

# 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*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5803692>

**AUTORES:** Jean Piere Quiliche Duran<sup>1\*</sup>

Thalia Lloclla Tineo<sup>2</sup>

Yulexis Romero Canales<sup>3</sup>

Luis Romero Bozzetta<sup>4</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [9700192640@unjfsc.edu.pe](mailto:9700192640@unjfsc.edu.pe)

**Fecha de recepción:** 26 / 09 / 2021

**Fecha de aceptación:** 25 / 11 / 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

---

<sup>1\*</sup> Magister en Ecología y Gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, [9700192640@unjfsc.edu.pe](mailto:9700192640@unjfsc.edu.pe)

<sup>2</sup> Magister en Ecología y Gestión Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, [taiz9431@gmail.com](mailto:taiz9431@gmail.com)

<sup>3</sup> Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, [yuromero29@gmail.com](mailto:yuromero29@gmail.com)

<sup>4</sup> Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, [jromerob@unjfsc.edu.pe](mailto:jromerob@unjfsc.edu.pe)

Simpson, los valores demográficos de la población Huachana del 2018 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 una menor calidad ambiental y biológica menor que la Z. Norte lo que implica impacto al ecosistema por las actividades humanas.

**Palabras claves:** *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 2018 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.

**Keywords:** *biological diversity; eutrophication; anthropogenic impact; artificial lagoon.*

## **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 (Escalante, 2002). 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 (Gallego, 1998). 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 (Kazi *et al.*, 2009).

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. (Zeng y Rasmussen 2005) 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 (USDA, 1999).

Teniendo en cuenta anteriores parámetros antes descritos en cuenta el presente trabajo busca evaluar las condiciones actuales en la que se encuentra la Laguna de la playa de Chorrillos-Huacho identificando y evaluando componentes geográficos, demográficos, biológicos, físicos, químicos y microbiológicos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este proyecto de investigación se desarrolló el método prospectivo y descriptivo. Para realizar una línea base de la Laguna de Chorrillos, Huacho-2018.

### **Ubicación geográfica**

Se realizó la lectura de las coordenadas utilizando GPS Garmin ETREX 10, luego de ello se ubicaron puntos georreferenciales para determinar el área y perímetro por 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 realizan ex-situ, mientras que el análisis microbiológico se realizó los parámetros de coliformes totales (NPM/ml), *Vibrio cholerae* y *Salmonella spp* (APHA, 2005), los valores obtenidos se compararan con los valores referenciales del MINAM.

## Parámetros de diversidad biológica

### *Diversidad animal y vegetal*

Se llevó cabo mediante observaciones y conteo por transeptos 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:

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

#### 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.

**RESULTADOS**

**Componentes geográficos**

Se muestran las fotos satelitales (Figura 1), coordenadas satelitales, área y perímetro (Tabla 1) de la zona norte y sur de la Laguna de Chorillos-Huacho.

*Figura 1. Se observa la fotografía satelital zona norte y sur de la Laguna de Chorillos-Huacho.*



*Tabla 1. Parámetros georreferenciales de Zona Norte y Sur de la Laguna de Chorillos-Huacho.*

	Norte	Sur
<b>Latitud</b>	11°6'46.51"S	11°6'51.09"S
<b>Longitud</b>	77°36'48.60"O	77°36'47.29"O
<b>Alcance</b>	191m	234m
<b>Perímetro</b>	360 m	316 m
<b>Área</b>	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 zona norte y sur de Laguna de Chorillos-Huacho.

**Tabla 2.** Se muestra los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Laguna de Chorillos-Huacho 2018.

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 (NMP/100ml)	totales 1100	2600	1000
<i>Vibrio cholerae</i>	0	0	0
<i>Salmonella spp</i>	0	0	0

### Componentes biológicos

Se realizó el estudio de caracterización de la fauna y flora.

**Tabla 3.** Diversidad de especies de peces en la Laguna de Chorillos.

Nombre científico	Nº de individuos
<i>Chelon lobrosus</i> (Lisa)	10
<i>Oreochromis niloticus</i> (Tilapia)	18
<i>Poecilia reticulata</i> (Guppy)	96
Total	114

**Tabla 4.** Diversidad de especies de aves en la Laguna de Chorrillos.

<b>Nombre científico</b>	<b>Nº de individuos</b>
<i>Chhroicocephalus 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
Total	46

**Tabla 5.** Diversidad de especies de plantas en la Laguna de Chorrillos.

<b>Nombre científico</b>	<b>Nº de individuos</b>
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> (Sombrecillo 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
Total	601

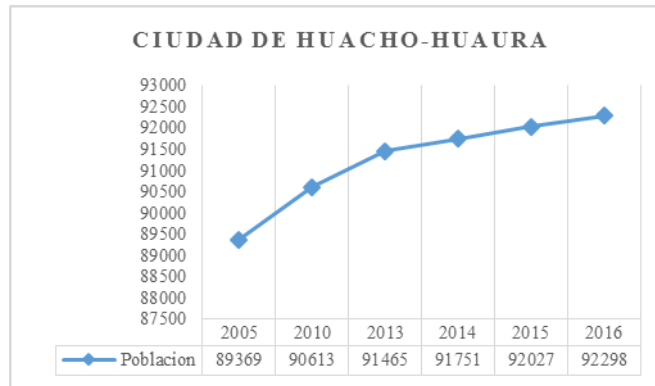
**Tabla 6.** Índices de diversidad en peces, aves y plantas evaluados de la Laguna de Chorrillos.

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



**Componente demográfico**

*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 elaborados por el MINAM, 2017, 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 de Schippmann et al., 2013, 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 (Gómez, 2005). 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* (Hazen et al., 1990).

La fluctuación del pH fue de Norte 7,25 y Sur 7,37 en la laguna y la que encontraron Montoya et al 1995, 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 (Garbagnati et al. 2005) 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 (Murphy 2002).

Se puede 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 (Pulido, 2010).

Debido a que la laguna cuenta 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 (Ramírez *et al.*, 2010).

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 (Shine & Klemm 1999). 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 (McKinstry & Anderson 2002, Santoul et al. 2004, Sánchez-Zapata et al. 2005).

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 (Salameh y Harahsheh 2011). 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. (Espinal et al., 2012)

### **CONCLUSIONES**

Los valores de algunos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos sobrepasan los límites permisibles por los Ecas de agua para recreación primaria, los parámetros biológicos los índices muestran que la biodiversidad es baja (excepto en aves) en la laguna presentándose rasgos de eutrofización y los valores demográficos de Huacho muestran un aumento en los últimos años.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- APHA, AWWA, WPCF. (2005). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz Santos. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=307542>
- Chapman, H. (1961). Methods of analysis for soils, plants and Waters. Univ. the California.
- Escalante, Tania. y Morrone, Juan J. (2002). Métodos para medir la biodiversidad. Museo de Zoología. Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNAM. México. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S006517372002000100016](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372002000100016)
- Espinal, T., Sedeño, J., López E (2012) 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. 29 (3) 147-163, 2013 Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/370/37028276002.pdf>

Gallego A., José Humberto y Chavarriaga M., William. (1998). Biodiversidad el mundo de lo vivo. Universidad de Caldas, Centro de educación abierta y a distancia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/370/37028276002.pdf>

Garbagnati, M.A.; González, P.S.; Antón, R.I. y Mallea, M.A. (2005). Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande, San Luis, Argentina *Ecología Austral* 15:59-71. Recuperado de [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral\\_v015\\_n01\\_p059.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaaustral/ecologiaaustral_v015_n01_p059.pdf)

García, F. Y Gonzalez, F. (1961). Métodos para análisis de las propiedades físicas del suelo. Edic. Min. Ob!". Pub. Madrid.

Gómez, A.S. (2005). Reconocimientos estacionales de hidrológica y plancton en la laguna de Términos, Campeche. Méjico (1964/1965) Disponible en: <http://puma.sskii.gu.se/cubataller>

Hazen, T.C. & Tocanzos, G.A. (1990). Tropical sources waters. En: Mcfeter GA, eds. Drinking Water Microbioly. Progress and Recent Developments. New York: Springer-Verlag; 33-53

Jackson. M. 19~8. Soil chemical analysis. Prent. Hall Inc., New York.

Kazi T. G., Arain M. B., Jamali M. K., Jalbani N., Afridi H. I., Sarfraz R. A., Baig J. A. y Shah A. Q. (2009). Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: a case study. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 72, 301-309.

Martella Mónica B., Trumper Eduardo V., Bellis Laura M., Renison Daniel, Giordano Paola F., Bazzano Gisela. Gleiser Raquel M. (2012). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad. Reduca (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 71-115. Córdoba. Argentina.

Ministerio del ambiente. (2017), Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.

Montoya T., Villanueva I., Aguilar C. Benavente M., (1995) Biodiversidad algal de lagunas costeras en la Region Central del Peru (Departamento de Lima). Recuperado de <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/12145/n/pdf>

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

McKinstry & Anderson 2002, Santoul et al. 2004, Sánchez-Zapata et al. 2005) McKinstry, M.C. & Anderson, S.H. 2002. Creating wetlands for waterfowl in Wyoming. *Ecol. Eng.* 18: 293–304. Recuperado de

[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)

Murphy, S. (2007). General information on temperature. USGS Water Quality Monitoring, Boulder, Colorado, EEUU. <http://bcn.boulder.co.us/basin/data/COBWQ/info/Temp.html>.

Pulido, V. (2010). Conservación de humedales y aves acuáticas en la costa peruana. *EXÉGESIS: Revista/Posgrado. Universidad Inca Garcilaso de la Vega - Escuela de Posgrado-* p.77-85

Ramírez, D., Aponte, H. & Cano, A. (2010). Flora Vasculare y Vegetación del Humedal De Santa Rosa (Chancay, Lima). *Revista Peruana de Biología*, 17(1): 105- 110 Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332010000100012&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332010000100012&script=sci_abstract)

Sánchez-Zapata, J.A., Anadón, J.D., Carrete, M., Giménez, A., Navarro, J., Villacorta, C. & Botella, F. 2005. Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodivers. Conserv.* 14: 1627–1639.

Salameh E. y Harahsheh S. (2011). 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, 69-90. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rca/v29n3/v29n3a2.pdf>

Schippmann, B., G. Schernewski & U. Gräwe. 2013. *Escherichia coli* pollution in a Baltic Sea lagoon: A model–based source and spatial risk assessment. *Int. J. Hyg. Envir. Heal.* 216 (4): 408–420.

Shine, C. & Klemm, C. 1999. Wetlands, water and the law: using law to advance wetland conservation and wise use. Gland: UICN. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/eplp-038.pdf>

Zeng X. y Rasmussen T.C. (2005). Multivariate statistical characterization of water quality in Lake Lanier, Georgia, USA. *J. Environ. Quality* 34, 1980-1991.