



## Estudio descriptivo de la laguna artificial Chorrillos ubicado en el distrito de Huacho – Perú

Descriptive study of the artificial lagoon Chorrillos located in the district of Huacho–Perú

*Estudo descritivo do lago artificial Chorrillos localizado no distrito de Huacho–Perú*

**Jean Piere Quiliche-Duran**

9700192640@unjfsc.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0003-0206-1002>

**Luis Romero Bozzetta**

jromerob@unjfsc.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-6631-1480>

**Ronnel Bazán Bautista**

ronnelbb2013@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-0349-6462>

**Héctor Herrera Vega**

hherrera@unjfsc.edu.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-7739-3012>

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú

Artículo recibido 3 de septiembre 2021 / Arbitrado y aceptado 8 de octubre 2021 / Publicado 13 de diciembre 2021

### RESUMEN

La Laguna Artificial Playa Chorrillos ubicado en Huacho; es un ecosistema poco estudiado, cuenta con una alta concurrencia turística, por ello es importante conocer el estado actual. El objetivo de la investigación es describir el aspecto geográfico, demográfico, biológico, físico, químico y microbiológico de la Laguna. Se ubicó el área de la Zona Norte y Sur con GPS, los componentes físicos y químicos se midieron utilizando Kit de agua, para los coliformes totales la técnica del NMP y se aplicó siembra en medios de cultivo para *Vibrio cholerae* y *Salmonella* spp., los parámetros de diversidad biológica se realizaron por 10 transectos el conteo por individuo, las especies de plantas y animales fueron identificadas por claves taxonómicas, se calculó el índice de diversidad de Margalef, Shannon y Simpson, los valores demográficos de la población Huachana del 2016 fueron obtenidos del INEI. Los análisis revelan que hay parámetros que sobrepasan los LMP para agua utilizada para recreación, obteniendo valores de conductividad (1883  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y coliformes totales (2600 NMP/100 ml) en la Z. sur, el pH de la Z. Norte 7,25 y Z. Sur 7,37 y con 24,5 °C, la diversidad biológica en plantas (1,31), peces (0,65) y aves (1,77), la biodiversidad es baja, sin embargo, en aves presenta una riqueza de especies dentro de la media comparando la de plantas y peces. Se concluye que la Z. Sur presenta un menor calidad ambiental y biológica menor que la Z. Norte lo que implica impacto al ecosistema por las actividades humanas.

**Palabras clave:** Diversidad biológica, Eutrofización; Impacto antropogénico; Laguna artificial

### ABSTRACT

The Chorrillos Beach Artificial Lagoon, located in Huacho, is an ecosystem that has been little studied and has a high number of tourists; therefore, it is important to know its current state. The objective of the research is to describe the geographic, demographic, biological, physical, chemical and microbiological aspects of the lagoon. The area of the North and South Zone was located with GPS, the physical and chemical components were measured using the water kit, for total coliforms the NMP technique and seeding in culture media for *Vibrio cholerae* and *Salmonella* spp. was applied, the biological diversity parameters were performed by 10 transects the count per individual, the plant and animal species were identified by taxonomic keys, the Margalef, Shannon and Simpson diversity index was calculated, the demographic values of the Huachana population of 2016 were obtained from INEI. The analyses reveal that there are parameters that exceed the LMP for water used for recreation, obtaining values of conductivity (1883  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) and total coliforms (2600 NMP/100 ml) in Z. South, pH of Z. North 7,25 and Z. South 7,37 and with 24,5 °C, the biological diversity in plants (1,31), fish (0,65) and birds (1,77), the biodiversity is low, however, in birds it presents a richness of species within the average comparing that of plants and fish. It is concluded that Z. South has a lower environmental and biological quality than the Z. North, which implies an impact on the ecosystem due to human activities.

**Key words:** Biological diversity; Eutrophication; Anthropogenic impact; Artificial lagoon

### RESUMO

A lagoa artificial Playa Chorrillos, localizada em Huacho, é um ecossistema que não tem sido muito estudado, é importante conhecer o seu estado actual. O objectivo da investigação é descrever os aspectos geográficos, demográficos, biológicos, físicos, químicos e microbiológicos da lagoa. A área da Zona Norte e Sul foi localizada com GPS, os componentes físicos e químicos foram medidos utilizando o kit água, para coliformes totais foi aplicada a técnica MPN e sementeira em meios de cultura para *Vibrio cholerae* e *Salmonella* spp, os parâmetros de diversidade biológica foram realizados por 10 transectos contados por indivíduo, as espécies de plantas e animais foram identificadas por chaves taxonómicas, o índice de diversidade de Margalef, Shannon e Simpson foi calculado, os valores demográficos da população Huachana em 2016 foram obtidos a partir do INEI. As análises revelam que existem parâmetros que excedem a MPL para água utilizada para recreação, obtendo valores de condutividade (1883  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e coliformes totais (2600 NMP/100 ml) no Z do sul, pH de Z. Norte 7,25 e Z. Sul 7,37 e com 24,5 °C, a diversidade biológica em plantas (1,31), peixes (0,65) e aves (1,77), a biodiversidade é baixa, contudo, em aves apresenta uma riqueza de espécies dentro da média comparando a das plantas e peixes. Conclui-se que Z. O Sul tem uma qualidade ambiental e biológica inferior à do Z. Norte, o que implica um impacto sobre o ecossistema devido às actividades humanas.

**Palavras-chave:** Diversidade biológica, Eutrofização; Impacto antropogénico; Lagoa artificial

## INTRODUCCIÓN

La laguna de la playa de Chorrillos es un ecosistema poco estudiado de los cuales se tiene poca información, por lo que su situación actual es desconocida. A pesar de estar ubicado a pocos metros de una de las playas con mayor concurrencia de la ciudad de Huacho, que es utilizado algunas veces como atracción turística, debido a esto se considera importante conocer su estado actual, frente al impacto que produce las actividades humanas que se desarrollan en sus alrededores. Para lo cual es de relevancia estudios de línea base que vienen a ser herramientas que contribuye a generar una referencia que sirve de sustento y punto de comparación para posteriores investigaciones siendo de principal importancia hoy en día para el estudio medioambiental, en los que se busca evaluar indicadores importantes.

La biodiversidad que es la variedad y variabilidad de los seres vivos, incluyendo el número de especies, la variación genética dentro de las especies y la diversidad funcional. Actualmente se conocen poco más de 1.4 millones de especies vivientes, pero las estimaciones acerca de la diversidad de las especies de plantas, hongos, algas, animales y microorganismos que habitan el planeta van desde 10 hasta 100 millones (1). Pero también la diversidad biológica existente en el planeta no es uniforme en todas las regiones y varía de acuerdo con las condiciones climáticas y edáficas presentes; es así como el número de especies de muchos grupos aumentan exponencialmente en dirección a los trópicos, donde se ubica la mayor diversidad de vidas, a

pesar de representar sólo el 7% del área global (2). De la misma manera el agua es otro de los componentes básicos dentro de un ecosistema y un indicador muy utilizado debido a que es un componente esencial del ambiente puesto que se considera el factor principal que controla el estatus de salud tanto en humanos como en la biota en general (3).

Las variaciones en su calidad son resultado de la combinación de procesos naturales (meteorización y erosión del suelo) y de las contribuciones antrópicas (descargas de desechos municipales e industriales). Siendo en general, éstas últimas las que constituyen una fuente constante de contaminación (4) y su calidad está definida y evaluada en general midiendo un grupo mínimo de datos de propiedades del suelo para estimar la capacidad del suelo de realizar funciones básicas como por ejemplo mantener la productividad, regular y separar agua y flujo de solutos, filtrar y tamponar contra contaminantes, y almacenar y reciclar nutrientes (5).

Por ello el objetivo de la investigación fue describir los componentes geográficos, demográficos, biológico, físico, químico y microbiológico en la que se encuentra la Laguna de la playa de Chorrillos-Huacho con el propósito de obtener información de las condiciones actuales y ello brindaría soporte para investigaciones que evalúen el impacto del turismo, actividades industriales y la población sobre la laguna.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló el método prospectivo y descriptivo, se realizó en los meses de agosto a diciembre del 2019. Se realizó la lectura de las coordenadas utilizando GPS Garmin ETREX 10, luego de ello se ubicaron puntos georreferenciales para hallar el alcance, área y perímetro de la Zona Norte y Sur de la Laguna de Chorrillos - Huacho.

### Componentes físico, químico y microbiológico

#### Toma de muestra

Se recolectaron muestras en frascos estériles en diferentes puntos de la Zona Norte y Sur, transportadas de inmediato para los análisis respectivos.

#### Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

Para el análisis físico y químico se empleó un Fresh Water Aquaculture Kit AQ-2 evaluando los siguientes parámetros: temperatura, pH, oxígeno disuelto (mg/L), conductividad, cloruros (mg/L), las mediciones se realizaron ex-situ, mientras que el análisis microbiológico se realizó los parámetros de coliformes totales (NPM/ml), *Vibrio cholerae* y *Salmonella spp* (6), los valores obtenidos se compararon con los valores referenciales del MINAM.

#### Parámetros de diversidad biológica

##### Diversidad animal y vegetal

Se llevó cabo mediante observaciones y conteo por transectos registrándolas fotográficamente las especies observadas

y se colecto algunos especímenes para la identificación que se realizó por claves taxonómicas del grupo de aves peces y plantas.

La diversidad biológica se determinó con la ayuda de los siguientes índices:

- Riqueza específica (S): Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.
- Índice de diversidad de Margalef:

$$D_{Mg} = (S-1) / \ln. N \quad \text{Ecuación (1)}$$

##### Donde:

S=número de especies registradas N=número total de individuos detectados

Valores por debajo de 2 suelen hacer referencia a ecosistemas con poca diversidad (antropizados) y superiores a 5 con mucha biodiversidad.

##### Índice de diversidad de Shannon:

$$H = -\sum (P_i \times \ln P_i) \quad \text{Ecuación (2)}$$

##### Donde:

$P_i = n_i/N$  (valor de importancia),  $N =$  Total de todas las especies,  $n_i =$  Abundancia para la especie  $i$ ,  $\ln P_i =$  Logaritmo natural de  $P_i$ .

El valor del índice de Shannon (H) suele hallarse entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4,5. Donde valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad de especies y superiores a 3 son altos en diversidad.

### Índice de diversidad de Simpson:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{Ecuación (3)}$$

#### Donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

El rango del índice de Simpson va de 0 a 1 así: Cuando más se acerca al valor de 1, menor es

la diversidad del hábitat. Mientras que cuando más se acerca a 0 mayor es la diversidad del hábitat.

### Valores demográficos

Se realizó un análisis del crecimiento poblacional obteniendo los datos del INEI de los últimos censos realizados en Huacho.



**Figura 1.** Fotografía satelital de la Zona norte y sur de la Laguna de Chorrillos.

## RESULTADOS

### Componentes geográficos

Las coordenadas obtenidas con el GPS sirvieron para ubicar la fotografía satelital (Figura 1) que nos conlleva a diferenciar la

Zona Norte y Sur, del mismo modo se hallaron los componentes geográficos (Tabla 1) de la Laguna de Chorrillos.

**Tabla 1.** Componentes geográficos de Zona Norte y Sur de la Laguna de Chorillos.

	Norte	Sur
Latitud	11°6'46.51"S	11°6'51.09"S
Longitud	77°36'48.60"O	77°36'47.29"O
Alcance	191 m	234 m
Perímetro	360 m	316 m
Área	3,141 m <sup>2</sup>	3,520 m <sup>2</sup>

### Componentes físico, químico y microbiológico

Se observa los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (Tabla 2) de la Laguna de Chorillos.

**Tabla 2.** Se muestra los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna de Chorillos.

Zonas	Norte	Sur	Valores referenciales del MINAM,2017
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>			
pH	7,25	7,37	6-9
Temperatura (°C)	25	24	Δ3
Conductividad (μS/cm)	1756	1883	1500
Cloruros (mg/L)	230	290	250
DO (mg/L)	5	7	≥5
<b>Parámetros microbiológicos</b>			
Coliformes totales (NMP/100ml)	1100	2600	1000
<i>Vibrio cholerae</i>	0	0	0
<i>Salmonella spp</i>	0	0	0

### Componentes biológicos

Se detallan a continuación los componentes biológicos como especies y número de individuos de peces (Tabla 3), aves (Tabla 4) y plantas (Tabla 5) y el índice de diversidad (Tabla 6) presentes en el funcionamiento del

ecosistema Laguna de Chorillos, mostrando las especies de animales, plantas, así como la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos.

**Tabla 3.** Especies y cantidad de peces.

Nombre científico	N° de individuos
<i>Chelon lobrosus</i> (Lisa)	10
<i>Oreochromis niloticus</i> (Tilapia)	18
<i>Poecilia reticulata</i> (Guppy)	96
<b>Total</b>	<b>114</b>

**Tabla 4.** Especies y cantidad de peces.

Nombre científico	N° de individuos
<i>Chroicocephalus sp.</i>	7
<i>Sterna hirundinacea</i> (Gaviotín cola larga)	6
<i>Gallinula chloropus</i> (Polla de agua)	8
<i>Larosterna inca</i> (Gaviotín monja)	6
<i>Larus belcheri</i> (Gaviota peruana)	11
<i>Creagus furcatus</i> (Gaviota de las Galápagos)	8
<b>Total</b>	<b>46</b>

**Tabla 5.** Especies y cantidad de plantas.

Nombre científico	N° de individuos
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> (Sombrierillo de agua)	192
<i>Alocasia acuminata</i> (Oreja de elefante)	14
<i>Scirpus californicus</i> (Totora)	53
<i>Heliotropum curassavicum</i> (Cola de alacrán)	85
<i>Limnobium laevigatum</i> (Bocado de rana)	257
<b>Total</b>	<b>601</b>

**Tabla 4.** Índices de diversidad en peces, aves y plantas.

	Índice de Margalef	Índice de Shannon	Índice de Simpson
Peces	0,4223	0,6496	0,7418
Aves	1,3059	1,7684	0,1749
Plantas	0,6251	1,3062	0,3132



**Figura 2.** Crecimiento demográfico de la población huachana 2005 – 2016.

**Discusión**

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos revelan que algunos parámetros sobrepasan los límites permisibles (7), como la conductividad y coliformes totales, además la zona sur se ve más afectada, correspondiendo a los diversos tipos de fuentes de contaminación que pueden afectar los cuerpos de agua, coincidiendo con los hallazgos (8), estos factores externos pueden contaminar y aumentar la cantidad de bacterias coliformes, las cuales se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, además están ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos y vegetales (9). A pesar de que las bacterias sobreviven sólo por cortos periodos de tiempo en cuerpos de agua, lo que demuestran que pueden ser parte de la microflora natural en ambientes acuáticos de climas tropicales, o

siendo parte de otro tipo de contaminación que puede ser por desagüe u otro tipo de desechos los cuales afectan directamente a la laguna y pueden dar lugar a patógenos dañinos como *Vibrio cholerae* (10).

La fluctuación del pH fue de Norte 7,25 y Sur 7,37 en la laguna y la que encontraron (11), fue de 6,5 - 8, el pH no muestra diferencias significativas, porque existe una capacidad buffer suficiente en el sistema como para el control de las distintas variaciones. Pero, debido a que la concentración efectiva de cloruros en el sistema es normal, éste mantendrá sus condiciones naturales siempre y cuando no se realicen alteraciones graves a estas (agregado de ácidos, de efluentes, o de lluvia ácida) en concentraciones suficientes como para destruir la capacidad buffer del sistema natural de los cuerpos de agua (12) y la temperatura encontrada tuvo un promedio de 24,5 °C, en donde la máxima variación diaria

de la temperatura marca a los valores 30,0 °C de día y 24,4 °C de noche, como los límites hasta los cuales la temperatura se asocia con una condición buena para el ecosistema, los cuales son aceptables en promedio para una supervivencia de las especies acuáticas (13).

Se pudo observar que tanto para plantas, peces y aves, la biodiversidad es baja no obstante para el caso de aves presenta una riqueza de especies dentro de la media en contraposición a las plantas y peces. Esto se puede explicar debido a que encontramos que el ecosistema evaluado presenta signo de eutrofización lo cual afecta a la flora e ictiofauna de la zona. Por ese motivo las poblaciones de aves acuáticas estables o en crecimiento, son indicadores útiles del funcionamiento saludable de cuerpos de agua, las cuales han sido usadas exitosamente como símbolos poderosos en lograr la conservación de las lagunas y promover el uso sostenible de recursos naturales a lo largo del mundo por eso la presencia importante de aves en la naturaleza (14).

Debido a que la laguna contaba para el momento del estudio con una alta diversidad de aves, similar a otras formaciones ecológicas costeras, es recomendable tomar las medidas adecuadas para su conservación; teniendo en consideración que, probablemente, en pocos años el desarrollo urbano de la ciudad de Huacho puede acabar involucrando a la laguna, también el establecimiento sin control de zonas ganaderas y agrícolas es una de las actividades que afecta evidentemente a las comunidades vegetales y a todo tipo de ecosistemas como ya ha ocurrido en otras ciudades del país (15).

En el último siglo, la intensificación de la actividad humana ha provocado la destrucción de más de la mitad de los humedales naturales del mundo (16). No obstante, la elevada cobertura de vegetación natural, tanto acuática como alrededor de la laguna (tarays y carrizo, mayoritariamente), permite la presencia de una gran abundancia y riqueza de especies de aves, como se ha demostrado en otras lagunas artificiales de reciente creación (17,18).

La creciente entrada de nutrientes en los cuerpos receptores se ha asociado con el aumento de la densidad poblacional, cambios en el uso de suelo y la intensificación de la agricultura en las cuencas, incrementándose en consecuencia, la degradación de la calidad del agua y los procesos de eutrofización (19). Desde hace varios años, en Yuriria se ofrecen servicios recreativos que incluyen paseos en lancha y competencias náuticas; estas actividades no se ven afectadas por la baja calidad del agua, ya que el ICA califica el uso recreativo sin contacto primario, sin embargo, los usuarios de la laguna se enfrentan con un aspecto desagradable (20).

## CONCLUSIONES

Se concluye que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos sobrepasan los límites permisibles por los Ecas de agua para recreación primaria, el parámetro biológico en el índice de diversidad es baja (excepto en aves) presentándose rasgos de eutrofización y los valores demográficos de Huacho van en aumento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Escalante T, Morrone, J. Métodos para medir la biodiversidad. Museo de Zoología. Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNAM. México; 2002. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S006517372002000100016](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372002000100016)
2. Gallego A, Chavarriaga W. Biodiversidad el mundo de lo vivo. Universidad de Caldas, Centro de educación abierta y a distancia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Colombia; 1998. <https://www.redalyc.org/pdf/370/37028276002.pdf>
3. Kazi T, Arain M, Jamali Jalbani N, Afridi H, Sarfraz R, Baig J, Shah A. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: a case study. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2009; 72:301-309
4. Zeng X, Rasmussen T. Multivariate statistical characterization of water quality in Lake Lanier, Georgia, USA. *J. Environ. Quality.* 2005; 34:1980-1991
5. SQI-Soil Quality Institute. Indicators for soil quality evaluation. USDA natural resources conservation service. The National Soil Survey Center / The Soil Quality Institute, NRCS, USDA / The National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service. USA. 1996
6. APHA. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz Santos; 2005. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=307542>
7. Ministerio del ambiente (MINAM). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias; 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
8. Schippmann B, Schernewski G, Gräwe U. *Escherichia coli* pollution in a Baltic Sea lagoon: A model-based source and spatial risk assessment. *Int. J. Hyg. Envir. Heal.* 2013; 216 (4): 408-420
9. Gómez A. Reconocimientos estacionales de hidrológica y plancton en la laguna de Términos, Campeche. México (1964/1965); 2005. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1974-1/articulo4.html>
10. Hazen T, Tocanzos G. Tropical sources waters. En: Mcfeter GA, eds. *Drinking Water Microbiol. Progress and Recent Developments.* New York: Springer-Verlag. 1990; 33-53
11. Montoya T, Villanueva I, Aguilar C, Benavente M. Biodiversidad algal de lagunas costeras en la Región Central del Perú (Departamento de Lima); 1995. <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/12145/n/pdf>
12. Garbagnati M, González P, Antón R, Mallea M. (2005). Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina *Ecología Austral.* 2005; 15:59-71. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral\\_v015\\_n01\\_p059.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v015_n01_p059.pdf)
13. Murphy S. General information on temperature. USGS Water Quality Monitoring, Boulder, Colorado, EEUU; 2007. <http://bcn.boulder.co.us/basin/data/COBWQ/info/Temp.html>
14. Pulido V. Conservación de humedales y aves acuáticas en la costa peruana. *EXÉGESIS: Revista/Posgrado. Universidad Inca Garcilaso de la Vega - Escuela de Posgrado;* 2010:77-85
15. Ramírez D, Aponte H, Cano A. (2010). Flora Vasculare y Vegetación del Humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). *Revista Peruana de Biología.* 2010; 17(1):105-110. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332010000100012&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332010000100012&script=sci_abstract)
16. Shine C, y Klemm C. *Wetlands, water and the law: using law to advance wetland conservation and wise use.* Gland: UICN; 1999. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/eplp-038.pdf>

- 17.** McKinstry M, Anderson S. Creating wetlands for waterfowl in Wyoming. *Ecol. Eng.* 2002; 18:293–304 [http://www.ornitologia.org/mm/file/queoferim/divulgacio/publicacions/rco/29\\_60\\_69.pdf](http://www.ornitologia.org/mm/file/queoferim/divulgacio/publicacions/rco/29_60_69.pdf)
- 18.** Sánchez-Zapata J, Anadón J, Carrete M, Giménez A, Navarro J, Villacorta C, Botella F. Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodivers. Conserv.* 2005; 14:1627–1639
- 19.** Salameh E, Harahsheh S. Eutrophication Processes in Arid Climates. En *Eutrophication: Causes, Consequences and Control.* (A.A. Ansari, S. Singh Gill, G.R. Lanza y W. Rast, Eds.). Springer, New York. 2011:69-90. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rca/v29n3/v29n3a2.pdf>
- 20.** Espinal T, Sedeño J, López E. Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, Guanajuato, México, mediante técnicas multivariadas: un análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009-2010 *Rev. Int. Contam. Ambie.* 2013; 29(3):147-163. <https://www.redalyc.org/pdf/370/37028276002.pdf>