



VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LAS SALINAS DE CHILCA, LIMA, PERÚ

Variability of the community structure of aquatic macroinvertebrates in the Salinas de Chilca, Lima, Peru

Rodolfo M Castillo-Velásquez^{1,2}*, Ana A Huamantincó-Araujo¹

1. Laboratorio de Invertebrados Acuáticos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

2. Museu de Entomologia, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

* For correspondence: rodolfomauroicio.castillo@unmsm.edu.pe

Received: 3rd September 2020. Returned for revision: 15th July 2021. Accepted: 24th September 2021.

Associate Editor: Sergi Sabater

Citation/ citar este artículo como: Castillo-Velásquez, R. M., y Huamantincó-Araujo, A. A. (2022). Variabilidad de la estructura comunitaria de macroinvertebrados acuáticos en las Salinas de Chilca, Lima, Perú. *Acta Biológica Colombiana*, 27(3), 355-365. <https://doi.org/10.15446/abc.v27n3.90324>

RESUMEN

Las Salinas de Chilca están localizadas en el km 65 de la carretera Panamericana Sur, representadas por tres lagunas: La Milagrosa (laguna principal y pozas salinas), La Mellicera y La Encantada. El entorno de estas lagunas pertenece a la zona de vida Desierto Subtropical (d-ST). El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de las variables ambientales en los cambios de la estructura comunitaria de macroinvertebrados en las Salinas de Chilca, Lima, Perú. Se realizaron cuatro campañas de colecta desde enero hasta septiembre del 2018, estableciéndose doce estaciones de muestreo, tres estaciones por cada ambiente léntico. La muestra fue colectada a través de barridos con una red tipo D de 500 µm de apertura de malla en la orilla de cada laguna. Los parámetros fisicoquímicos del agua presentaron valores diferenciados en cada laguna y formaron una gradiente de salinidad descendente desde las pozas salinas (de valores hipersalinos) hacia la laguna La Encantada (de valores mesosalinos). Se recolectaron 42 géneros de macroinvertebrados, siendo los géneros más influyentes en los patrones comunitarios: *Heleobia*, *Larsia*, *Trichocorixa*, *Ephydra* y *Artemia*, estos organismos representaron el 83,85 % de la abundancia total. El gradiente ambiental generado por la salinidad determinó dos grupos muy diferenciados, un grupo de especies que no toleran valores elevados de salinidad (lagunas mesosalinas) de otro grupo de especies que soportan valores extremos de salinidad (lagunas hipersalinas); sin embargo, la depredación, alteraciones antrópicas, estructura del hábitat, entre otros factores, también estarían influyendo en los cambios de la estructura comunitaria.

Palabras clave: desierto subtropical, diversidad, humedales costeros, insectos acuáticos, salinidad.

ABSTRACT

The Salinas de Chilca are located at km 65 of the Panamericana Sur highway, represented by three lagoons: La Milagrosa (main lagoon and salt ponds), La Mellicera and La Encantada. The environment of these lagoons belongs to the Subtropical Desert (d-ST) life zone. The objective of the present study was to determine the influence of environmental variables on changes in the macroinvertebrate community structure in the Salinas de Chilca, Lima, Peru. Four collection campaigns were carried out from January to September 2018, establishing twelve sampling stations, three stations for each lentic environment. The sample was collected through sweeps with a 500 µm mesh opening type D network on the shore of each lagoon. The physicochemical parameters of the water presented different values in each lagoon and formed a descending salinity gradient from the saline pools (with hypersaline values) towards the La Encantada lagoon (with mesosaline values). 42 genera of macroinvertebrates were collected, with the most influential genera in community patterns: *Heleobia*, *Larsia*, *Trichocorixa*, *Ephydra* and *Artemia*, these organisms represented 83.85 % of the total abundance. The environmental gradient generated by salinity determined two very different groups, a group of species that do not tolerate high salinity values (mesosaline lagoons) from another group of species that support extreme salinity values (hypersaline lagoons); however, predation, anthropic alterations, habitat structure, among other factors, would also be influencing changes in the community structure.

Keywords: aquatic insects, coastal wetlands, diversity, salinity, subtropical desert.

INTRODUCCIÓN

Las salinas son ecosistemas con alta importancia en conservación ya que, además de proveer muchos de los principales servicios ecosistémicos asociados a los humedales, suelen presentar una biodiversidad única y diferenciada de otros ambientes acuáticos (Sánchez-Fernández et al., 2007). Estas salinas suelen presentar valores de conductividad y salinidad elevados debido a la presencia de iones de Na⁺, K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ en el agua y en el suelo, los cuales se combinan constituyendo compuestos como sulfatos, carbonatos y cloruros que suelen concentrarse producto de la evaporación, infiltración de aguas subterráneas salobres o marinas, y procesos antrópicos como la salinización (Federal Geographic Data Committee [FGDC], 2013; Herbert et al., 2015).

Las aguas superficiales de los ríos alimentan de manera indirecta a los humedales costeros y salinas a través del flujo subterráneo producido mayormente en épocas de verano, aunque también hay un pequeño aporte de las precipitaciones atmosféricas, del aerosol marino y en algunos casos de la agricultura extensiva que suele desarrollarse en zonas aledañas a estos ambientes acuáticos (Maldonado et al., 1943; Young, 1998; Verones et al., 2012). Cuando el caudal de los ríos decrece, la infiltración es menor disminuyendo el nivel del agua, aunque también la evaporación condiciona estas pérdidas (Chacón, 1980a). Estas distintas fuentes aluviales, eólicas, marinas y antrópicas recargan los humedales y salinas costeras de manera diferente, presentándose como resultado cuerpos de agua con parámetros fisicoquímicos y nivel del agua variable; estos sistemas lénticos costeros en el país poseen en promedio entre los 0 - 350 g/L de salinidad y un rango de pH entre 6,0 - 9,5 (Montoya et al., 1995; Aguilar y Montoya, 2001). Para caracterizar las variaciones de la salinidad en sistemas lénticos continentales, Cowardin, Carter, Golet y LaRoe propusieron un sistema de clasificación, dividiéndolas en oligosalinas (0,5 - 5 g/L), mesosalinas (5 - 18 g/L), polisalininas (18 - 30 g/L), eusalinas (30 - 40 g/L) e hipersalininas (> 40 g/L), clasificación que es muy utilizada en la actualidad (FGDC, 2013).

Los humedales, lagos y lagunas suelen presentar un patrón en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, donde la mayoría de los taxones están incluidos dentro de los órdenes Diptera, Hemiptera, Coleoptera y Odonata, estos órdenes suelen dominar en riqueza e inclusive abundancia (Batzer, 2013; Batzer y Ruhí, 2013). En el caso específico de los ambientes lénticos salinos, la comunidad suele ser similar al patrón anterior, pero con dominancia de ciertas familias de crustáceos (Artemiidae), dípteros (principalmente Ephyrididae, Chironomidae, Ceratopogonidae y Syrphidae), odonatos (Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae), hemípteros (Corixidae) y coleópteros (Hydrophilidae y Dytiscidae); las relaciones de dominancia de una familia

sobre otra pueden variar conforme la salinidad aumenta (Hammer, 1986; Herbst, 2001; Golovatyuk y Shitikov, 2016).

En el país existe poca información sobre lagunas y humedales salinos costeros, también falta desarrollar protocolos de monitoreo biológico y estandarización de métodos de muestreo en ambientes lénticos, estas carencias son resaltadas por la Estrategia Nacional de Humedales del Ministerio del Ambiente [MINAM] (2015). En el presente estudio se eligieron las Salinas de Chilca debido a que carecen de estudios respecto a la composición, estructura y variación espacial de macroinvertebrados acuáticos, por lo que se desea aportar información ecológica importante que sería utilizada para planes de gestión, conservación y evaluación de impacto ambiental de lagunas costeras salinas. En los últimos años se observa una preocupación por conservar y evitar la reducción de los humedales costeros a través de la creación de áreas de conservación, como el ACR Humedales de Ventanilla y el ACR Albuferas de Medio Mundo, dejando de lado lagunas salinas y humedales de tamaño pequeño como los evaluados en el presente estudio, de los cuales se desconoce su diversidad biológica y su potencial importancia como puntos de conectividad del gran corredor costero peruano. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue realizar un inventario de los macroinvertebrados acuáticos en las lagunas de las Salinas de Chilca y determinar la influencia de las variables ambientales en los cambios de su estructura comunitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las lagunas que comprenden las Salinas de Chilca se encuentran dentro de la Zona de Vida Desierto Subtropical (d-ST) (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales [ONERN], 1976; Tarazona et al., 2017), localizadas al sur de la ciudad de Lima, en el distrito de Chilca (11° 35' 27" - 11° 35' 46" S y 77° 15' 59" - 77° 16' 17" W). Estas lagunas han sido catalogadas como medicinales por algunos autores (Pronaturaleza, 2010; Chacón, 1980a), y sus aguas sódico-cloruradas fuertes han demostrado una acción bactericida sobre ciertos patógenos, ejerciendo una acción estimulante en el organismo y activando las defensas en la lucha contra enfermedades infecciosas en las personas que se bañan en este tipo de aguas (Chacón, 1980b; Zapata, 1971). Debido a lo anterior, en los últimos años existe un interés creciente de la población y autoridades para valorizar estas lagunas como un eje turístico, ya que los lugareños y sus visitantes, que suelen llegar cada año y principalmente en los meses de verano, aseguran que tomar baños en sus lodos es un buen tratamiento para males óseos y dermatológicos; esta terapia natural es conocida como fangoterapia (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2021).

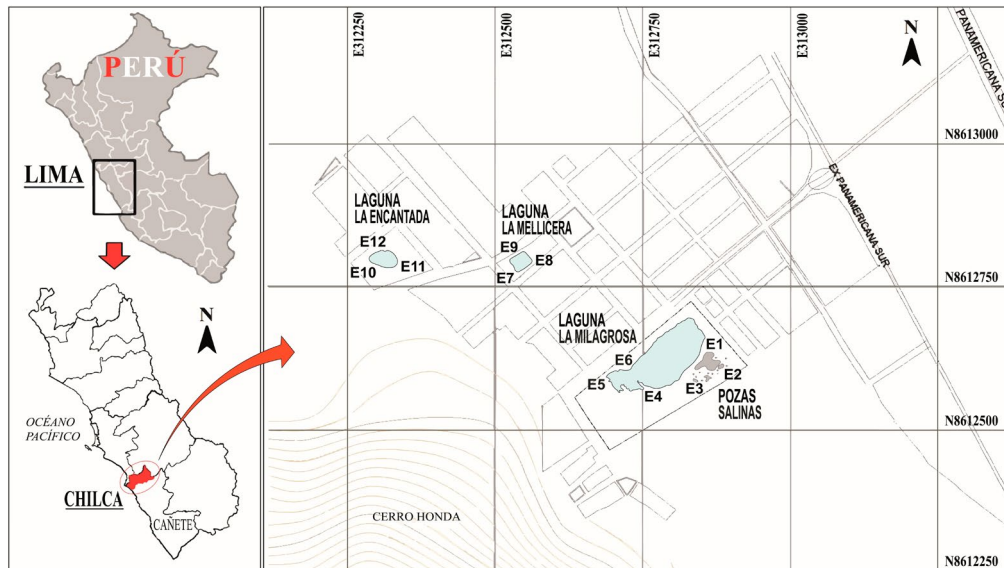


Figura 1. Mapa de ubicación mostrando las doce estaciones de muestreo en las Salinas de Chilca (Lima, Perú).

En el presente trabajo se estudiaron cuatro ambientes acuáticos: La Milagrosa (sus pozas salinas y el cuerpo principal de la laguna), La Mellicera y La Encantada. Las pozas salinas se encuentran en el sector sur de la Laguna La Milagrosa y constan de charcos poco profundos con depósitos de sal en casi toda su extensión debido probablemente a la infiltración y posterior evaporación de agua salobre, sus aguas presentan una tonalidad rosácea por la presencia dominante de *Dunaliella salina* y *Dunaliella viridis* (Montoya y Olivera, 1993; Montoya, 2009). La laguna “La Milagrosa” o también llamada Santa Cruz de las Salinas, es el ambiente más extenso, se compone de un cuerpo de agua principal de aproximadamente 200 m de largo por 50 m de ancho, con una profundidad máxima de 0,90 m (Chacón, 1980a), presenta un color verdoso muy característico debido a la presencia dominante de *Picocystis salinarum* y de *Chlorella peruviana* (Tarazona et al., 2017). La laguna Mellicera tiene una forma subcuadrangular, producto de modificaciones antrópicas, ocupa un área aproximada de 784 m² y una profundidad máxima de un metro (Maldonado, 1943, Tarazona et al., 2017), su coloración también es similar al de la laguna Milagrosa debido a la presencia dominante de las algas antes mencionadas. La laguna Encantada presenta una forma irregular, y al igual que en las demás lagunas presenta escalinatas para el ingreso de los bañistas, tiene una profundidad máxima de 0,50 metros (Chacón, 1980a); también se ha reportado, para las lagunas mencionadas, la presencia de cianobacterias del género *Oscillatoria*, *Aphanocapsa*, *Phormidium*, entre otros (Maldonado, 1943). Según la clasificación de humedales propuesta por la convención RAMSAR, las Salinas de Chilca pertenecen al tipo Humedal Marino/Costero, código J que corresponde a lagunas costeras salobres/salinas (Grobicki et al., 2016).

Respecto a la flora de las Salinas de Chilca, se observó en el sitio de estudio a *Distichlis spicata*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sarcocornia neii*, *Paspalidium geminatum*, *Schoenoplectus americanus*, *Typha* sp. entre otras. Muchas especies de la vegetación característica de las Salinas de Chilca también se pueden encontrar en el humedal vecino de Puerto Viejo y en otros humedales costeros de Perú (La Torre y Aponte, 2009; Pronaturaleza, 2010). En la ciudad de Chilca, se pueden encontrar zonas con cultivos de camote, tomate, higo, granada, eucalipto y gramíneas (Pronaturaleza, 2010).

Se realizaron cuatro campañas de colecta en las Salinas de Chilca que incluyeron los meses de mayor y menor caudal de los ríos costeros: enero, abril, julio y setiembre de 2018. Se establecieron 12 estaciones de muestreo, tres estaciones por cada ambiente léntico: pozas salinas (E1, E2 y E3) y lagunas La Milagrosa (E4, E5 y E6), La Mellicera (E7, E8 y E9) y La Encantada (E10, E11 y E12) (Fig. 1).

Colecta, procesamiento e identificación de macroinvertebrados

Para la colecta de los organismos se utilizó una red tipo D con abertura de malla de 500 μ m. Se sumergió la red en la orilla y se realizaron diez desplazamientos rápidos a manera de barridos en dos secciones de un metro, en un área de 0,3 m² cada una (Domínguez y Fernández, 2009), obteniéndose una muestra compuesta en cada una de las estaciones de colecta. La intención de los desplazamientos rápidos fue crear una corriente circular en la cual los organismos queden atrapados; luego se levantó rápidamente la red para evitar su huida. Se colectaron 12 muestras compuestas por cada campaña de muestreo, totalizando 48

muestras, las cuales fueron depositadas en frascos plásticos y fijadas con alcohol al 96 %. En cada estación se registró los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua: pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y salinidad; además, con la ayuda de una varilla marcada en centímetros se evaluó la profundidad del punto de muestreo a un metro de la orilla.

En el laboratorio, las muestras de macroinvertebrados fueron lavadas en un tamiz de 500 μm para eliminar detrito, sedimento fino y restos vegetales. Luego los organismos fueron separados por categorías taxonómicas y conservados en alcohol al 96 % en viales y frascos de plástico. La identificación taxonómica se realizó hasta el nivel taxonómico de género en lo posible. Para la identificación se usaron las claves de Hamada et al. (2018); Domínguez y Fernández (2009), Merritt et al. (2008), Prat et al. (2011), entre otras. Para identificar algunas larvas de Diptera se optó por criarlas en el laboratorio hasta que emerja el adulto y así obtener una identificación más precisa a partir de éste. El material identificado fue depositado en la colección de macroinvertebrados del Laboratorio de Invertebrados Acuáticos de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Análisis de los datos

Para calcular la riqueza se contabilizó el número total de taxones identificados y para la abundancia se consideró el número de organismos por cada taxón identificado (Moreno, 2001). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) que relacionó a las estaciones de las lagunas estudiadas con los parámetros abióticos evaluados. Luego, para los siguientes análisis estadísticos se consideraron las abundancias por cada estación y para cada campaña de colecta. Como los datos no se ajustaron a los supuestos de normalidad se aplicaron pruebas no paramétricas (Wantzen

y Rueda, 2009). Para la determinación de diferencias significativas ($p < 0,05$) a nivel espacial (estaciones de muestreo) se realizó el Análisis de Similitud (ANOSIM), se creó una matriz de similitud que consideró las abundancias por estación de muestreo, luego se aplicó el índice de Bray-Curtis (Herrera, 2000). Se realizó un Análisis de Porcentajes de Similitud (SIMPER) para conocer el grado de disimilitud entre estaciones de muestreo y los géneros más influyentes en los patrones comunitarios (Clarke, 1993). Para graficar los patrones espaciales de las estaciones de muestreo se utilizó la rutina de Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) del software Primer 6 (Clarke y Gorley, 2006). La asociación de los macroinvertebrados acuáticos con las variables ambientales se realizó a través de un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC); se utilizó el software PAST 3.26 para estos análisis (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

Parámetros ambientales

Se observaron diferencias notorias entre las lagunas de las Salinas de Chilca, en especial en la salinidad, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos donde se apreciaron valores escalonados descendentes entre las lagunas, formando una gradiente de salinidad, desde los más salinos hacia los menos salinos. Los valores de pH y profundidad se diferenciaron de modo ascendente, con un pH dentro del rango alcalino y la profundidad promedio menor a un metro en todas las estaciones (Tabla 1). En el caso del oxígeno disuelto, La Milagrosa y La Mellicera destacaron por sus valores elevados en comparación con las demás lagunas. De acuerdo con la clasificación propuesta por la FGDC (2013), La Encantada se clasificaría como mesosalina, mientras que las lagunas La Mellicera, La Milagrosa y las pozas salinas serían del tipo hipersalina (Tabla 1).

Tabla 1. Características fisicoquímicas y profundidad por ambiente léntico en las Salinas de Chilca (Lima, Perú).

Parámetros ambientales	Unidad	Pozas salinas	Milagrosa	Mellicera	Encantada
		($\mu \pm \sigma$)	($\mu \pm \sigma$)	($\mu \pm \sigma$)	($\mu \pm \sigma$)
pH		7.76 \pm 0.44	8.53 \pm 0.79	8.84 \pm 0.65	9.27 \pm 0.28
Temp	°C	20.93 \pm 1.07	22.07 \pm 1.03	21.23 \pm 0.83	21.03 \pm 1.60
Salt	g/L	158.10 \pm 21.80	100.02 \pm 15.31	85.70 \pm 20.71	8.75 \pm 2.36
TDS	ppt	230.28 \pm 26.80	134.15 \pm 17.22	114.22 \pm 27.38	11.94 \pm 3.50
Cond	mS/cm	336.35 \pm 31.37	201.80 \pm 29.23	172.28 \pm 42.40	17.07 \pm 3.58
DO	ppm	4.28 \pm 0.29	9.14 \pm 0.12	10.12 \pm 1.13	3.99 \pm 0.33
Depth	cm	8,35 \pm 3.67	14,35 \pm 8,29	34,72 \pm 13,24	56,73 \pm 16.73
Clasificación (FGDC, 2013)		hipersalina	hipersalina	hipersalina	mesosalina

pH: Potencial de hidrógeno, Temp: Temperatura del agua, Salt: Salinidad, TDS: Sólidos totales disueltos, Cond: Conductividad eléctrica y DO: Oxígeno disuelto.

Composición y riqueza

Se identificaron 42 géneros y 31 familias de macroinvertebrados, clasificados en los grupos: Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Diptera, Coleoptera; Lepidoptera, ácaros, moluscos, anélidos y crustáceos (Anexo 1). El orden Diptera fue el de mayor riqueza con 20 géneros y 11 familias, siendo Chironomidae y Ephydriidae las familias con mayor riqueza con cinco y cuatro géneros cada una. El orden Hemiptera presentó siete géneros en siete familias, mientras que en tercer lugar el orden Coleoptera presentó cinco géneros en tres familias, donde Hydrophilidae presentó la mayor riqueza con tres especies. Entre los macroinvertebrados no insectos, destacaron los moluscos con dos géneros, seguido de los anélidos, crustáceos e hidracáridos, todos con un solo género. De la tabla de composición y riqueza obtenida se observó que muchos géneros de macroinvertebrados presentaron mayor abundancia en zonas donde la conductividad y salinidad eran bastante elevadas (p.e. *Trichocorixa*, *Ephydra*, *Neoephydra*, *Artemia*) mientras que géneros como *Heleobia*, *Larsia*, *Goeldichironomus* y *Buenoa* se encontraron en zonas con conductividad y salinidad baja y su presencia en ambientes hipersalinos era inclusive nula (Anexo 1).

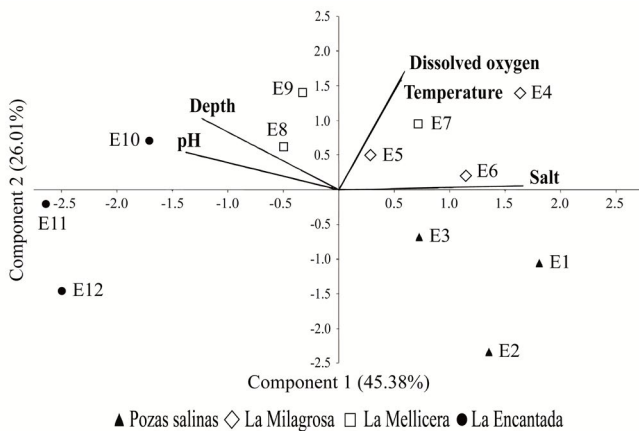


Figura 2. Análisis de componentes principales (ACP) para las variables ambientales en doce estaciones de muestreo de las Salinas de Chilca (Lima, Perú).

Análisis multivariado

El análisis de componentes principales (ACP) indicó que la variabilidad entre los parámetros ambientales se explica en sus dos primeros componentes al 71,38 %. El primer eje (45,37 %) relacionó de manera negativa los parámetros de pH y profundidad y de manera positiva con la salinidad, mientras que el segundo eje (26,01 %) asoció a las estaciones de muestreo de manera positiva con el oxígeno disuelto y la temperatura. Las estaciones de las pozas salinas y la

laguna La Encantada se ubicaron en direcciones opuestas al eje X, influenciados por sus valores diferenciados de pH, profundidad y principalmente, de salinidad (Fig. 2).

La prueba estadística ANOSIM señaló diferencias significativas a nivel espacial entre las estaciones de muestreo en las Salinas de Chilca ($R = 0,675, p < 0,05$) evidenciando así heterogeneidad a nivel espacial. Esta rutina fue complementada con el análisis SIMPER, que mostró mayores disimilitudes entre la laguna La Encantada versus los otros ambientes lénticos (Pozas salinas: 98,80 %, La Milagrosa: 92,01 % y La Mellicera: 89,53 %). Los géneros que más contribuyeron a estas diferencias fueron *Heleobia*, *Larsia*, *Trichocorixa*, *Ephydra* y *Artemia*. El Análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS) con un valor de stress aceptable (2D Stress = 0,14) evidenció una gradiente de separación de las estaciones que inició desde el lado izquierdo del gráfico donde se encuentran las pozas salinas, hasta las estaciones de La Encantada al lado derecho, las cuales forman un grupo muy diferenciado de las demás estaciones (Fig. 3).

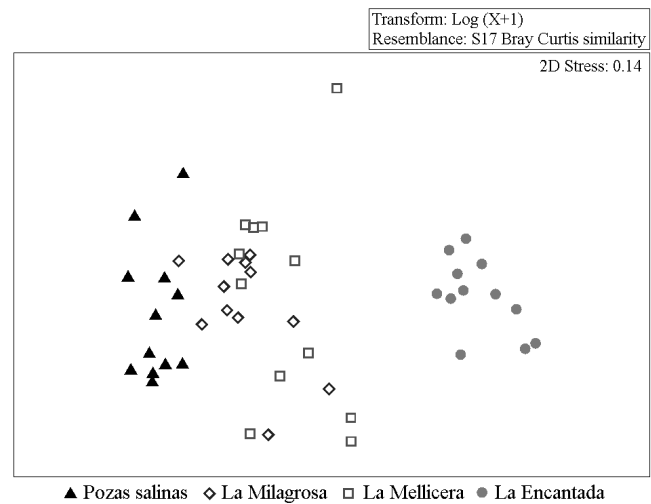


Figura 3. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) en las lagunas de las Salinas de Chilca (Lima, Perú), considerando las tres estaciones por laguna y los cuatro periodos de estudio.

El análisis de correspondencia canónica (ACC) explicó en sus dos primeros componentes el 88,09 % de la variabilidad en las relaciones entre variables ambientales y macroinvertebrados, de los cuales fue el primer eje el que obtuvo un porcentaje muy elevado (74,43 %), y asoció a macroinvertebrados como *Goeldichironomus*, *Buenoa*, *Heleobia* y *Dasyhelea* con valores bajos de salinidad y oxígeno disuelto, mientras que macroinvertebrados como *Trichocorixa*, *Neoephydra*, *Ephydra* y *Artemia* se relacionaron con ambientes rasos y valores elevados de salinidad y oxígeno disuelto (Fig. 4).

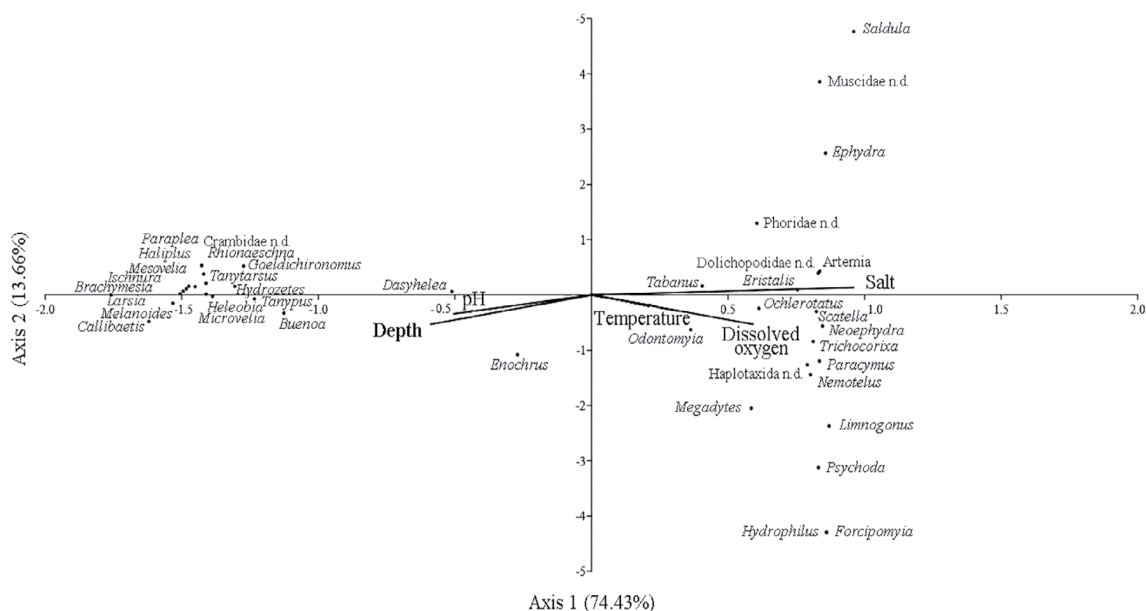


Figura 4. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) en las doce estaciones de muestreo de las Salinas de Chilca (Lima, Perú).

DISCUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos se caracterizaron por sus valores elevados y escalonados de conductividad, sólidos totales disueltos y salinidad, estas aguas presentan una influencia marcada de sales de origen marino (INGEMMET, 2021), sin embargo estos valores podrían ser consecuencia de la salinización en los humedales, la cual se produce entre otras causas, por el aumento del nivel del mar, extracción del agua no controlada, modificación y retiro de plantas del terreno, actividades agrícolas y otras alteraciones de índole antropogénica (Waterkeyn et al., 2008; Herbert, 2015). Respecto a la extracción de agua subterránea en Chilca, Herrera (2003) mencionó que las aguas provenientes de la cuenca del Río Chilca en épocas de avenida son casi ausentes, por lo que la napa freática no se recargaría en su totalidad y estaría perdiendo volumen por la extracción no controlada, produciéndose una infiltración marina cada vez mayor; de hecho, muchos de los pozos explotados para uso de la población y de la agricultura en el valle de Chilca están abandonados debido al aumento de salinidad en sus aguas (INGEMMET, 2021). Gracias a la iniciativa de empresas privadas como Fenix Power, y a través de su planta desalinizadora, se abastece de agua potable a la población de Chilca (INGEMMET, 2021).

En el caso particular de las pozas salinas, las costras gruesas de sal de hasta 15 cm de grosor generadas por diagénesis y la evaporación parcial de sus aguas debido a la baja profundidad y pequeño tamaño también aportaría en el aumento de los valores antes mencionados (INGEMMET, 2021; Maldonado, 1943; Chacón, 1980a). En las lagunas hipersalinas La Milagrosa y La Mellicera, el terreno calcáreo

arenoso (Aguilar y Montoya, 2001), el flujo freático mínimo producto de las aguas de la cuenca hidrológica de Chilca (Aguilar y Montoya, 2001; Chacón, 1980a), la evaporación parcial de sus aguas debido a su baja profundidad y el aerosol marino (INGEMMET, 2021) contribuirían al aumento de los niveles de conductividad, salinidad y sólidos disueltos observados; cabe mencionar que la última característica también la compartiría con las pozas salinas.

En la laguna mesosalina La Encantada, los niveles de salinidad menores, podrían deberse a una mayor influencia de las aguas freáticas del valle de Chilca y las garúas de la costa, beneficiándose con un flujo de recarga mayor (Maldonado, 1943); además, en esta laguna no se observaron costras salinas en la superficie de su perímetro, como en el caso de la laguna La Milagrosa y sus pozas salinas. En el caso del oxígeno disuelto, los valores en las pozas salinas y la laguna La Encantada fueron claramente bajos. Al respecto de las pozas salinas, los valores extremos de salinidad del agua obtenidos disminuirían el nivel de saturación de oxígeno en sus aguas, y si consideramos las tres primeras lagunas estudiadas, el oxígeno disuelto tiende a disminuir a medida que la salinidad aumenta, lo cual es una relación frecuente en aguas hipersalinas (Sherwood et al., 1991). Con respecto a La Encantada y sus valores de oxígeno disuelto, en el estudio se observó una gran cantidad de algas y en especial una gran cantidad de plantas sumergidas como *Chara* sp., las cuales al descomponerse podrían afectar a esta laguna, reduciendo los valores de oxígeno disuelto. La medición de valores como la cobertura de la flora acuática, la cantidad de fósforo y nitrógeno en el agua, entre otros valores, serían necesarios para esclarecer si existe eutrofización o no en las lagunas de Chilca (McCormick and Laing, 2003).

En cuanto a la composición y riqueza de macroinvertebrados acuáticos, el presente trabajo es el primer inventario de macroinvertebrados acuáticos en las Salinas de Chilca, ya que hasta el momento solo presenta un pequeño listado de dípteros acuáticos de la laguna La Milagrosa y sus pozas salinas (Castillo et al., 2021). En la diversidad de la comunidad de macroinvertebrados se observa un aumento de la riqueza y la abundancia conforme la conductividad y salinidad disminuyen (Tabla 1); previos estudios de macroinvertebrados en lagunas salinas coinciden con esta relación (Hammer, 1990; Pérez et al., 2015). La salinidad se ha manifestado como un factor limitante de la riqueza de macroinvertebrados acuáticos en numerosos estudios (Williams et al., 1990; Hart y Loworn, 2005; Golovatyuk y Shitikov, 2016). Al comparar la riqueza de macroinvertebrados acuáticos del presente estudio con otros trabajos realizados con una metodología similar en lagunas costeras oligo a mesosalinas del Perú, encontramos que la riqueza en estos últimos ambientes es mayor, aunque también el esfuerzo de muestreo y la presencia de una mayor cobertura vegetal acuática influiría en esta relación (Peralta y Huamantínco, 2014; Castillo y Huamantínco, 2020;).

Los órdenes Diptera, Hemiptera y Coleoptera obtuvieron los valores más altos de riqueza en el presente estudio, los cuales presentaron a las familias Chironomidae, Ephydriidae, Corixidae e Hydrophilidae como dominantes en términos de riqueza y abundancia, esto coincide con previos reportes en estudios de ambientes lénticos salinos a nivel mundial, estos órdenes presentan adaptaciones a la vida acuática (respiración cutánea, sifones, branquias, entre otros), tolerancia al stress hídrico producido por las variaciones del nivel del agua (Scheibler y Ciocco, 2011; Batzer, 2013; Peralta y Huamantínco, 2014) y capacidad osmorreguladora eficiente, lo que les permite colonizar ambientes lénticos con gradientes de conductividad y salinidad amplios (Por, 1980).

La familia Ephydriidae tiene una marcada ocurrencia en ambientes hipersalinos, muchos estudios reafirman esta condición (Por, 1980; Herbst, 2001, 2006; Castillo et al., 2021) e inclusive mencionan al género *Ephydra*, junto con *Artemia* y *Eristalis* como los que suelen presentarse a salinidades iguales o superiores a los 140 g/L, lo que se comprobó en el presente estudio; además, el género *Neoephydra* también estuvo presente, en especial en las pozas salinas poco profundas donde la evaporación aumenta los valores de salinidad, en otros estudios se ha reportado la presencia de este género en hábitats inhóspitos (Mathis, 2008). Algunos representantes del género *Ephydra*, son capaces de soportar valores de salinidad extremos, debido, entre otros motivos, al nivel alto de osmolalidad que presenta su hemolinfa (Herbst, 1999). La familia Chironomidae tiene una alta ocurrencia y abundancia en muchos ambientes lénticos y lénticos debido a su amplia tolerancia de sus géneros, los cuales pueden presentarse en lagunas dulceacuólicas hasta ambientes hipersalinos (Shadrin et al., 2017). Sin embargo, en el presente estudio fueron la

familia Corixidae (*Trichocorixa* sp.) y Artemiidae (*Artemia* sp.) las que se presentaron con una mayor abundancia en la laguna La Mellicera y La Milagrosa, estos géneros han sido reportados como tolerantes a salinidad elevada, pero su población puede decaer cuando esta se eleva más allá de su rango óptimo (Por, 1980; Tripp y Collazo, 2003); así parece ocurrir con la familia Corixidae que fue menos abundante en las lagunas que presentaron mayor salinidad (pozas salinas), mientras que la familia Artemiidae no presentó ningún individuo en la laguna menos salina (La Encantada).

En el caso de la laguna mesosalina La Encantada, fue el caracol *Heleobia* sp. el más abundante, mientras que en los demás cuerpos de agua por arriba de los 65 g/L disminuye drásticamente su población, muchas de las especies pertenecientes a este género no toleran las aguas hipersalinas (Ciocco, 2011); adicionalmente esta laguna presentó una cantidad de algas y plantas sumergidas, lo cual junto con el exceso de materia orgánica favorecería una mayor dominancia de organismos raspadores de perifiton como este caracol (Albertoni et al., 2001).

El ACP confirma el gradiente que relacionó a las estaciones de muestreo de manera inversa con la salinidad y de manera directa con el pH, lo cual ha sido reportado en estudios con rangos de salinidad amplios (Por, 1980; Shadrin et al., 2017). Como se mostró en el ANOSIM y el nMDS, las estaciones pertenecientes a la laguna La Encantada se agrupan y diferencian de las demás estaciones de manera marcada, esta laguna mesosalina presentó valores fisicoquímicos muy diferenciados en comparación con las otras lagunas con características hipersalinas. El exceso de salinidad supone una barrera abiótica para los macroinvertebrados. Si bien es cierto que los macroinvertebrados presentan un patrón comunitario persistente en muchas lagunas costeras debido a su tolerancia a las condiciones ambientales adversas, capacidad para colonizar distintos tipos de hábitats y adaptaciones a la vida acuática, esta composición y estructura puede variar cuando se presentan condiciones ambientales extremas (Batzer y Ruhf, 2013). El ACC confirma esta gradiente ambiental en la comunidad que se plasma gráficamente en dos grupos muy separados, principalmente por la influencia de factores abióticos como la profundidad, oxígeno disuelto y en especial por la salinidad del agua, lo que estaría excluyendo a un grupo de especies que no toleran grandes cambios en estos parámetros, los cuales conforman un nicho propio y apartado de las especies que soportan un stress abiótico extremo, estos últimos se agruparían de manera dispersa. A pesar de estas variables abióticas influyentes, no se puede dejar de mencionar que la estructura de la comunidad puede estar siendo modificada por el impacto antrópico, que en el caso de estas salinas puede ser importante ya que son consideradas lagunas medicinales y reciben afluencia de visitantes. Otros factores que pueden estar influyendo son depredación, disponibilidad de alimento, estructura del hábitat, entre otros factores (Vandermeer, 1972; Alberti et al., 2018).

Anexo 1. Composición y abundancia de macroinvertebrados acuáticos de las cuatro lagunas estudiadas en las Salinas de Chilca (Lima, Perú).

Orden	Taxa			Lagunas			Total
	Familia	Género	Pozas salinas	La Milagrosa	La Mellicera	La Encantada	
Ephe	Baetidae	<i>Callibaetis</i>	0	0	0	1	1
Col	Dytiscidae	<i>Megadytes</i>	0	0	0	1	1
Col	Haliplidae	<i>Haliphus</i>	0	0	0	11	11
Col	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i>	0	0	1	1	2
Col	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus</i>	0	0	1	0	1
Col	Hydrophilidae	<i>Paracymus</i>	3	8	28	0	39
Hem	Corixidae	<i>Trichocorixa</i>	119	408	1673	1	2201
Hem	Gerridae	<i>Limnogonus</i>	0	0	1	0	1
Hem	Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i>	0	0	0	66	66
Hem	Notonectidae	<i>Buenoa</i>	0	0	2	22	24
Hem	Pleidae	<i>Paraplea</i>	0	0	0	10	10
Hem	Saldidae	<i>Saldula</i>	7	0	0	0	7
Hem	Veliidae	<i>Microvelia</i>	0	0	1	128	129
Odo	Aeshnidae	<i>Rhionaeschna</i>	0	0	0	16	16
Odo	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i>	0	0	0	53	53
Odo	Libellulidae	<i>Brachymesia</i>	0	0	0	34	34
Dip	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea</i>	5	74	0	193	272
Dip	Ceratopogonidae	<i>Forcipomyia</i>	0	0	1	0	1
Dip	Chironomidae	<i>Goeldichironomus</i>	0	0	0	15	15
Dip	Chironomidae	Chironominae n.d.	1	0	0	1	2
Dip	Chironomidae	<i>Larsia</i>	0	0	0	215	215
Dip	Chironomidae	<i>Tanypus</i>	0	0	1	18	19
Dip	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i>	0	0	0	1	1
Dip	Culicidae	<i>Ochlerotatus</i>	0	28	0	1	29
Dip	Dolichopodidae	Dolichopodidae n.d.	0	7	0	0	7
Dip	Ephydriidae	<i>Ephydra</i>	276	83	0	0	359
Dip	Ephydriidae	<i>Neoephydra</i>	84	97	194	0	375
Dip	Ephydriidae	<i>Scatella</i>	0	56	19	0	75
Dip	Ephydriidae	Ephydriidae n.d.	13	1	0	0	14
Dip	Muscidae	Muscidae n.d.	13	0	0	0	13
Dip	Phoridae	<i>Megaselia</i>	29	2	6	3	40
Dip	Psychodidae	<i>Psychoda</i>	0	0	3	0	3
Dip	Syrphidae	<i>Eristalis</i>	155	42	76	4	277
Dip	Stratiomyidae	<i>Nemotelus</i>	0	6	0	0	6
Dip	Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i>	0	247	180	67	494
Dip	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	0	6	3	2	11
Lepi	Crambidae	Crambinae n.d.	0	0	0	1	1
Caen	Cochliopidae	<i>Heleobia</i>	0	1	27	5794	5822
Sor	Thiaridae	<i>Melanoides</i>	0	0	7	24	31
Hap	n.d.	Haplotaxida n.d.	0	1	0	0	1
Ori	Hydrozetidae	<i>Hydrozetes</i>	0	3	0	288	291
Anos	Artemiidae	<i>Artemia</i>	111	3592	15	0	3718
Abundancia			816	4662	2239	6970	14687
Riqueza			12	18	19	27	42

Eph: Ephemeroptera, Odo: Odonata, Hem: Hemiptera, Dip: Diptera, Col: Coleoptera, Lepi: Lepidoptera, Caen: Caenogastropoda, Sor: Sorbeoconcha, Hap: Haplotaxida, Ori: Oribatida, Anos: Anostraca, N.D.: No determinado.

CONCLUSIONES

El presente trabajo es el primer inventario de macroinvertebrados acuáticos para las Salinas de Chilca, registrándose 42 géneros en estos ambientes acuáticos meso e hipersalinos. A nivel ecológico, se corroboró que la comunidad de macroinvertebrados acuáticos respondió a cambios abióticos extremos, donde el oxígeno disuelto, la profundidad y, en especial, la salinidad, fueron los parámetros más influyentes en la variabilidad de la estructura comunitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge Luis Nessimian (UFRJ) y Niels Valencia Chacón (UNMSM) por sus aportes y sugerencias al manuscrito. A Jimena Huamaní Bullón por el apoyo en la crianza de larvas y pupas acuáticas del orden Diptera. A Smit Cisneros Jurado y Jhoany Mallqui Flores por el apoyo en la toma de datos y colecta de macroinvertebrados. Este estudio fue financiado en parte por la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamiento 001.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses

REFERENCIAS

- Aguilar, C., y Montoya, H. (2001). Distribución geográfica de la microalga *Dunaliella salina* Teodoresco, Chlorophyta en territorio peruano. *Arnaldoa*, 8(1), 7-24.
- Alberti, J., Daleo, P., y Iribarne, O. (2018). ¿Blanco, negro o escala de grises? Determinación de la contribución relativa del nicho ecológico y la teoría neutral en los ensamblajes de especies. *Ecología Austral*, 28(1), 104-112. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.622>
- Albertoni, E. F., Palm-Silva, C., y Esteves, F. (2001). Macroinvertebrates associated with *Chara* in a tropical coastal lagoon (Imboassica Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil). *Hydrobiologia*, 457, 215-224. <https://doi.org/10.1023/A:1012233818709>
- Batzer, D. P. (2013). The Seemingly Intractable Ecological Responses of Invertebrates in North American Wetlands: A Review. *Wetlands*, 33, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13157-012-0360-2>
- Batzer, D. P., y Ruhí, A. (2013). Is there a core set of organisms that structure macroinvertebrate assemblages in freshwater wetlands? *Freshwater Biology*, 58(8), 1647-1659. <https://doi.org/10.1111/fwb.12156>
- Castillo Velásquez, R. M., y Huamantínco Araujo, A. A. (2020). Variación espacial de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la zona litoral del humedal costero Santa Rosa, Lima, Perú. *Revista de Biología Tropical*, 68(1), 50-68. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i1.35233>
- Castillo-Velásquez, R. M., Alvarado-García, E. W., Laurent-Ríos A.R., y Huamantínco-Araujo, A.A. (2021). Dípteros acuáticos de dos humedales de la costa central de Perú y obtención de adultos a partir de pupas en el laboratorio. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), 795-805. <https://doi.org/10.18257/raccefy.1350>
- Ciocco, N. F. (2011). Diversidad, biología y ecología de especies del género *Heleobia* de la Provincia Malacológica de Cuyo, Argentina. En N. J. Cazzaniga, (Ed.). *El género Heleobia (Caenogastropoda: Cochliopidae) en América del Sur* (pp. 20-21). Amici Molluscarum. Número especial.
- Chacón, G. (1980a). *Chlorella peruviana* sp. nov. y su ambiente altamente salino. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 8(1-2), 83-96.
- Chacón, G. (1980b). Acción bactericida de la laguna minero-medicinal “Santa Cruz de las Salinas” Chilca, Lima-Perú. *Revista Peruana de Biología*, 2(1), 8-51. <https://doi.org/10.15381/rpb.v2i1.8358>
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Clarke, K. R., y Gorley, R. N. (2006). *PRIMER version 6: User Manual/Tutorial*. Plymouth UK. <https://www.primer-e.com>
- Domínguez, E., y Fernández, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Federal Geographic Data Committee [FGDC]. (2013). *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. FGDC-STD-004-2013. Wetlands subcommittee, Federal Geographic Data Committee and U.S. Fish and Wildlife Service.
- Golovatyuk, L., y Shitikov, V. (2016). Salinity tolerance of macrozoobenthic taxa in small rivers of the Lake Elton Basin. *Russian Journal of Ecology*, 47(6), 540-545. <https://doi.org/10.1134/S1067413616060059>
- Grobicki, A., Chalmers, C., Jennings, E., Jones, T., y Peck, D. (2016). *An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands (previously The Ramsar Convention Manual)*. Ramsar Convention Secretariat.
- Hamada, N., Thorp, J., y Rogers, D. (2018). *Thorpe and Covich's Freshwater Invertebrates: 4th ed.: Volume 3: Keys to Neotropical Hexapoda*. Academic Press.
- Hammer, U. T., Sheard, J., y Kranabetter, J. (1990). Distribution and abundance of littoral benthic fauna in Canadian prairie saline lakes. *Hydrobiologia*, 197, 173-192. <https://doi.org/10.1007/BF00026949>
- Hammer, U. T. (1986). *Saline Lake Ecosystems of the World*. Junk Publishers.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1-9.
- Hart, E., y Lowvorn, J. (2005). Patterns of macroinvertebrate abundance in inland saline wetlands: a trophic analysis. *Hydrobiologia*, 541, 45-54. <https://doi.org/10.1007/s10750-004-4666-9>
- Herbert, E. R., Boon, P., Burgin, A. J., Neubauer, S. C., Franklin, R. B., Ardon, M., Hopfensperger, K. N., Lamers, L. P., y Gell, P. (2015). A global perspective on wetland salinization: ecological consequences of a growing threat to freshwater wetlands. *Ecosphere*, 6(10), 1-46. <https://doi.org/10.1890/ES14-00534.1>
- Herbst, D. B. (1999). Biogeography and physiological adaptations of the brine fly genus *Ephydra* (Diptera: Ephydriidae) in saline waters of the Great Basin. *Great Basin National*, 59(2), 127-135.
- Herbst, D. B. (2001). Gradients of salinity stress, environmental stability and water chemistry as a template for defining habitat types and physiological strategies in inland salt waters. *Hydrobiologia*, 466, 209-219. <https://doi.org/10.1023/A:1014508026349>
- Herbst, D. B. (2006). Salinity controls on trophic interactions among invertebrates and algae of solar evaporation ponds in the Mojave Desert and relation to shorebird foraging and selenium risk. *Wetlands*, 26(2), 475-485. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2006\)26\[475:SCOTIA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2006)26[475:SCOTIA]2.0.CO;2)
- Herrera, A. (2000). *La clasificación numérica y su aplicación en ecología*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana.
- Herrera, O. (2003). Diagnostico situacional de las chacras hundidas. *Avances en Ciencias Sociales*, 1, 64-70.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. Estudio Hidrogeológico de las lagunas: La Milagrosa, La Mellicera y La Encantada, de las Salinas de Chilca, provincia de Cañete - Chilca. Informe Técnico N°A6867 (pp. 77). Lima, Perú: Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3067>
- La Torre, M. I., y Aponte, H. (2009). Flora vascular y vegetación de los humedales de Puerto Viejo. *Revista Peruana De Biología*, 16(2), 215-17. <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i2.209>
- Maldonado, A. (1943). *Las lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los gramadales de la costa del Perú*. Actas y Trabajos del Segundo Congreso Peruano de Química.
- Mathis, W. (2008). Two new neotropical genera of the shore-fly tribe Ephydrini Zetterstedt (Diptera: Ephydriidae). *Zootaxa*, 1874(1), 1-10. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1874.1.1>
- McCormick, P. V., y Laing, J. A. (2003). Effects of increased phosphorus loading on dissolved oxygen in a subtropical wetland, the Florida Everglades. *Wetlands Ecology and Management*, 11(3), 199-216. <https://doi.org/10.1023/A:1024259912402>
- Merritt, R., Cummings, K., y Berg, M. (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Hunt Publishing Company.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2015). *Estrategia Nacional de Humedales* (pp. 53). Lima, Perú: Ministerio del Ambiente, Dirección General de Diversidad Biológica.
- Montoya, H. T., Villanueva, I. C., Aguilar, C. S., y Benavente, M. P. (1995). Biodiversidad algal de las lagunas costeras en la región central del Perú. *Biotempo*, 2, 5-12. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v2i0.1530>
- Montoya, H. (2009). Algal and cyanobacterial saline biofilms of the Grande Coastal Lagoon, Lima, Peru. *Natural Resources and Environmental Issues*, 15, 127-134.
- Montoya, H., y Olivera, G. (1993). Dunaliella salina from saline environments of the central coast of Peru. *Hydrobiologia*, 267, 155-161.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. MyT - Manuales y Tesis SEA.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales [ONERN]. (1976). *Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa: cuencas de los ríos Chilca, Mala, Asia*. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Pérez, H., García, S., y Rosas-Acevedo, J. L. (2015). Análisis de Componentes Principales, como herramienta para interrelaciones entre variables fisicoquímicas y biológicas en un ecosistema léntico de Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Micología*, 2(3), 43-53.
- Por, F. D. (1980). A classification of hypersaline waters based on trophic criteria. *Marine Ecology*, 1(2), 121- 131. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1980.tb00214.x>
- Peralta, J., y Huamantínco, A. (2014). Diversidad de la Entomofauna Acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 49(2), 109-119.
- Prat, N., Acosta, R., Villamarín, C., y Rieradevall, M. (2011). *Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú*. Grupo de Investigación F.E.M. Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona.
- ProNaturaleza. (2010). *Documento base para la elaboración de una estrategia de conservación de los humedales de la costa peruana*. G y G Impresores.
- Shadrin, N. V., Anufrieva, E. V., Belyakov, V. P., y Bazhora, A. (2017). Chironomidae larvae in hypersaline waters of the Crimea: diversity, distribution, abundance and production. *The European Zoological Journal*, 84(1), 61-72. <https://doi.org/10.1080/11250003.2016.1273974>
- Scheibler, E. E., y Ciocco, N. F. (2011). Macroinvertebrate assemblages distribution along a saline wetland in hard environmental conditions from Central-West of Argentina. *Limnologia*, 41(1), 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2010.03.001>

- Sherwood, J. E., Stagnitti, F., Kokkinn, M. J., y Williams, W. D. (1991). Dissolved oxygen concentrations in hypersaline waters. *Limnology and Oceanography*, 36(2), 235-250. <https://doi.org/10.4319/lo.1991.36.2.0235>
- Tarazona, R., Montoya, H., Mariano, M., y Mayta, E. (2017). *Picocystis salinarum* (Prasinophyceae, Chlorophyta) en las Salinas de Chilca, Lima, primer registro para el Perú. *Arnaldoa*, 24(2), 557-566. <http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24208>
- Tripp, K. J., y Collazo, J. A. (2003). Density and distribution of water boatmen and brine shrimp at a major shorebird wintering area in Puerto Rico. *Wetlands Ecology and Management*, 11, 331-341. <https://doi.org/10.1023/B:WETL.0000005542.46697.1d>
- Vandermeer, J. (1972). Niche Theory. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3, 107-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.03.110172.000543>
- Verones, F., Bartl, K., Pfister, S., Jiménez-Vílchez, R., y Hellweg, S. (2012). Modeling the local biodiversity impacts of agricultural water use: case study of a wetland in the coastal arid area of Peru. *Environmental Science & Technology*, 46(9), 4966-4974. <https://doi.org/10.1021/es204155g>
- Wantzen, K., y Rueda-Delgado, G. (2009). Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. En E. Domínguez, y H. R. Fernández, (Eds.). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Waterkeyn, A., Grillas, P., Vanschoenwinkel, B., y Brendonck, L. (2008). Invertebrate community patterns in Mediterranean temporary wetlands along hydroperiod and salinity gradients. *Freshwater Biology*, 53(9), 1808-1822. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02005.x>
- Williams, W. D., Boulton, A. J., y Taaffe, R. G. (1990). Salinity as a determinant of Salt Lake fauna: a question of scale. *Hydrobiologia*, 197, 257-266. <https://doi.org/10.1007/BF00026955>
- Young, K. R. (1998). El Ecosistema. En A. Cano, y K. R. Young, (Eds.). *Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación* (pp. 3-20.). Lima, Perú. Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Zapata, R. (1971). *Aguas Minerales del Perú. Primera parte*. Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú.