



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD DE UN RÍO AFECTADO POR VERTIDOS URBANOS

STATISTICAL ANALYSIS OF THE QUALITY OF A RIVER AFFECTED BY URBAN DISCHARGES

Tello, Jesica^{1,2}; Ortiz, Cintia¹; Leporati, Jorge³; Ferrari, Gabriela^{1,2}; Jofré, Mariana²; Perino, Ernesto^{1,2}; González, Patricia^{1,2}.

¹UNSL, FQByF ² INQUISAL-CONICET, ³UNSL, FICES

tjesik32@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es conocer el grado de afectación antrópica del río San Luis. Para ello se recolectaron muestras de agua superficial en todo su recorrido, desde las cercanías a su origen hasta los sitios cercanos a su infiltración. Se realizó un estudio mediante análisis estadístico descriptivo e inferencial de las diversas variables físico-químicas determinadas y, de acuerdo a los resultados obtenidos se pudo diferenciar entre sitios respecto a su grado de contaminación.

Palabras clave: Recursos hídricos, Contaminación, Estadística, Río.

Introducción

Las actividades antropogénicas son las principales fuentes de contaminación de ecosistemas acuáticos. La contaminación de aguas superficiales con productos químicos tóxicos y la eutrofización de los ríos y lagos son de gran preocupación ambiental en todo el mundo. Los efectos negativos pueden derivar en la degradación de dichos ecosistemas, provocando la pérdida de biodiversidad y haciéndolos inadecuados para el uso industrial, agrícola, recreacional, entre otros. (Gatica et. al 2012).

En la provincia de San Luis los ríos tienen gran importancia económica ya que se utilizan con fines turísticos. El río San Luis, sin embargo, al ser un río urbano, recién desde hace algunos años es que ha comenzado a plantearse como un sitio en el cual pueden realizarse actividades recreacionales. Estas acciones generan residuos, que sumados a los basurales en zonas de ribera, descargas de acueductos pluviales, vertidos industriales, cloacales y los correspondientes a actividades privadas (como areneras, lavaderos, entre otras), provocan deterioro de la calidad del ecosistema.

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio para poder inferir la calidad medioambiental del río San Luis, mediante un análisis estadístico espacial de variables físico-químicas de muestras de agua recolectadas en sus distintos sitios.

Materiales y Métodos

Los sitios de muestreo se ubican a lo largo del recorrido del río desde la zona de inicio del río en puntos ubicados en la ciudad de Juana Koslay, en la ciudad de San Luis, y en la zona cercana a la infiltración del mismo (fin de la zona urbana de la ciudad de San Luis). Los sitios de muestreo se describen en la tabla 1.

Se determinaron distintas variables físico-químicas como: pH [U pH], temperatura del agua [°C], conductividad [mS/cm], sólidos totales disueltos [mg/L], turbidez [NTU], oxígeno disuelto (OD) [mg/L], materia orgánica (MO) [mg O₂/L], DBO [mg O₂/L], nitrato [mg/l] y fósforo [mg/L], de acuerdo a las metodologías sugeridas por APHA (2005). En esta primera etapa se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial utilizando el software libre R versión 3.5.1. Se llevó a cabo el análisis de las variables según sitios. Mediante técnicas paramétricas o no paramétricas en función del cumplimiento de ciertos supuestos, se pudieron discriminar los sitios de acuerdo a los efectos antropogénicos observados.

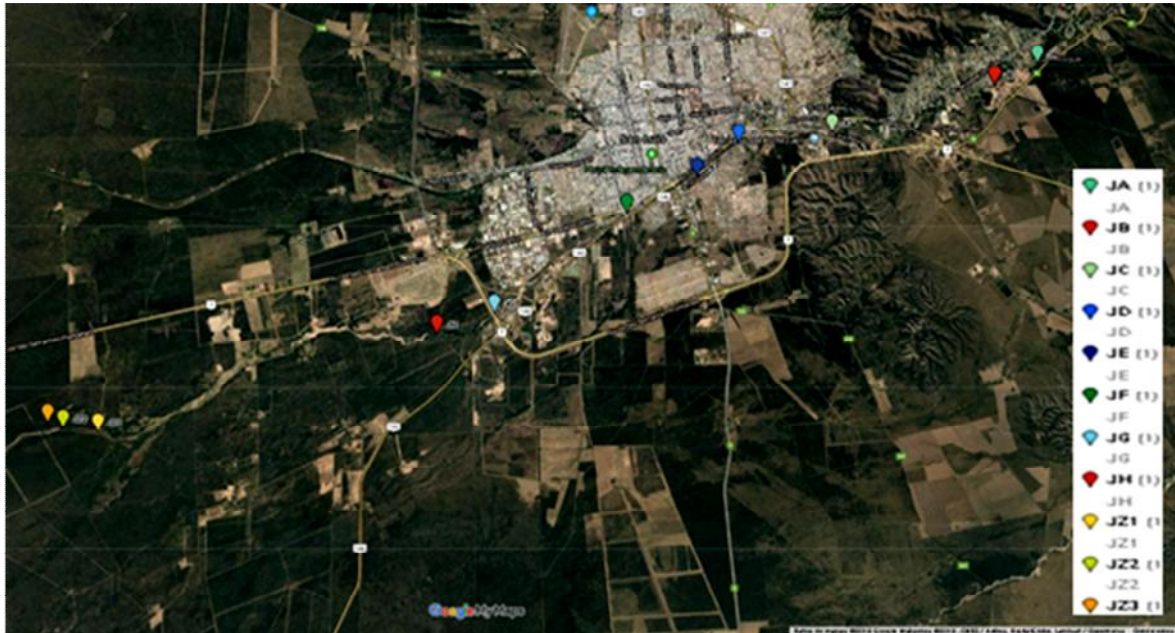


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo.

Resultados

Los resultados obtenidos a partir del análisis descriptivo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para los parámetros analizados

VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	VARIANZA
pH	7,76	0,52	0,27
Turbidez	69,49	177,62	31547,91
Conductividad	742,52	239,24	57234,11
STD	497,98	159,42	25414,81
OD	7,94	1,93	3,72
MO	6,72	9,76	95,27
Nitrato	1,84	2,52	6,34
Fósforo	0,51	1,43	2,04

Para las variables en estudio, se realizaron pruebas estadísticas con el fin determinar si correspondía aplicar técnicas paramétricas o no paramétricas. Se aplicó ANOVA, previo cumplimiento de normalidad y homocedasticidad de varianzas para las variables turbidez obteniendo un p valor de 0,324, MO, nitrato y fósforo cuyos p valores fueron $< 2 \times 10^{-16}$. Se aplicó la técnica no paramétrica de Kruskal-Wallis, para el caso del no cumplimiento de los dos o uno de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas; para pH se obtuvo un p valor de 0,03873, y para las variables conductividad y STD los p valores fueron 0,02649 y 0,0234, respectivamente. Finalmente, para OD el p valor obtenido fue 0,008231. Los análisis post hoc llevados a cabo fueron Tuckey para el ANOVA paramétrico y Conover para el no paramétrico. En todos los casos, los test post hoc detectaron diferencias significativas, con p valores menores a 0,1 entre los primeros siete sitios y los últimos (relacionados con la descarga del efluente).

Según lo observado para pH (Figura 2 a) en los distintos sitios se puede decir que si bien se encuentra dentro del rango esperado para agua de ríos (Baird 2001), desde el sitio 8 hay un descenso, que ubica los valores de pH por debajo de 7. Respecto a turbidez (Figura 2 b) los valores obtenidos para los sitios 3 y 7 se relacionan con la presencia de canteras de áridos cercanas al río. Para conductividad y STD (Figura 2 c y 2 d), se observa un claro aumento de sus valores para los sitios 8, 9, 10 y 11. La variable OD (Figura 2 e) disminuye, mientras la variable MO (Figura 2 f) aumenta desde el sitio 8. Para nitrato (Figura 2 g) la concentración aumenta a partir del sitio 8, tendiendo a disminuir río abajo. Fósforo (Figura 2 h) presenta valores elevados para los sitios 8, 9, 10 y 11, por lo que se puede inferir que existen otros aportes de este elemento al río.

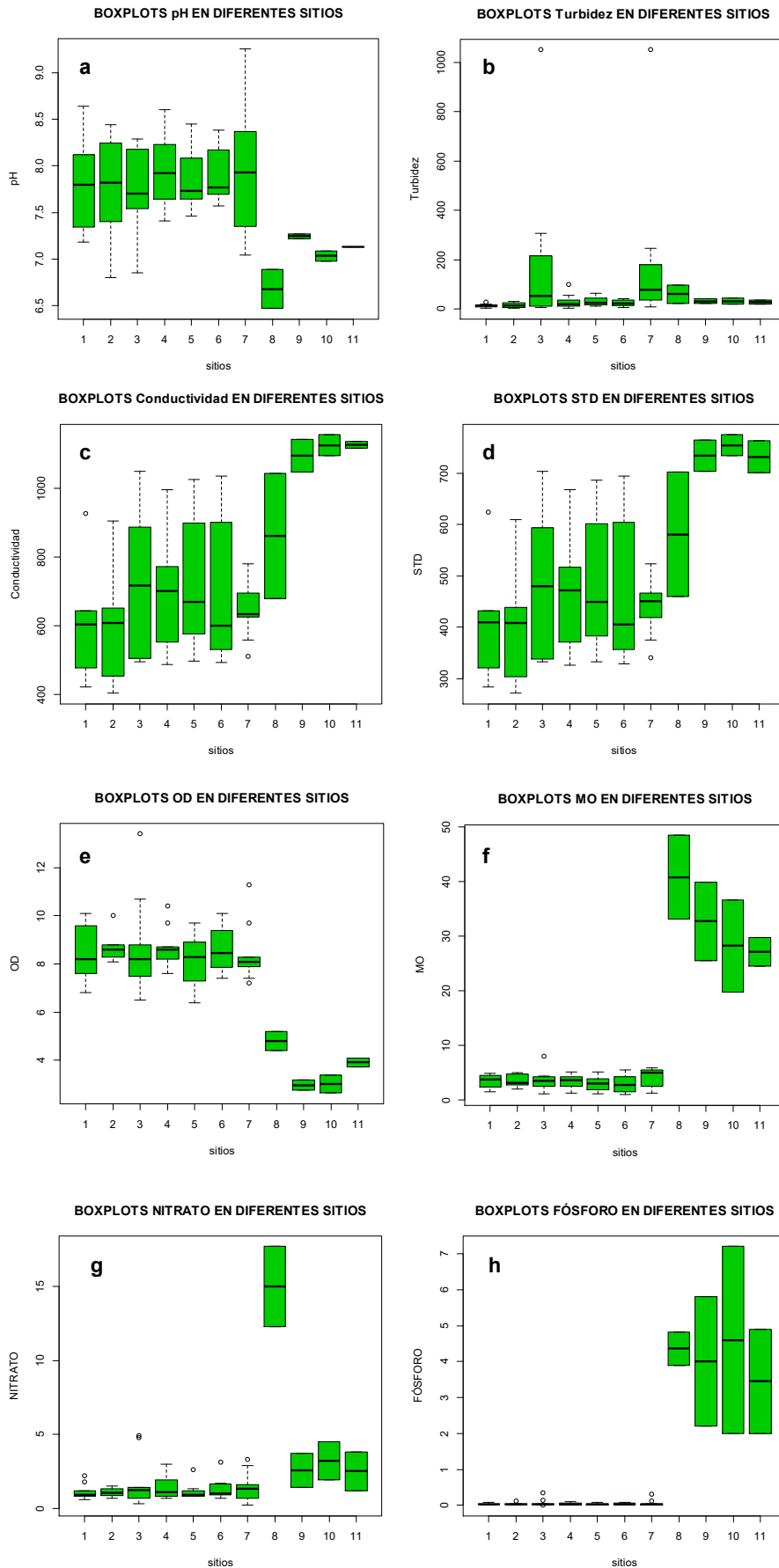


Figura 2. Box plots correspondientes a los distintos sitios de muestreo a) pH, b) turbidez [NTU], c) conductividad [mS/cm], d) STD [mg/L], e) OD [mg O₂/L], f) MO [mg O₂/L], g) nitrato [mg/L], h) fósforo [mg/L].



Conclusión

Las diferencias encontradas en las variables evaluadas para los distintos sitios se dan principalmente luego del sitio 8, el cual se corresponde con la zona posterior a la descarga de las piletas de oxidación municipales, indicando que son deficientemente tratados, en perjuicio del ecosistema hídrico. Además, existen aportes de otras actividades antropogénicas que deterioran la calidad del río, como las agrícola-ganaderas. Se observa también, que conforme avanza el río, los valores de los parámetros indican que éste río tiene baja capacidad de autodepuración.

Bibliografía

APHA. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington, DC

Baird, C. 2001. Química Ambiental, segunda edición. Editorial Reverté, páginas, España.

Gatica, E., Almeida, C., Mallea M, C., Corigliano, M. y González, P. 2012. Water quality assessment, by statistical analysis, on rural and urban areas of Chocancharava River (Río Cuarto), Córdoba, Argentina. Environ Monit Assess 184:7257– 7274.

<http://www.r-project.org>