

Parásitos en agua. Modelos estadísticos de predicción

Carrera, Elena¹; Abramovich, Beatriz²; Contini, Liliana¹; Vaira, Stella¹; Lurá, M. Cristina³

¹Dpto. de Matemática. ²Sección Aguas, Dpto. de Ciencias Biológicas. ³Cátedra de Microbiología(*)
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral. C.C. 242. Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, (3000) Santa Fe, Argentina.
Tel. 0342-4575210. E-mail: ecarrera@fbc.unl.edu.ar

RESUMEN: La estadística metodológica es una herramienta poderosa de la que ninguna ciencia experimental puede estar alejada. El objetivo de este trabajo fue la aplicación de la Estadística Metodológica y de la teoría de Probabilidades, para estimar y predecir la presencia de enteroparásitos en aguas superficiales a través de variables hidrológicas, químicas y biológicas. El análisis se realizó mediante técnicas multivariadas. Se hallaron modelos regresores que en el caso de *Giardia* dependen sólo de dos variables independientes: materia orgánica y *Pseudomonas aeruginosa* con un coeficiente de regresión ajustado de aproximadamente 0,41. En el caso de *Cryptosporidium*, el modelo predictor explica un 60 por ciento de la variación de la concentración de este parásito en función de materia orgánica, nivel hidrométrico y *Escherichia coli*. Al estudiarse valores aislados se obtuvieron nuevos modelos, que sobre todo modificaron el correspondiente a *Cryptosporidium*.

Palabras claves: parásitos en agua, regresión múltiple, predicción, probabilidad.

SUMMARY: Parasites assessment in water. Statistical predicting models. Carrera, Elena; Abramovich, Beatriz; Contini, Liliana; Vaira, Stella; Lurá, M. Cristina. Methodological Statistics is a powerful tool which no experimental science should ignore. The aim of this work was to apply Methodological Statistics and Probability Theory to estimation and prediction of enteroparasites in surface water through hydrological, chemical and biological variables. Multivariate techniques were used. Regressive models were found which, in the case of *Giardia*, depend on only two independent variables: organic matter and *Pseudomonas aeruginosa*, with an adjusted regression coefficient of approximately 0.41. In the case of *Cryptosporidium*, the predicting model explains up to 60% of the concentration variation of this parasite in terms of organic matter, hydrometric level and *Escherichia coli*. When isolated values were studied, new models were obtained, which affected specially that of *Cryptosporidium*.

Key words: parasites in water, multiple regression model, prediction, probability

Introducción

Un problema que preocupa sin duda a los investigadores, es la determinación de la calidad de los cursos de agua, debido a su creciente deterioro y a los riesgos de contraer enfermedades de origen hídrico en las personas expuestas a ellas (1). El control de la polución de los mismos incluye el análisis fisicoquímico y bacteriológico, habiendo cobrado relevancia en los últimos años la detección y cuantificación de enteroparásitos (2).

Debido a que los análisis parasitológicos en agua resultan más laboriosos y costosos que los

(*) Este trabajo fue desarrollado en el marco del Proyecto B-043 del Programa CAI + D/ 96 - 008 de la Universidad Nacional del Litoral.

correspondientes a los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, la búsqueda de relaciones entre estas variables que permitan predecir concentraciones de *Giardia* y *Cryptosporidium* en aguas superficiales en base a aquéllos, es objeto de varias investigaciones (3, 4).

Los métodos estadísticos usuales se sustentan en el conocimiento de la distribución de probabilidad de las variables a analizar. Esto permite aplicar las transformaciones adecuadas para lograr que los datos obtenidos experimentalmente, ajusten a esas distribuciones sobre las que estas pruebas se sustentan (5, 6).

En un estudio experimental de calidad de agua interviene un gran número de variables donde, generalmente, cada una de ellas ajusta a una distribución distinta. Hallar estas distribuciones es muy difícil ya que se producen una serie de inconvenientes entre los que se citan: 1) características del proceso de recolección y manipulación de las muestras y su posterior traslado a laboratorio, 2) necesidad de efectuar diluciones o alteraciones en las muestras para poder obtener las determinaciones de interés. Los procesos señalados alteran el estado original de las mismas, especialmente en lo que se refiere a microorganismos, dado que se modifican las estructuras de las colonias que ellos formaban en su estado inicial. Resulta así prácticamente imposible detectar su ajuste a una distribución de Poisson, ya que evidentemente, los microorganismos en agua no se distribuyen en forma normal. No obstante, en algunos casos, hay antecedentes de ajustes a distribuciones más complejas, como por ejemplo: exponencial, binomial negativa y log-normal (5).

Con tal heterogeneidad de distribuciones se dificultan las interpretaciones de los resultados de las pruebas estadísticas en función del significado de las variables experimentales, haciendo esto que se tienda al empleo de técnicas no paramétricas. Con éstas, es posible trabajar con los datos sin transformar, aunque tienen el inconveniente de ser menos «sensibles» a las variaciones que se están tratando de encontrar (7, 8)

La complejidad de la matriz de datos obtenida en un análisis de calidad de agua es tal que, con el objeto de estar en condiciones de pronosticar una respuesta importante, se hace necesario un modelo de regresión múltiple. El análisis multivariado es una de las herramientas más idóneas para trabajar con

gran número de variables. En un sentido amplio se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación (6, 9, 10). Es una técnica poderosa y no es un sustituto del análisis univariado ni de la imprescindible discusión conceptual, debido a que no sólo es necesario atender a la significación estadística de los resultados sino también a su significancia práctica o, en el caso de las investigaciones en ciencias de la salud, a su importancia clínica (9, 11). Las técnicas estadísticas multivariadas, en particular la regresión lineal múltiple, son un medio de representar en forma simple aquello que requirió varios análisis utilizando métodos univariados. Le Chevallier y Norton (3) aplicaron análisis multivariado en un estudio donde examinaron la concentración de *Giardia* y *Cryptosporidium* en relación con turbiedad y recuento de partículas como indicadores de eficiencia del tratamiento de aguas; hallaron un modelo en el cual la variación de la concentración de *Giardia* en aguas crudas se explica por la presencia de coliformes totales y el nivel de temperatura. No encontraron ningún modelo predictor para *Cryptosporidium*.

Al utilizar modelos de regresión lineal múltiple, el análisis exploratorio de los datos debe ser aún más cuidadoso que en el caso univariado. En él, la influencia de los valores atípicos o outliers, así como las violaciones de los supuestos y la pérdida de datos, puede agravarse al tener en cuenta varias variables y obtener entonces resultados sustancialmente diferentes.

El objetivo de este trabajo es la aplicación de la Estadística Metodológica y de la teoría de Probabilidades, para estimar y predecir la presencia de enteroparásitos en aguas superficiales a través de variables hidrológicas, químicas y biológicas.

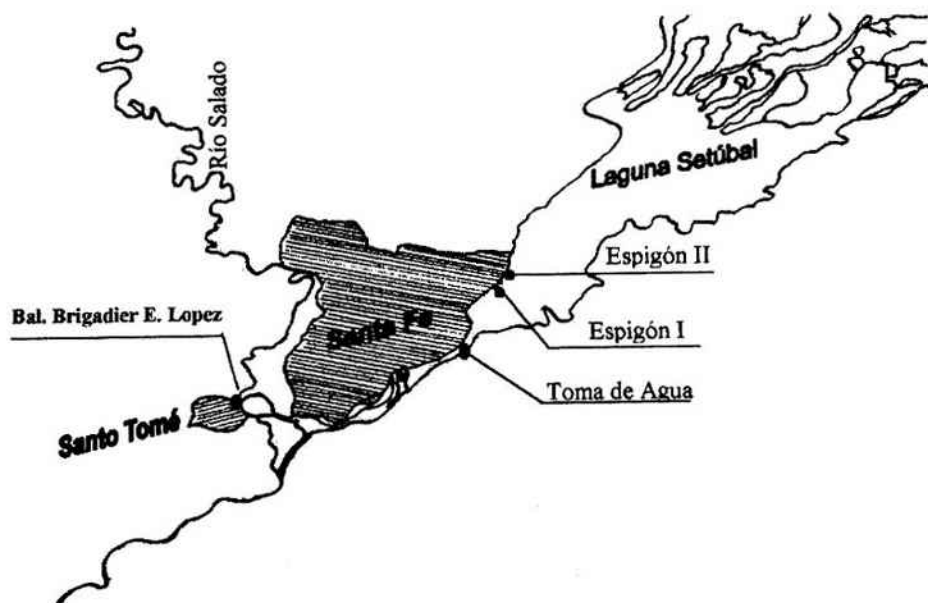
Materiales y métodos

Las aguas superficiales utilizadas como sitios de muestreo corresponden al río Salado y a la Laguna Setúbal, cercanas a las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, y pertenecientes al litoral argentino (Figura 1).

Las estaciones de muestreo fueron:

1. Balneario Espigón 1 (n = 11)
2. Balneario Espigón 2 (n = 11)

Figura 1: Sitios de muestreo



Mapa de la zona estudiada, con las ubicaciones de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, donde se localizan los sitios de muestreo.

Ambos están situados en la margen derecha de la laguna Setúbal, ubicada al este de la ciudad de Santa Fe (Provincia de Santa Fe).

3. Balneario Brigadier General Estanislao López, situado en la ribera derecha del río Salado correspondiente a la ciudad de Santo Tomé (Provincia de Santa Fe) ($n = 10$).

4. Estación de muestreo ubicada en la margen derecha del Canal de Derivación Norte, sección de descarga de la Laguna Setúbal. Este sitio de muestreo corresponde a una de las fuentes de provisión de agua, que conjuntamente con una complementaria situada en el río Colastiné, luego de ser sometidas a un tratamiento convencional de potabilización, surten de agua potable a la ciudad de Santa Fe, que cuenta con una población estimada en 330.000 habitantes ($n = 13$).

La elección de este sitio de muestreo se debió a que la presencia de protozoos en las fuentes proveedoras de agua para potabilización necesitan una particular atención en el tratamiento, pues es necesario su remoción o inactivación (12 – 14).

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

El análisis fisicoquímico consistió en la determinación de turbiedad, amoníaco, nitritos, nitratos y materia orgánica (MO) (Oxígeno consumido del permanganato de potasio).

Los parámetros bacteriológicos examinados fueron: coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* (*E.coli*), estreptococos fecales, *Enterococcus spp.* y *Pseudomonas aeruginosa* (*Paeruginosa*). El muestreo y análisis se realizaron según las técnicas normalizadas del Standard Methods (15) y en el caso de materia orgánica de la WHO (World Health Organization) (16).

La detección y cuantificación de *Giardia* y *Cryptosporidium* se llevaron a cabo por inmunofluorescencia directa con anticuerpos monoclonales (17).

Los niveles hidrométricos (NH) fueron suministrados por el Centro de Informaciones Meteorológicas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas UNL.

Análisis estadístico

A todas las variables fisicoquímicas, bacteriológicas y parasitológicas se les analizó su ajuste a la distribución normal utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En caso de resultado negativo se aplicaron transformaciones que permitieron, en algunos casos, «normalizar» la variable que se estudiaba. También se analizó el posible ajuste a la distribución de Poisson de las concentraciones de *Giardia* y de *Cryptosporidium*.

Se extendieron los modelos lineales simples a modelos lineales múltiples para tratar de obtener la variable respuesta o dependiente, como función de varias independientes llamadas regresoras. Las estimaciones fueron estudiadas bajo los supuestos clásicos, con los respectivos análisis de éstos y de outliers. Para estimar los coeficientes de regresión lineal múltiple se utilizó el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

El procedimiento de selección de variables utilizado fue el de eliminación hacia atrás (backward elimination): se parte de una función que contiene todas las regresoras de interés para la investigación y las que fueron significativas en el estudio bivariado (3). A través del estadístico F se generó una sucesión de modelos en los cuales el número de variables fue disminuyendo, obteniéndose así el que mejor estima o predice la respuesta media. Para ello se estudiaron y compararon los siguientes estadísticos: coeficiente de regresión múltiple (R^2), error cuadrático medio residual (s^2), C_p de Mallow, PRESS, puntos influyentes (9, 10).

Con el análisis exploratorio de datos se detectaron, en algunas variables, valores alejados. A través del análisis de: VIF (factor de varianza inflada), $df\beta$ y $dfFit$ se clasificaron los puntos influyentes. Como la presencia de estos extremos pueden afectar el modelo lineal final se los tuvo especialmente en cuenta.

Dado que pueden emplearse varios criterios para evaluar y comparar los diferentes modelos obtenidos se decidió emplear el $R^2_{ajustado}$ debido a que no aumenta sistemáticamente cada vez que se incorpora una variable al modelo, ya que en su cálculo se hace una corrección incorporando los grados de libertad. Por ello, después de cada modelo se informan los valores de $R^2_{ajustado}$ (7).

Fue necesario evitar incluir términos, que aunque hacían que el modelo ajuste mejor, enmascaraban los verdaderos efectos de las variables biológicas importantes, debido a la multicolinealidad (10). Se halló un modelo de fácil interpretación y con la menor cantidad de variables explicativas.

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software SPSS para Windows 10.0. El nivel de significancia elegido para todos ellos fue de $\alpha=0.05$.

Resultados y discusión

Análisis de todos los valores

Se trabajó con las 45 muestras de aguas superficiales obtenidas, probando el ajuste a la distribución normal, a la de Poisson y realizando algunas transformaciones logarítmicas que resultaron apropiadas. Hubo falta de ajuste a la distribución de Poisson de las variables parasitológicas, *Cryptosporidium* y *Giardia* ($p < 10^{-3}$). Los parámetros microbiológicos en muestras de agua presentan valores que son muy dispersos y en general, ajustan a la distribución log-normal. Algunas variables, en particular las fisicoquímicas, con excepción de la turbiedad, no ajustaron a distribuciones tales como normal, uniforme, Poisson, exponencial o log normal. Debido a las inferencias que se realizan a partir de modelos de Regresión Lineal Multivariada, fue necesario analizar ajustes a la distribución Normal. En la Tabla 1 se muestran dichos resultados y se observa que únicamente la variable turbiedad tiene una distribución casi normal ($p = 0,310$). Las restantes variables presentaron una distribución log-normal excepto los datos correspondientes a *Giardia*, a la que no se le encontró distribución de ajuste según se desprende de los valores p que figuran (11, 18).

Las variables predictoras potenciales que se eligieron fueron aquellas que presentaron una correlación significativa con las respuestas. Así resultaron candidatas para la construcción del Modelo Estadístico del log-*Cryptosporidium*: log-MO, NH, turbiedad, log-*E.coli*, log-*Enterococcus spp.*, log-*Paeruginosa*, log-estreptococos y log-Coliformes termotolerantes y las correspondientes a log-*Giardia* son: log-MO, NH, turbiedad, log-*E.coli*, log-*Enterococcus spp.*, log-*Paeruginosa*, log-estreptococos y log-Coliformes termotolerantes.

Tabla 1: Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para probar ajustes a las distribuciones normal y log-normal. Valores p asociados. (n=45)

Variables	Ajuste a la distribución	
	Normal	Log-normal
1.- Físicoquímicas		
Turbiedad	0,310**	—
Materia orgánica	0,013*	0,416 **
Amoníaco	0,000*	—
Nitrito	0,000*	—
Nitrato	0,000*	—
2.- Bacteriológicas		
C.Totales	0,001*	0,347**
C.termotolerantes	0,000*	0,271**
<i>E.coli</i>	0,001*	0,682**
estreptococos fecales	0,000*	0,201**
<i>Enterococcus spp</i>	0,000*	0,385**
<i>P.aeruginosa</i>	0,000*	0,146**
3.- Parasitológicas		
<i>Cryptosporidium</i>	0,014*	0,692**
<i>Giardia</i>	0,001*	0,002*

*no ajusta a la distribución; **ajusta a la distribución

C.Totales: Coliformes totales. C.termotolerantes: Coliformes termotolerantes.

E.coli: *Escherichia coli*. *P.aeruginosa*: *Pseudomonas aeruginosa*.

Con la introducción de estas ocho variables regresoras en el modelo inicial y con el método de eliminación hacia atrás, con una significancia para el estadístico F de 0,10 para remover una variable y

de 0,05 para ingresarla se obtuvieron como modelos finales los que figuran en la Tabla 2 para *Cryptosporidium* y Tabla 3 para *Giardia* con sus correspondientes coeficientes de determinación ajustado.

Tabla 2: Resultados de la Regresión Lineal Múltiple para log *Cryptosporidium*. Método eliminación hacia atrás (n=45)

Modelo			
Con outliers		Sin outliers	
Log <i>Cryptosporidium</i> = 3,216 - 0,431 Nivel Hidrométrico + 0,185 log- <i>Escherichia coli</i> + 0,837 log-Materia Orgánica		Log <i>Cryptosporidium</i> = 3,267 - 0,435 Nivel Hidrométrico + 0,223 log- <i>Enterococcus spp.</i> + 0,876 log-Materia Orgánica	
Coeficientes estimados (significancia*)			
Término independiente	3,216 (0,000)	Término independiente	3,267 (0,000)
Nivel Hidrométrico	-0,431 (0,000)	Nivel Hidrométrico	-0,435 (0,000)
Log- <i>Escherichia coli</i>	0,185 (0,024)	Log- <i>Enterococcus spp</i>	0,223 (0,013)
Log-Materia Orgánica	0,837 (0,011)	Log-Materia Orgánica	0,876 (0,006)
**R ² _{ajustado} = 0,617		**R ² _{ajustado} = 0,633	

*Valores p asociados a cada coeficiente de regresión, que señala su significancia estadística en el modelo.

**Coeficiente de determinación ajustado por los grados de libertad, indica la variación de log-*Cryptosporidium* explicada por las regresoras. MO: materia orgánica. NH: Nivel hidrométrico

Tabla 3: Resultados de la Regresión Lineal Múltiple para log-*Giardia*. Método eliminación hacia atrás (n=45)

Modelo	
Con outliers	Sin outliers
Log- <i>Giardia</i> = -1,525 + 1,305 log-Materia Orgánica + 0,687 log- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Log- <i>Giardia</i> = -1,583 + 1,288 log-Materia Orgánica + 0,732 log- <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Coeficientes estimados (significancia*)	
Término independiente	Término independiente
-1,525 (0,019)	-1,583 (0,017)
Log- <i>P.aeruginosa</i>	Log- <i>P.aeruginosa</i>
0,687 (0,000)	0,732 (0,000)
Log-Materia Orgánica	Log-Materia Orgánica
1,305 (0,035)	1,288 (0,038)
**R ² _{ajustado} = 0,412	**R ² _{ajustado} = 0,403

*Valores p asociados a cada coeficiente de regresión, señala su significancia estadística en el modelo.

**Coeficiente de determinación ajustado por los grados de libertad, indica la variación de log-*Giardia* explicada por las regresoras. *P.aeruginosa* : *Pseudomonas aeruginosa*

Del análisis del modelo lineal correspondiente a log-*Cryptosporidium*,

$y = 3,216 - 0,431 \text{ NH} + 0,185 \text{ log-}E.\text{coli} + 0,837 \text{ log-MO}$ puede asumirse que logaritmo de materia orgánica (log-MO) tiene una importancia mayor que cualquier otra de las variables que intervienen en la fórmula anterior ya que su coeficiente 0,837 es el mayor de los tres. Los valores p que figuran en la Tabla 2 entre paréntesis al lado de cada coeficiente estimado del modelo correspondiente, son menores o iguales que 0,024 y resultan así todos ellos estadísticamente significativos (11, 18).

Si se analiza la expresión de la Tabla 3 correspondiente a log-*Giardia*,

$y = -1,525 + 0,687 \text{ log-}P.\text{aeruginosa} + 1,305 \text{ log-MO}$ se observa nuevamente la presencia influyente del logaritmo de materia orgánica, coeficiente 1,305, que duplica al del logaritmo de *P.aeruginosa*. Todos los coeficientes del modelo resultan estadísticamente significativos ya que los valores p obtenidos son menores o iguales que 0,035.

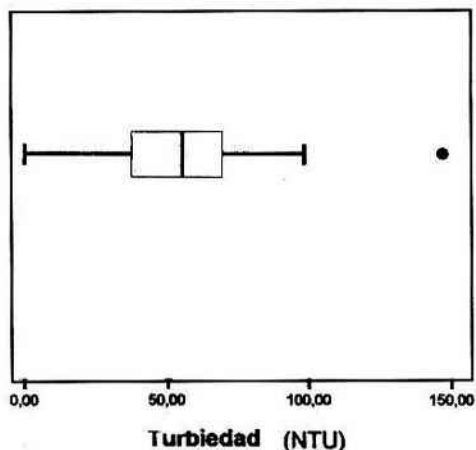
Análisis de valores extremos

Al realizar el análisis exploratorio de los datos de cada una de las variables medidas se encontró un valor extremo en los correspondientes a turbiedad. Este se puede detectar en el box-plot de la Figura 2. En él se representa mediante el rectángulo, el rango intercuartílico, donde están incluidos los datos entre los percentiles 25 y 75, mientras que las líneas ex-

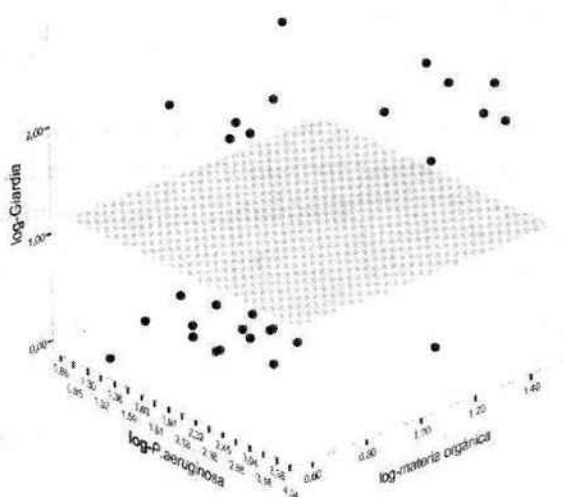
tremas indican: la de la izquierda el mínimo y la de la derecha finaliza en un valor alejado una vez y media la longitud de la caja. Por esta razón el dato correspondiente a 149 NTU se detectó aislado, como un valor extremo o outliers. La observación posterior de la base de datos, permitió concluir que esta medición fue obtenida después de un día de lluvia. Ante la posibilidad que este outliers modificara los modelos ajustados obtenidos se lo eliminó obteniéndose los que figuran en las Tablas 2 y 3.

La presencia o ausencia del valor extremo produce escasa modificación de los coeficientes del modelo lineal correspondiente a log-*Giardia* donde las variables regresoras en ambos casos son: log-*P.aeruginosa* y log-MO, como se ve en la Tabla 3. La eliminación de este extremo de una variable como turbiedad, que no se halla presente en la ecuación, afecta también escasamente al coeficiente de determinación ajustado (R²_{ajustado}) que disminuye de 0,412 a 0,403 es decir, que aproximadamente el 40 por ciento de la variación en el logaritmo de la concentración de *Giardia* está explicado por la presencia de *P.aeruginosa* y MO. La ecuación de regresión múltiple correspondiente a *Giardia* contiene dos regresoras, por ello su representación gráfica deja de ser una recta para convertirse en un plano regresor o plano de ajuste. En la Figura 3 se muestra este plano y su relación con los valores medidos.

Con el modelo de $y = \text{log-Cryptosporidium}$ esto no ocurre. La exclusión del valor extremo de turbiedad cambia una de sus regresoras permaneciendo

Figura 2: Diagrama de caja de la variable Turbiedad (n=45)

El gráfico muestra el mínimo, los cuartiles y el valor alejado (máximo) para la variable turbiedad, la caja contiene el 50% de las observaciones dividida por la mediana. El punto (·) indica un valor alejado del resto de las observaciones que corresponde a 149 NTU.

Figura 3: Diagrama de dispersión y plano de ajuste para la variable log-Giardia

Gráfica tridimensional del modelo de regresión lineal múltiple cuya ecuación es $\log\text{-Giardia} = -1,583 + 1,288 \log\text{-Materia Orgánica} + 0,732 \log\text{-Pseudomonas aeruginosa}$

en él, NH y log-MO, con log-*E.Coli* para el primer caso y con log-*Enterococcus spp.* para el segundo (Tabla 2 renglón sombreado), los $R^2_{ajustado}$ indican que ambos modelos explican aproximadamente el 62% y el 63% respectivamente de la variación del logaritmo de la concentración de *Cryptosporidium*. El cambio de una variable regresora del tipo bacteriológico coincidiría también con lo señalado por algunos autores acerca del efecto de las lluvias en el incremento de algunos indicadores bacterianos (1). Estos modelos no pueden ser representados gráficamente ya que contienen tres regresoras.

Los modelos son así muy similares en el número de variables, coeficientes de las mismas y coeficientes de regresión múltiple (Tabla 2). En ella se encuentra además resaltada la variable que cambia al tomar en cuenta los datos extremos en el caso de *Cryptosporidium*.

La presencia en uno de ellos de *E.coli* y en el otro de *Enterococcus spp.*, coincide con lo señalado en Standard Methods (16) acerca de que ambos microorganismos resultan igualmente aceptables para monitorear la calidad de aguas recreacionales, dado que son considerados indicadores primarios de dicha calidad.

Los resultados hallados fueron consistentes con investigaciones previas que mostraron correlaciones significativas entre densidades de parásitos y de MO, *P.aeruginosa*, *E.coli* y *Enterococcus spp.*. Estos parámetros señalan el grado de contaminación. La presencia del signo negativo en los coeficientes de nivel hidrométrico en las expresiones correspondientes a *Cryptosporidium* muestra como la concentración de este microorganismo se ve afectado en forma inversamente proporcional por el aumento de la primera. Esto estaría explicado porque existe una correlación inversa entre el nivel hidrométrico y la turbiedad (17), sugiriendo que en situaciones de aguas bajas, la concentración de parásitos se vería favorecida por la adhesión de los mismos a los sólidos en suspensión como arcillas, arenas, plankton y bioflocs (19).

Conclusiones

- Cuando el nivel de protección de las aguas superficiales decrece y el nivel de polución aumenta, en particular aquellas provenientes de la contaminación fecal, el nivel de parásitos también lo hace.

Esto coincide con lo señalado por Le Chevallier y Norton (3).

- El análisis exploratorio de los datos se mostró como una herramienta poderosa que permitió detectar un valor extremo en la turbiedad determinando así un día de comportamiento no habitual de las variables "naturales".

- Los valores extremos de turbiedad, parecen aumentar mínimamente la correlación entre esta variable y la concentración de *Giardia*.

- En el caso de *Cryptosporidium* el aumento de la turbiedad provoca la influencia de *Enterococcus spp.* en el aumento de su concentración.

- Investigaciones adicionales son necesarias para determinar otras variables que permitan una predicción más ajustada de ocurrencia de niveles altos de *Cryptosporidium* en aguas superficiales ya que el análisis de nivel hidrométrico, materia orgánica, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, si bien explican hasta el 60 por ciento aproximadamente de la presencia de éste microorganismo, no son suficientes para realizar predicciones con una precisión mayor. Esta situación es aún más conflictiva en el caso de *Giardia* donde sólo se explica el 41 por ciento aproximadamente por la presencia de materia orgánica y *Pseudomonas aeruginosa*.

Agradecimientos

Al señor Jorge Franck por su apoyo en la adaptación del mapa esquematizado para la ubicación de los sitios de muestreo y a la Cátedra de Inglés de la Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas por su traducción del resumen.

Bibliografía

- 1- Emiliani, F.; Lajmanovich, R.; Acosta, M.; Bonetto, S., 1999. Variaciones temporales y espaciales de coliformes y de *Escherichia coli* en aguas recreativas fluviales (Rio Salado, Santa Fe, Argentina). Relación con los estándares de calidad. Rev. Arg. Microbiol. **31**: 142-156.
- 2- Abramovich, B. L., 1998. Parásitos en agua potable: un desafío de nuestro tiempo. Rev. Ing. Sanit. Amb. (AIDIS). **40**:18-20.
- 3- LeChevallier M. y Norton W., 1992. Examining relationships between particle counts and *Giardia*, *Cryptosporidium* and Turbidity. J. AWWA. **84**: 54-60.

- 4- Chauret, Ch.; Armstrong, N.; Fiher, H.; Sharma, R., 1995. Correlating *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* with microbial indicators. J.AWWA. **87**:75-84.
- 5- Ormerod K.; Bonde G.; Kristensen K., 1982. "Bacteriological Examination". En: Suess, M. J. (Ed). Examination of water pollution control. A reference handbook, Pergamon Press, (Oxford), 273-461.
- 6- Altman, Douglas G., 1997. "Practical statistics for medical research". Chapman and Hall. (London). 8^{ta} reimpresión, 48 -71.
- 7- Montgomery, D. C., 1994. "Diseño y análisis de experimentos". Grupo Editorial Iberoamericano. (México), 429 - 466.
- 8- Conover, W. J., 1998. "Practical nonparametric Statistics". 3 ed. Harcover. (New York).
- 9- Hair J.; Anderson R.; Tatham R.; Black W., 1999. "Análisis Multivariante". Prentice Hall. (España), 29 - 226.
- 10- Myers, R. H., 2000. "Classical and modern regression with application". PWS Kent Publishing Company. (Boston), 3 - 273.
- 11- Carrera, E.; Contini, L.; Vaira, S., 1999. Algo de la estadística de todos los días: el valor P o P-value. FABICIB. **3**: 163-166
- 12- Rose, J.; Darbin, H.; Gerba, Ch., 1989. Correlations of the protozoa, *Cryptosporidium* y *Giardia*, with water quality variables in a watershed. Wat. Sci. Technol. N°11 y 12 : 271- 276.
- 13- LeChevalier M.; Norton W., 1995. *Giardia* and *Cryptosporidium* in raw and finished water. J.AWWA **87**: 54-58.
- 14- LeChevalier M.; Norton W.; Atherholt T., 1997. Protozoa in open reservoirs. J. AWWA **89**, 84-96
- 15- APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater. Franson M.A. (ed), American Public Health Assoc., (Washington, D. C.).
- 16- WHO, (World Health Organization). 1987. Operational Guide Global environmental Monitoring System. GEMS/Water. (Ginebra).
- 17- Abramovich, B. L.; Gilli, M. I.; Haye, M. A.; Carrera, E.; Lurá, M. C.; Nepote, A.; Vaira, S.; Contini, L., 2001. *Cryptosporidium* en aguas superficiales. Rev. Arg. Microbiol. En prensa.
- 18- Schervish, M. J., 1996. What they are and What are not. The American Statistician. **50**, 3: 203 – 206.
- 19- Medema, G. J.; Schets, F. M.; Havelar, A. H., 1998. Sedimentation of free and attached *Cryptosporidium*. Oocysts and *Giardia* Cysts in water. Appl. Environ. Microbiol. **64**: 4460-4466.