviar que en ese tramo existen otras fuentes de contaminación, tanto industriales como domésticas.

Otros afluentes analizados como son los ríos Santoyo y el Mordazo con altas concentraciones cada uno para los indicadores analizados. Ambos ríos vierten sus aguas en las inmediaciones de la avenida de Puentes Grandes y también contribuyen a mantener elevada la carga microbiana en las aguas del río.

Estos resultados evidencian la necesidad de aplicar medidas que contribuyan a la disminución de la contaminación microbiana para evitar los riesgos de adquisición de enfermedades hídricas atendiendo al uso que se le dan a estas aguas.

### **Conclusiones**

- Se determinaron altas concentraciones de microorganismos coliformes fecales y totales con valores entre  $10^3$ - $10^6$  y  $10^4$ - $10^7$  respectivamente.
- El afluente Paila resultó ser entre los analizados el que mayor concentración de coliformes aporta al río Almendares.
- La estación de muestreo en la que se cuantificó la concentración menos elevada para coliformes fue la de Río Cristal, precisamente ubicada antes de que numerosos afluentes viertan sus aguas al río Almendares y todavía en zonas de la periferia de la ciudad.

### **Bibliografía**

- AFNOR (Association Française de Normalisation), (1990). Eaux- méthodes d'essais. Recueil de Normes Française, 4<sup>th</sup> end. La Défense, Paris, 735pp.
- APHA; AWWA; AEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> end. Washington, DC.
- George, I. ; Petit, M. ; Servais, P., (2000). Use of enzymatic methods for rapid enumeration of coliforms in freshwaters. J. Appl. Microbiol. 88, 404-413.
- Grabow, W.O.K. ; du Preez, M., (1979). Comparison of m-Endo LES, MacConkey, and Teepol media for membrane filtration counting of total coliform bacteria in water. Appl. Environ. Microbiol. 38, 351-358.
- Rice, E.W.; Fox, K.R.; Nash, H.D.; Read, E.J.; Smith, A.P., (1987). Comparison of media for recovery of total coliform bacteria from chemically treated water. Appl. Environ. Microbiol. 53, 1571-1573.
- Rompré, A., Servais, P., Baudart, J., de-Roubin, M.R., Lurent, P. (2002) Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. J. Microbiol. Methods. 49, 31-54.