

TRABAJO ORIGINAL

Evaluación y caracterización del estado sanitario de sectores recreacionales afectados por drenajes naturales (General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina)

Evaluation and characterization of the sanitary condition of recreational sectors affected by natural drainage (General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina)

Lucero, Néstor Marcelo^{1*}; Saicha, Ana Valeria¹; Espinosa, Mónica Bibiana¹; Millet, Patricia Marta¹; Patat, María Laura²

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata. Calle Buque Pesquero Dorrego 281, Puerto. Mar del Plata (7600), Argentina. ²Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Funes 3350. Mar del Plata (7600), Argentina.

*ambiental@mdp.utn.edu.ar

Recibido: 15 de abril de 2024

Aceptado: 23 de noviembre de 2024

Editor: Susana I. García

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue analizar la calidad del agua superficial de los arroyos Corrientes y Lobería, ubicados al sur de la ciudad de Mar del Plata y de la arena de las playas recreacionales por las que atraviesan ambos arroyos, previo a su descarga en el mar. Mediante el uso del software Qgis se identificaron los usos de suelo más relevantes en cada una de sus cuencas, seleccionando los indicadores de contaminación correspondientes. La caracterización se realizó sobre muestras de agua superficial de ambos arroyos colectadas periódicamente en el área de desembocadura y sobre muestras de la franja de arena próxima a dichos vertidos. Para el análisis comparativo de los resultados, se recurrió a valores de referencia sugeridos por la Autoridad del Agua (Res. 042/2006) que caracterizan el uso del agua desde el punto de vista recreacional. Para la comparativa del análisis de arena se utilizó el Decreto N° 831/93 anexo 2 (Ley N° 24051, Tabla 9), que refiere a Niveles Guía de Calidad de Suelos. De todos los indicadores seleccionados, los contaminantes microbiológicos fueron identificados tanto en la franja de arena, como en las aguas superficiales. Solo en los arroyos se identificaron pesticidas, un herbicida y fertilizantes, mientras que la presencia de metales pesados se registró únicamente en las arenas analizadas. Estos resultados podrían señalar la incidencia de las distintas actividades antrópicas desarrolladas a lo largo de sus recorridos. Respecto a su cuantificación, solo los indicadores microbiológicos afectarían la calidad ambiental de ambas playas, ya que los valores de abundancia más críticos ocurrieron durante la temporada estival monitoreada.

Palabras clave: Arroyos; Contaminantes; Playas; Usos del suelo.

Abstract: The objective of this work was to analyze the surface water quality of the Corrientes and Lobería streams, located to the south of the city of Mar del Plata and the sand of the recreational beaches through which both streams cross, prior to their discharge at sea. Through the use of the Qgis software, the most relevant land uses were identified in each of its basins, selecting the corresponding contamination indicators. The characterization was carried out on surface water samples from both streams collected periodically in the mouth area and on samples from the sand strip close to said discharges. For the comparative analysis of the results, reference values suggested by the Water Authority (Res. ADA N° 42/2006) were used, which characterize the use of water from the recreational point of view. For the values obtained from the analysis of the sand, Decree N° 831/93 annex 2 (Law N° 24051, Table 9) was used, which refers to Soil Quality Guide Levels. Of all the selected indicators, microbiological contaminants were identified both in the sand strip and in surface waters. Meanwhile, pesticides, an herbicide and fertilizers were only identified in the streams, while the presence of heavy metals was recorded only in the sediments analyzed. These results would indicate the incidence of the different anthropic activities carried out along its routes. Regarding its quantification, only the microbiological indicators would affect the environmental quality of both beaches, since the most critical abundance values occurred during the summer season monitored.

Keywords: Streams; Pollutants; Beaches; Land uses.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas producen diariamente una gran cantidad de contaminantes, muchos de los cuales son recibidos por los ecosistemas del litoral marino (Escobar 2002). Más del 80 % de los mismos provienen de cursos de agua superficiales, captados a lo largo de su recorrido, previo a desembocar en el mar. La composición natural de los cuerpos de agua se ve alterada debido a diferentes variables como son los distintos usos del suelo por los que atraviesan, la época del año y por las características fisicoquímicas y biológicas particulares de cada drenaje (Orozco Barrenetxea *et al.* 2003). La identificación de las actividades antrópicas más relevantes a lo largo del área cubierta por un curso permite seleccionar parámetros físicos, químicos o microbiológicos del agua (APHA 2023) necesarias para sostener los posibles usos que se le pueden dar al recurso.

El diagnóstico de la composición del agua superficial en la zona de emisión es una herramienta útil para determinar el grado de afectación del medio natural en función de los usos del suelo y también proporciona información relevante para la implementación de una correcta gestión de la cuenca y planificación del ordenamiento territorial.

Una poderosa herramienta para el análisis espacial orientado a explorar usos del suelo y proyectar potenciales impactos ambientales son los Sistemas de Información Geográfico (SIG) (Aguayo *et al.* 2007).

En el sudeste de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) existe una red de drenaje conformada por cursos de agua permanentes e intermitentes, los cuales, en su mayoría discurren atravesando zonas rurales, urbanas y costeras antes de desembocar en el Mar Argentino (Ramos 1999). En gran parte de la franja litoral se ubican las principales localidades balnearias que concentran durante la época estival un alto porcentaje de la actividad turística del país.

Sin embargo, a nivel nacional no existe un marco jurídico que defina las condiciones sanitarias que debe cumplir un cuerpo de agua para uso recreacional. Las escasas directrices existentes solo hacen referencia a recomendaciones, adoptando lineamientos internacionales para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Resolución ADA/PBA N° 42/2006). Por su parte las directrices del Ministerio de Salud de la Nación (MSN) para uso seguro de aguas recreativas proponen como indicadores a evaluar a los microorganismos entero patógenos y resaltan además la importancia de valorar la calidad de la franja emergida contigua a las aguas recreacionales, espacio preferido de menores para jugar como de los adultos que pasan más tiempo en contacto con la arena, introduciendo el concepto del binomio playa, constituido por la arena de playa más el agua de uso recreativo (MSN 2016).

Teniendo en cuenta que las playas localizadas en el borde litoral sur del Municipio de General Pueyrredón, son ampliamente utilizadas para actividades recreativas es que se plantea el estudio de dos sectores costeros ubicados al sur de la ciudad de Mar del Plata.

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- Caracterizar la calidad sanitaria de área de descarga de los arroyos Corrientes y Lobería a partir de la evaluación cuantitativa de indicadores de contaminación en el binomio playa (agua y arena) y compararlos con los valores guía establecidos en la normativa.
- Relacionar los contaminantes hallados en los espacios litorales evaluados y establecer una relación con los diferentes usos del suelo correspondientes a las áreas de influencia.

ÁREA DE ESTUDIO

El área elegida para el estudio comprende dos espacios costeros localizados al sur del núcleo urbano de Mar del Plata, ciudad cabecera del Partido de General Pueyrredón. Ambos destinados a uso recreativo y de gestión privada. Estos sitios forman parte de una franja litoral conformada por dunas fijadas mediante la implantación de especies arbóreas que separan los médanos de la autovía 11.

La playa denominada como Mute (38°10'13.8" S, 57°54'94.3" W) recibe las descargas del arroyo Corrientes, mientras que, en la franja de arena emergida de Luna Roja, (38°17'29.1" S, 57°63'82.1" W) drenan las aguas del arroyo Lobería (*Figura 1*).

Ambos cursos de régimen permanente, junto al arroyo Seco, Las Brusquitas y Chapadmalal, integran la vertiente Sur. La cuenca del Lobería ocupa un área 39,72 km², y su longitud desde el nacimiento hasta su desembocadura en el mar alcanza los 4 km. En tanto la superficie cubierta por el curso del Corrientes es de 21,79 km² y 4,30 km la totalidad de su recorrido (Camino *et al.* 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido entre mayo de 2020 y julio de 2021. En una primera etapa se procedió a confeccionar un mapa del área de estudio para determinar los usos del suelo presentes a lo largo del recorrido de cada curso, hasta alcanzar el litoral marino, mediante la utilización del software Qgis de código abierto. Se calculó el porcentaje de superficie ocupada por cada actividad antrópica identificada, sobre el total del área cubierta por los dos recorridos. En base a la información obtenida del análisis espacial, se selec-

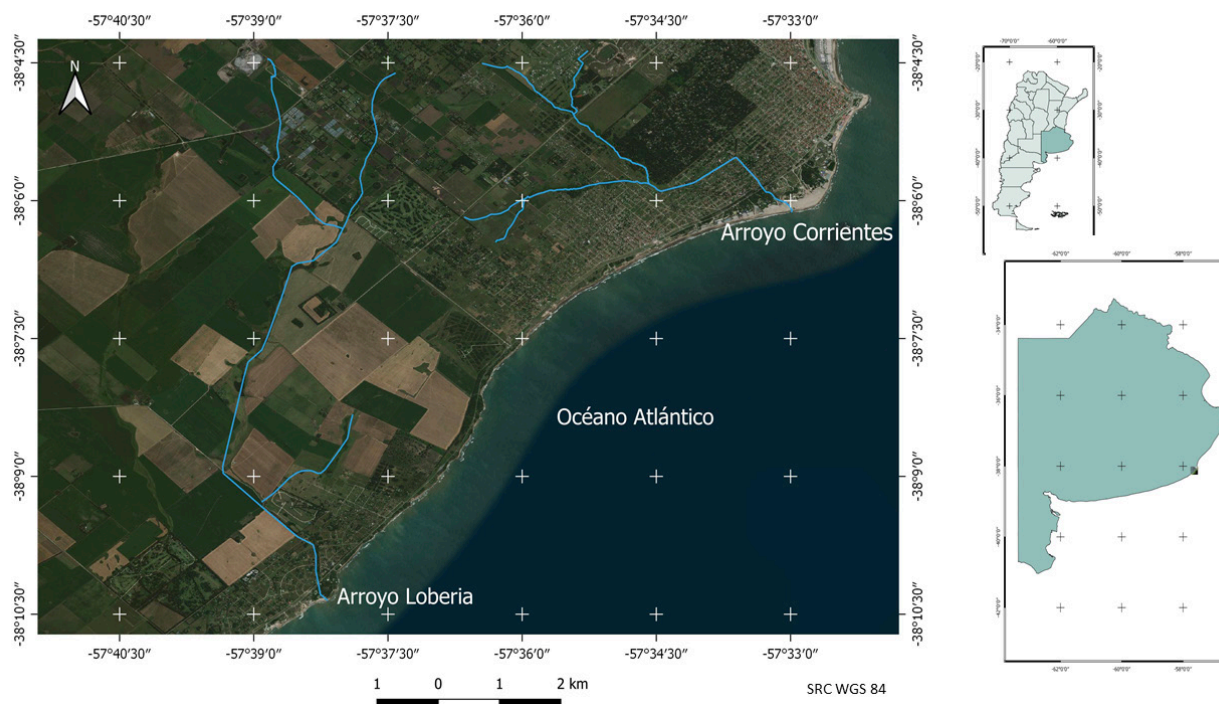


Figura 1. Recorrido de cada uno de los arroyos a través del Partido de Gral. Pueyrredón, desde su inicio a su desembocadura en el mar (Buenos Aires, Argentina).

cionaron ciertos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como indicadores ambientales para caracterizar el estado sanitario de los sectores costeros recreacionales durante el periodo relevado.

Para suelos destinados al cultivo se escogieron diferentes agroquímicos como indicadores de contaminación agrícola (insecticidas, herbicidas y fertilizantes). Como parámetros representativos de áreas destinadas a uso residencial, se utilizaron indicadores de contaminación fecal (*Enterococos* y *Escherichia coli*) (Pérsico *et al.* 2019) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's) (Lucero *et al.* 2019). Por la proximidad del cauce del Lobería al antiguo predio de disposición de residuos domiciliarios (actualmente en desuso) se seleccionaron a los metales pesados (Sn, Cr y Pb) comunes en el lixiviado de todo relleno sanitario, para registrar posibles impactos de éstos en el sector litoral de Luna Roja.

En la segunda etapa, se incluyeron las tareas de relevamiento y colecta de muestras (Figuras 2 y 3), análisis de laboratorio y posterior tratamiento estadístico de los resultados obtenidos.

El plan de muestreo estuvo sujeto a las condiciones ambientales y climáticas de cada jornada de relevamiento (régimen de lluvias), donde se recogieron muestras del agua superficial en el área de descarga de los arroyos y muestras de arena correspondientes a la franja emergida de las playas Mute y Luna Roja.

Las muestras de agua fueron colectadas según Norma IRAM 29012-1 (Calidad Ambiental-Calidad de Agua-

Muestreo) y las de arena según Norma IRAM 29481-1 (Calidad Ambiental-Calidad de suelo).

Por su parte el análisis de las muestras fue realizado por el Laboratorio de Análisis Ambientales CEDEAC de Mar del Plata, utilizando para la determinación en ambas matrices de cipermetrina, la metodología HPLC-DAD; para el ácido aminometilfosfónico (AMPA), LC-MSMS; para nitratos en agua la 4500NO₃-B (APHA, Standard Methods for examination) y en suelo el Soil Survey Manual; para fósforo total en agua la norma 4500 P B/E SM y en suelo se utilizó el Soil Survey Manual. Para el análisis microbiológico en agua de *E. coli* se aplicó la norma ISO 9308-1:2017 y para la determinación de *Enterococos* la ISO 7899-1:1998; mientras que en el caso de la arena se utilizó una adaptación de las técnicas descriptas para ambos microorganismos en el Bacteriological Analytical Manual.

Para la determinación de PAH's se utilizó la norma EPA SW 846 M 8270 y el análisis de metales pesados se realizó bajo norma EPA SW 846, cap. 7000 EAA tanto en agua como en arena.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, los valores referidos a indicadores de contaminación fecal en agua fueron comparados con los criterios establecidos en la Res. 042/2006 de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires (ADA) "Valores de referencia de calidad de aguas dulces y marinas para la protección de la biota acuática, para agua de uso recreativo en la zona de uso exclusivo del Río de la Plata y su frente ma-

rítimo” y con los parámetros recomendados en la Res. 125/2016 del MSN “Directrices sanitarias para uso seguro de aguas recreativas, Módulo II”.
Teniendo en cuenta que en Argentina no existe una legislación específica referida a parámetros máximos permitidos para calidad de suelos de uso recreacional, se optó por caracterizar la franja de arena, utilizando los valores incluidos en el decreto 831/93, anexo 2 que reglamenta la ley 24051 (Tabla 9), “Niveles guía de calidad de suelos” (Tabla 1), adoptando para la comparativa los diferentes usos de suelo que presentan los recorridos de los arroyos. Si bien no todos los parámetros ensayados se encuentran presentes en dicha normativa, se consideró importante analizar algunos otros indicadores que caracterizan los distintos usos de suelo presentes. Con respecto a los indicadores microbiológicos, los mismos fueron cotejados con los valores máximos propuestos por Brandão *et al.* (2002) “Calidad Microbiológica de arenas de playas litorales”.

Para los parámetros de una misma actividad antrópica cuya frecuencia sea significativa, se aplicó el test de Kruskal Wallis.

RESULTADOS

Usos de suelo: En base a los resultados obtenidos en la confección de los mapas elaborados a través de Qgis y corroborados en los relevamientos oculares realizados durante 2019, se identificaron siete usos del suelo a lo largo de los recorridos del Corrientes y el Lobería hasta descargar sus aguas en los dos sectores recreacionales denominados comercialmente “balneario Mute” y “balneario Luna Roja” respectivamente (Figura 2). Las áreas predominantes según el porcentaje de superficie cubierta sobre la totalidad de área considerada en este estudio fueron la agricultura, y el suelo para uso residencial.

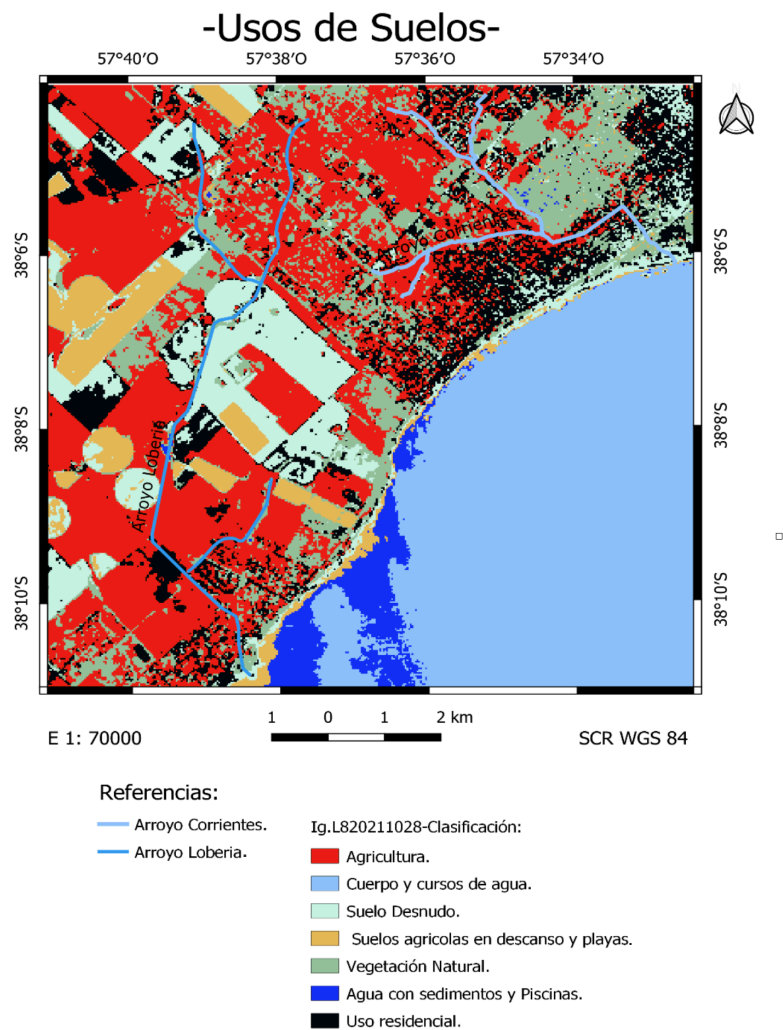


Figura 2. Identificación y estimación del área ocupada (en porcentaje) de los usos del suelo próximos al recorrido del curso de cada uno de los arroyos, considerados en el presente estudio (Partido de Gral. Pueyrredón, Bs. As., Argentina).

De las siete zonificaciones, se desestimó la superficie ocupada por agua y sedimentos, ya que la misma incluye al mar adyacente a los sectores litorales en los que drenan ambos arroyos.

La similitud en la refractancia de suelos desnudos con la franja de arena impidió identificar el porcentaje de ocupación y sumarlo a proporción de suelo

destinado a la agricultura.

Con respecto a la proporción de cada uno de los usos sobre el total de área cubierta, el mayor porcentaje de ocupación corresponde a prácticas agrícolas (40,6 % suelos cultivados y 13,9 % en descanso), en tanto las áreas que conservan su pastura natural constituyen el 18 % y las destinadas a uso habitacional el 16 % (Figura 3).



Figura 3. Estimación del área ocupada (en porcentaje) por los usos del suelo en superficies próximas al discurrir de las aguas de cada uno de los arroyos, considerados en el presente estudio (Partido de Gral. Pueyrredón, Bs. As., Argentina).

La visualización en el mapa de las actividades antrópicas identificadas, permite inferir un predominio de prácticas agrícolas a lo largo del arroyo Lobería, mientras un uso residencial significativo de la superficie atravesada por el discurrir de las aguas del Corrientes, particularmente en su tramo inferior previo a desembocar en el sector recreacional denominado Mute.

Análisis de muestras: Dentro del periodo de estudio se llevaron a cabo 12 relevamientos donde se colectaron un total de N=24 muestras. En cada una de ellas se realizaron las determinaciones correspondientes a los indicadores seleccionados (Tabla 1).

A excepción de los indicadores microbiológicos, el resto de los parámetros fueron identificados en al menos uno de los dos sustratos analizados.

De todos los parámetros analizados, los indicadores microbiológicos fueron identificados en el 100 % de

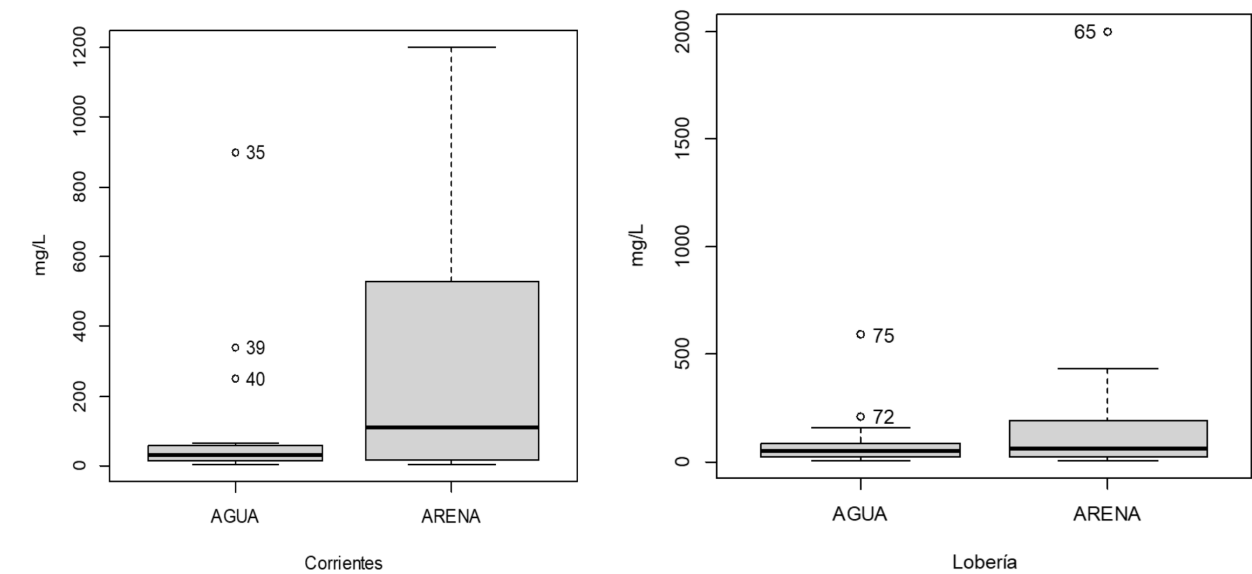
las muestras, mientras que los fertilizantes (nitratos y fósforo total) en un 41 %, el herbicida AMPA en el 25 % y el pesticida cipermetrina al igual que los metales pesados cromo y plomo, en el 8 % sobre el total de las mismas.

Análisis estadístico: La frecuencia de muestras con resultado significativo, tanto para bacterias indicadoras de contaminación fecal como de los fertilizantes seleccionados, permitieron contrastar de forma estadística la mediana de los valores de concentración entre parámetros dentro de cada uno de los sectores seleccionados, además de establecer diferencias de abundancia entre ambos.

En el caso de los indicadores de suelos habitacionales (Figuras 4 y 5) la mediana de las colonias en la arena de Mute no fue significativamente superior a la mediana del número de colonias determinadas en las aguas

Tabla 1. Resultados obtenidos de indicadores evaluados.

Parámetro	Fuente Probable	Determinación en agua	Determinación en arena	Rango de concentración	% de Incertidumbre	Valor guía para suelo habitacional
Cipermetrina	Cultivo	SÍ	NO	1-18 ng/mL	18	No reglamentado
Ácido aminometilfosfórico	Cultivo	SÍ	NO	1,6-4,5 ng/L	18	No reglamentado
Nitratos	Cultivo	SÍ	NO	8-35 mg/L	9	No reglamentado
Fósforo Total	Cultivo	SÍ	NO	0,15-0,47 mg/L	11	No reglamentado
Escherichia coli	Habitacional	SÍ	SÍ	10-310 UFC/100 mL 15-390 UFC/g	5	20 UFC/g (Brandão 2002)
Enterococos	Habitacional	SÍ	SÍ	16-900 UFC/100 mL 12-2 050 UFC/g	5	20 UFC/g (Brandão 2002)
Hidrocarburos Aromáticos (PAHs)	Habitacional	SÍ	SÍ	No detectable	14	1 µg/g (Dec. 831/93)
Estaño	Relleno Sanitario	SÍ	SÍ	No detectable	10	50 µg/g (Dec. 831/93)
Cromo	Relleno Sanitario	NO	SÍ	0-0,5 mg/kg	10	250 µg/g (Dec. 831/93)
Plomo	Relleno Sanitario	NO	SÍ	1,6-2,4 mg/kg	10	500 µg/g (Dec. 831/93)



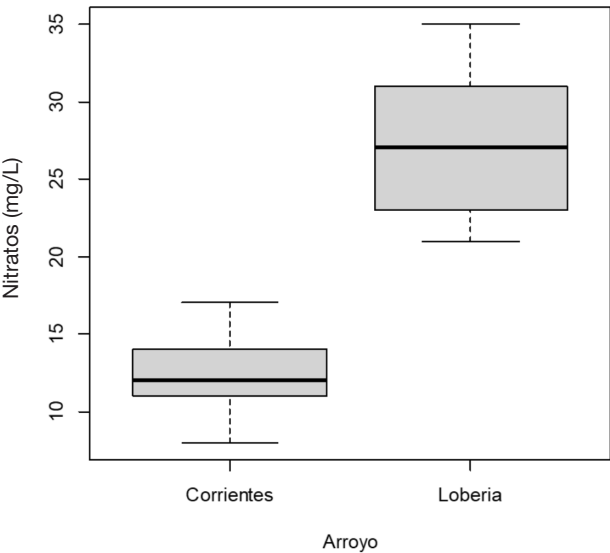
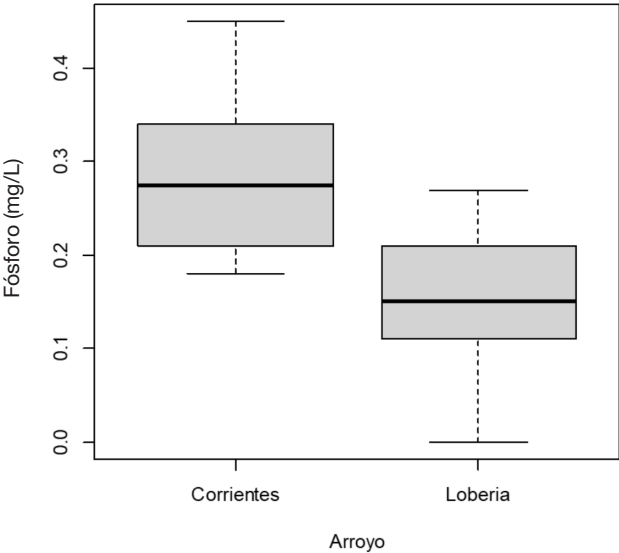
Figuras 4 y 5. Distribución en conjunto de las colonias de ambas bacterias de origen fecal, en relación con su presencia en arena/agua en el litoral emergido de playa Mute (izquierda) y el correspondiente a playa Luna Roja (derecha).

superficiales del arroyo Corrientes ($p = 0,06$) como tampoco en el Lobería ($p = 0,416$). La comparación de las medianas en el número de colonias tanto en la arena como en el agua de cada sector no mostró diferencias de abundancia. Los valores más altos de concentración de ambos indicadores bacterianos se determinaron en el período de colectas realizadas desde diciembre del 2020 a abril del 2021, tanto en el agua como en la arena de ambos sectores recreacionales. Al analizar dichos resultados, respecto a los valores guía de concentración microbiológica mencionados en *Tabla 1* para que un ambiente recreacional se considere sanita-

riamente apto, se determinó en todos los casos que más del 50 % de las muestras superaron los límites máximos establecidos (*Tabla 2*). Tanto los nitratos como el fósforo total fueron los indicadores de uso de suelo agrícola determinados con mayor frecuencia en las muestras de agua de ambos arroyos. Al contrastar la media geométrica de las concentraciones de nitratos en cada uno de los vertidos, su composición en las aguas del Lobería fue significativamente superior a las determinadas en las colectas del Corrientes ($p < 0,005$). Por el contrario, la media de abundancia de fósforo total fue significativamente superior ($p < 0,005$), en las aguas del arroyo Corrientes (*Figuras 6 y 7*).

Tabla 2. Porcentaje de muestras contaminadas de los Arroyos Corrientes y Lobería según criterios sanitarios.

		Arroyo Corrientes	Arroyo Lobería
		%	%
Calidad de agua	Contaminada	58	50
	No contaminada	42	50
Calidad de arena	Contaminada	58	70
	No contaminada	42	30



Figuras 6 y 7. Diagrama de caja de las medias de concentración de fósforo total (mg/L) y nitratos (mg/L), indicadores de actividad agrícola, en la composición del agua superficial de ambos arroyos de mayo de 2020 a julio 2021.

Al analizar ambos indicadores desde el punto de vista recreacional, aún los valores de concentración de fósforo total más bajos determinados en colectas de ambos arroyos, superaron al nivel guía nacional establecido para aguas de uso recreativo.

Con respecto a la determinación de herbicidas se encontró el compuesto AMPA en dos muestras de agua del arroyo Corrientes y en una proveniente del Lobería. Para el caso del pesticida cipermetrina sólo fue encontrado en una muestra del arroyo Lobería.

Por su parte, la presencia de plomo y cromo fue determinada en una muestra de arena proveniente de la franja emergida de Luna Roja durante la temporada baja. Los valores de concentración hallados resultaron inferiores a los indicados en los niveles guía de calidad del suelo recreacional (Tabla 1). La determinación en una muestra de sedimento colectada dentro del área de incidencia del curso del Lobería no es suficiente para señalar el impacto del antiguo predio de disposición de residuos.

DISCUSIÓN

La actividad agrícola y habitacional es predominante en la ocupación del suelo de la región del sudeste bonaerense (La Terra *et al.* 2009; De Marco *et al.* 2012). Este hecho se evidenció en los resultados obtenidos al analizar la composición del agua de los arroyos Corrientes y Lobería a la altura de su desembocadura y del suelo adyacente, en los balnearios localizados al sur del Partido de Gral. Pueyrredón.

Tres de los diez compuestos evaluados, incidieron en las condiciones sanitarias de las aguas superficiales y solo los microorganismos de origen fecal afectaron la calidad ambiental de la franja de arena, en las adyacencias de ambos sectores litorales.

Aunque las aguas marinas someras de ambas playas constituyen el principal atractivo, desde el punto de vista recreacional, los cursos del Corrientes y Lobería por su escasa profundidad y transparencia ofrecen a los usuarios un escenario natural más seguro para disfrutar. Caminar o remojarse en estas aguas se convierte en una acción de riesgo ya que la presencia de ciertos contaminantes como las bacterias de origen fecal, pueden representar un riesgo sanitario para los usuarios.

El escaso impacto de los pesticidas encontrados en la composición natural del agua al atravesar las dos playas podría deberse a procesos de atenuación de su carga a lo largo de su recorrido (Pérez *et al.* 2017).

La mayor abundancia de nitratos en el tramo final del curso del A. Lobería, respecto a la concentración presente en el A. Corrientes, podría atribuirse a la prevalencia de superficies cultivadas a lo largo de su recorrido, atravesando el partido de Gral. Pueyrredón.

Los valores de fósforo total encontrados en las aguas de

ambos arroyos pueden atribuirse no solo al uso en abonos agrícolas sino también a la suma de otras fuentes como detergentes y productos de uso doméstico. Si bien no tienen incidencia directa en la salud humana, facilita la presencia de cianobacterias, microalgas que tienen la capacidad de producir toxinas que liberadas en el agua provocan efectos nocivos en la salud, como la dermatitis por contacto directo (Pilotto 2008).

Debido a que, tanto a nivel provincial como nacional aún no se cuenta con criterios normativos que establezcan límites permisibles de indicadores de contaminación en aguas recreacionales, únicamente se utilizan niveles guía internacionales (Folabella *et al.* 2006). Menos aún, la disponibilidad de información local de riesgo a la salud humana asociado a su ocurrencia durante actividades recreativas es muy limitada. La elaboración de normativas basadas en estudios estadísticos epidemiológicos es fundamental.

Un monitoreo periódico de calidad del agua superficial de ambos arroyos a lo largo de su recorrido es una herramienta significativa para identificar puntos de descarga y contaminantes de las diferentes actividades que se desarrollan sobre los suelos que atraviesan para establecer mecanismos tendientes a disminuir el impacto de estas actividades en su calidad. Es importante resaltar que del presente estudio surge como evidente necesidad la de incluir para futuras investigaciones a las arenas de fondo de los cursos, debido a que ciertos contaminantes peligrosos como metales pesados y pesticidas fueron encontrados en las arenas pero no se detectaron en las aguas superficiales.

Si bien los estudios no son concluyentes, esta situación podría estar relacionada con la clase de contaminantes y con las características geoquímicas del suelo arenoso, ya que, debido a sus condiciones de permeabilidad y porosidad, la arena mostró la capacidad de retener y concentrar ciertos compuestos, especialmente en áreas de playas recreativas, área de desembocadura de los cuerpos de agua en su tramo final, alterando la calidad sanitaria de las mismas.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores no expresan la existencia de conflictos de intereses para la publicación de este trabajo.

REFERENCIAS

Aguayo MI, Wiegand T, Azócar GD, Wiegand K, Vega CE. 2007. Revealing the Driving Forces of Mid-Cities Urban Growth Patterns Using Spatial Modeling: a Case Study of Los Ángeles, Chile. *Ecology and Society*. 12. 10.5751/ES-01970-120113. [Fecha de cita 21 de

abril de 2023] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/287513269>.

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation (APHA). 2023. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. Washington DC.

Autoridad del Agua (ADA). Provincia de Buenos Aires (PBA). 2006. Resolución N° 42/06. [Fecha de cita 15 de marzo de 2023] Disponible en: <https://normas.gba.gob.ar/documentos/xk2zYAIA.html>.

Brandão J, Verissimo C, Rosado ML, Falcão ML, Giraldez A, Rosado C, Simões M, Noronha MG. 2002. Qualidade Microbiológica de Areias de Praias Litorais. 10.13140/RG.2.1.4917.7441. [Fecha de cita 22 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33904403>.

Camino MA, Bó MJ, Cionchi JL, López de Armentia A, Del Río JL, De Marco S G. 2018. Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Universitaria de Geografía* 27 (1):7397. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383257036005>.

Decreto 831/93. Anexos II. Tablas. Tabla 9 - Niveles guía de calidad de suelos. Reglamentación de la Ley 24051 (Residuos peligrosos). [Fecha de cita 7 de abril de 2023] Disponible en: https://ecofield.net/Legales/Residuos_pel/ley24051-dec831-93/dec831-93_anexo%20II%20Tablas.htm.

De Marco SG, Barral MP, Bazzini SM, Beltrame MO, Bo MJ, López de Armentia AM, Sollazo MS, Marcovecchio JE. 2012. Vulnerabilidad de cuerpos de aguas superficiales en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires: estudio preliminar. En: II Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie: Compilado de trabajos extendidos, JE Marcovecchio y RH Freije (eds), EdiUNS (Editorial de la Universidad Nacional del Sur), 1a ed., Bahía Blanca (Argentina), pp. 61-66. E-Book (CDD 551.9). (ISBN 978-987-1620-86-9).

Escobar J. 2002. La situación regional de la contaminación del mar y áreas costeras y sus fuentes, in: Escobar J. Ed, Santiago de Chile: La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Naciones Unidas, pp. 9-24.

Folabella AM, Escalante AH; Deza A; Perez Guzzi JI,

Zamora AS. 2006. Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la Laguna de Los Padres (Buenos Aires, Argentina).

IRAM 29012-1 2002. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Guía General para el diseño de programas de muestreo.

Laterra P, Orúe ME, Zelaya DK, Booman G, Cabria F. 2009. Jerarquización y mapeo de pastizales según su provisión de servicios ecosistémicos. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*, de Patta Pillar V, Müller SC, de Souza Castilhos ZM, Ávila Jacques AV (eds). Ministério do Meio Ambiente, Brasília (Brasil), pp.128-136. [fecha de cita 15 de febrero de 2023]. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/281243041>.

Lucero MN, Saicha AV, Espinosa MB, Pérsico MM, Patat ML, Escobar EE. 2019. Evaluación Preliminar de Hidrocarburos de Petróleo en Arena de Playas Recreacionales, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Ministerio de Salud de la Nación. 2016. Directrices sanitarias para el uso seguro de aguas recreativas. Disponible en: <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000259999/258698/norma.htm>.

Organización Internacional de Normalización. 1998. Calidad Del Agua. Detección y recuento de enterococos intestinales. Parte 1: Método miniaturizado (Número más probable) para aguas superficiales y residuales. (Norma ISO n° 7899-1:1998).

Organización Internacional de Normalización. 2017. Calidad Del Agua. Recuento de *Escherichia coli* y de Bacterias Coliformes. (Norma ISO n° 9308-1: 2017).

Orozco Barrenetxea C, Perez Serrana A, Gonzalez Delgado M, Rodriguez Vidal F, Alfayate Blanco J. 2003. Contaminación Ambiental. Una Visión desde la Química. Editorial Thomsom. Barcelona, 679 p.

Pérez DJ, Okada E, De Gerónimo E, Menone ML, Aparicio VC, Costa JL. 2017. Spatial and temporal trends and flow dynamics of glyphosate and other pesticides within and agricultural watershed in Argentina. *Environ Toxicol Chem*. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28631831/>.

Pérsico MM, Lucero M, Patat ML, Saicha AV, Espinosa M. 2019. Evaluación de contaminantes microbiológicos en playas urbanas afectadas por descarga pluvial, en Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Estudios Ambientales*, 7(1): 79- 98.

Pilotto LS. 2008. Epidemiology of cyanobacteria and their toxins. *Adv Exp Med Biol.* 2008;619:639-49. doi: 10.1007/978-0-387-75865-7_29. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18461787/>.

Ramos VA. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. *Anales Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, (29): 41–96.

USDA (United States Department of Agriculture). 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report N° 42. Versión 3.0. Washington DC, USA, 693p.

US EPA. 2014. “Método 8270E (SW-846): Compuestos orgánicos semivolátiles por cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS)”. Washington, DC.