



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología

**INSECTOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES DEL ESTADO ECOLÓGICO
DE LOS HUMEDALES DE VENTANILLA-CALLAO, PERÚ**

AUTOR (A)

Bach. Román Villavicencio, Pamela Julia

ASESOR

Dr. Iannacone Oliver, José Alberto

JURADO

Mg. Robles Román, Margarita

Mg. Scotto Espinoza, Carlos

Mg. Murrugarra Bringas, Victoria

LIMA – PERU

2018

Dedico esta tesis a mis padres Julián y Victoria, quienes me han brindado su amor incondicional y su apoyo en todo este camino. A mí querida hermana Maylen por siempre creer en mí. A toda mi familia en general por el apoyo que siempre tuvieron en mi carrera universitaria.

A todos los biólogos y amantes de la biología para que encuentren en este trabajo las ganas para seguir haciendo ciencia.

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Humedales costeros, importancia y problemática actual de nuestro país	9
2.2. Humedales de Ventanilla.....	11
2.3. Insectos acuáticos como Bioindicadores en Humedales.....	13
3. HIPÓTESIS	14
4. OBJETIVOS	16
4.1. Objetivos General	16
4.2. Objetivos Específicos	16
5. MATERIALES Y METODOS.....	17
5.1. Área de Estudio.....	17
5.2. Diseño de Estudio	20
5.3. Periodo de Estudio.....	21
5.4. Caracterización Ambiental.....	22
5.5. Caracterización físico-química del Agua.....	22
5.6. Método de colecta de insectos acuáticos	22
5.7. Procesamiento del Material biológico en laboratorio.....	23
5.8. Análisis de datos	24
5.8.1. Composición de la entomofauna acuática	24
5.8.2. Riqueza Específica (S) por estaciones de muestreo.....	24
5.8.3. Abundancia y Densidad de individuos por estaciones de muestreo	24
5.8.4. Estructura Comunitaria.....	25
5.8.5. Análisis multivariado.....	26
5.8.6. Métricas de Bioindicación.....	26
6. RESULTADOS.....	35
6.1. Caracterización ambiental.....	35
6.2. Caracterización físico-química del agua	36
6.3. Composición de la entomofauna acuática	39
6.4. Riqueza específica por estaciones de muestreo.....	42
6.5. Abundancia de individuos por estaciones de muestreo	42
6.6. Estructura comunitaria	43

6.6.1.	Índice de diversidad Shanon-Winner (H').....	44
6.6.2.	Índice de equidad de Pielou (J').....	45
6.7.	Análisis multivariado	46
6.8.	Métricas de Bioindicación	48
6.8.1.	Índices Unimétricos	49
6.8.2.	Índices Multimétricos	54
6.8.3.	Métricas de bioindicación por lagunas.....	57
6.9.	Relación entre los factores abióticos y bióticos	60
7.	DISCUSIONES	62
8.	CONCLUSIONES.....	72
9.	RECOMENDACIONES	73
10.	BIBLIOGRAFIA	74
11.	ANEXO.....	82

RESUMEN

Los humedales son ecosistemas de una gran productividad, además cumplen importantes funciones de regulación del agua y reciclamiento de la materia. Los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú) constituyen uno de los 13 humedales que se ubican en el desierto costero peruano. El objetivo principal de la investigación fue evaluar los insectos acuáticos como bioindicadores para calcular el estado ecológico de los Humedales de Ventanilla. Se establecieron nueve estaciones de monitoreo en la zona de área de conservación regional en las lagunas: Mayor, Menor, Pisciplaya y El mirador; evaluando trimestralmente la entomofauna acuática durante los meses de marzo, junio, agosto y octubre. Se registraron 4022 individuos en 25 especies para los humedales de Ventanilla. No se observaron cambios significativos entre las épocas de mayor y menor nivel de agua principalmente a fenómenos meteorológicos ocurridos en el año de evaluación, sin embargo las pruebas estadísticas los análisis de similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no paramétrico de escalamiento multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a nivel temporal y espacial de la comunidad de insectos acuáticos. En adición, el análisis de similitud porcentual (SIMPER) permitió identificar las especies que más influyen en la estructura comunitaria de los insectos acuáticos en Ventanilla. Según el análisis de correlación no paramétrico de Spearman entre la valoración ambiental de Moss y las siete métricas de bioindicación propuestas, los índices H' , BMWP/Col y ASPT serían los más apropiados para determinar la calidad ambiental en los humedales de Ventanilla, para la época de mayor estabilidad ambiental (octubre). En el estudio se comprueba la hipótesis de trabajo, donde los insectos acuáticos pueden ser empleados como bioindicadores para evaluar el estado ecológico de los humedales de Ventanilla así como la abundancia de la familia Chironomidae en todas las estaciones evaluadas.

Palabras clave: Humedales de Ventanilla, insectos acuáticos, diversidad, bioindicadores, Chironomidae.

ABSTRACT

The wetlands are ecosystems of great productivity, in addition they fulfill important functions of regulation of the water and recycling of the matter. The Wetlands of Ventanilla (Lima, Peru) are one of the 13 wetlands located in the Peruvian coastal desert. The main objective of the research was to evaluate aquatic insects as bioindicators to calculate the ecological status of the Ventanilla Wetlands. Nine monitoring stations were established in the area of regional conservation area in the lagoons: Mayor, Menor, Pisciplaya and El Mirador; evaluating the aquatic entomofauna during the months of March, June, August and October. There were 4022 individuals registered in 25 species for the Ventanilla wetlands. No significant changes were observed between the periods of higher and lower water levels, mainly to meteorological phenomena that occurred in the evaluation year, however the statistical tests were similarity analysis (ANOSIM) and grouping using the non-parametric method of multidimensional scaling (nMDS) determined significant differences ($p < 0.05$) at the temporal and spatial level of the aquatic insect community. In addition, the percentage similarity analysis (SIMPER) allowed identifying the species that most influence the community structure of aquatic insects in Ventanilla. According to Spearman's nonparametric correlation analysis between the Moss environmental assessment and the seven proposed bioindication metrics, the H', BMWP/Col and ASPT indices would be the most appropriate to determine environmental quality in the Ventanilla wetlands, for the period of greater environmental stability (October). In the study the working hypothesis is verified, since aquatic insects can be used as bioindicators to evaluate the ecological status of the Ventanilla wetlands as well as the abundance of the Chironomidae family in all the evaluated stations.

Key words: Ventanilla wetlands, aquatic insects, diversity, bioindicators, Chironomidae.

1. INTRODUCCIÓN

Existen diferentes tipos de humedales, siendo los más particulares los asociados a sistemas costeros, estos se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas costeras de todo el mundo (Wetzel, 1981). La mayor parte de estudios relacionados a dichos ambientes se han realizado en Estados Unidos, Canadá y Australia (Boorman *et al.* 1997, Davis *et al.* 1999, Tiner 2003) donde describen sus características físicas, químicas y biológicas. En países de Sudamérica, como Brasil y Argentina han sido estudiados por Nessimian (1995) por Poi de Neiff y Neiff (2006), respectivamente, ellos destacan la importancia de la comunidad de invertebrados acuáticos que habita en estos ambientes. Muchos autores consideran a los humedales costeros, ecosistemas de gran importancia porque pueden mantener especies endémicas y además son sitio de anidación y alimentación de aves, entre otros (Leibowitz 2003).

A pesar de su gran importancia, casi la mitad de los humedales en el mundo se han extinguido en el último siglo debido al proceso de desarrollo urbano (Villagrán *et al.* 2006), esta presión ha sido mayor en humedales de poca extensión (Gallego *et al.* 1999). Otro problema, es que muchas de las especies que dependen de los humedales, están dentro de los grupos más amenazados de extinción (Ricciardi *et al.* 1998).

En este contexto, el uso de indicadores biológicos en el monitoreo de cambios en las condiciones ambientales de los humedales, constituye una herramienta útil para prevenir la pérdida de especies (Summerville *et al.* 2004).

El presente estudio de investigación fue realizado en los humedales de Ventanilla, Área de Conservación Regional, en el distrito de Ventanilla en la Provincia constitucional del Callao, clasificado según Holdridge como una zona de vida desierto desecado subtropical (Plan Maestro, 2009 - 2014). El estudio se enfocó en la comunidad de insectos acuáticos, debido a su gran diversidad de especies (Merritt *et al.* 2008) y a que son considerados excelentes indicadores biológicos de la calidad ambiental en ecosistemas acuáticos, porque poseen requerimientos ecológicos específicos y por su rápida respuesta frente a cambios medioambientales (Brown

1997, Figueroa *et al.* 2003). Su abundancia, diversidad y corto ciclo de vida los hacen ideales para la caracterización de las condiciones ecológicas en humedales (Galbrand *et al.* 2007). Además, desempeñan un importante rol en el funcionamiento del ecosistema ocupando una posición central en la cadena trófica del humedal constituyendo, junto con otros invertebrados, el enlace clave entre la producción primaria y los niveles tróficos superiores (Good *et al.* 1978, Grubh and Mitsch 2004).

El periodo de estudio se dividió en dos épocas, determinadas por la hidrología de los humedales de Ventanilla donde, en los meses de junio a setiembre se observan cambios notables en el nivel de agua (elevación del nivel) por el aporte de las precipitaciones de meses anteriores en la sierra las que demoran en llegar hasta el humedal, creando un flujo subterráneo a través de la napa freática (Young 1998). Considerando esta dinámica de cambios en el nivel del agua, la primera evaluación se realizó durante el período de menor nivel del agua (marzo y octubre 2015) y la segunda durante el período de mayor nivel del agua (junio y agosto 2015). Además, se empleó el método de valoración ambiental propuesto por Moss (2006) para distinguir el grado de integridad de las estaciones de muestreo.

El principal aporte de este trabajo de investigación es que constituye uno de los primeros estudios sobre insectos acuáticos vinculados a la bioindicación en humedales costeros, ecosistemas muy frágiles y sensibles al impacto antrópico. Adicionalmente, los métodos estadísticos aplicados, la integración de los análisis de la estructura comunitaria y las métricas de bioindicación propuestas en la parte metodológica, pretenden contribuir en estudios ecológicos de la entomofauna acuática en humedales costeros y su posible aplicación en estudios de impacto ambiental para las mismas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Humedales costeros, importancia y problemática actual de nuestro país

A lo largo de la costa peruana predomina la formación de humedales lacustres y estuarinos. También hay humedales marino-costeros los cuales se diferencian de los anteriores por presentar muy escasa vegetación, como, por ejemplo, los humedales de la Reserva Nacional de Paracas. La formación de la mayoría de humedales lacustres en la costa peruana ocurre a partir del afloramiento de las aguas subterráneas alimentadas por ríos o canales. De modo que, en el caso de los humedales lacustres, se debe tener en cuenta que en muchos casos la actividad humana tiene influencia indirecta en su formación. Las principales causas son por la infiltración de agua desde zonas agrícolas y por la emisión de aguas residuales de uso doméstico o incluso minero como es el caso del Humedal de Ite en Tacna (Peralta 2007). Sin embargo, estos humedales se consideran dentro de la clasificación de humedales naturales porque no han sido creados intencionalmente por el hombre, a diferencia de otras lagunas artificiales o reservorios. Los principales humedales lacustres en la costa peruana se concentran en la costa norte y centro del país, principalmente en los departamentos de La Libertad, Ancash y Lima, (ProNaturaleza 2010). Esto es debido a la fisiografía en estos sectores y la presencia de valles agrícolas que alimentan las aguas subterráneas y favorecen su afloramiento.

Los ecosistemas que conforman los humedales de la costa peruana, tienen gran importancia a nivel local por constituirse en reservas de agua dulce localizadas en zonas áridas y albergan alta diversidad biológica al nivel de especies y material genético, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción. Además, poseen un gran valor paisajístico y permiten aprovechar diversos recursos naturales como: fibras, pastos, pescado, entre otros. Asimismo, cumplen una función de gran importancia a nivel regional e internacional, debido a que forman parte de un corredor biológico para la migración de diversas especies de aves neotropicales y neárticas (RAMSAR 2007).

Según la convención Ramsar, firmada en Irán en 1971, los humedales son "Las extensiones de marismas, pantanos y tuberías, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda seis metros; podrán comprender zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas" (RAMSAR 2013). Su importancia reside en los servicios que brindan, extremadamente valiosos para la población mundial (De Groot *et al.* 2007), estos según Ramsar son 10, y destacan su importancia en la conservación de la diversidad biológica, y la mitigación del cambio climático (De Groot *et al.* 2007 RAMSAR). En consecuencia a esta importancia, el Perú firmó y ratificó, el 28 de Agosto de 1986, su adhesión a la convención Ramsar, y cuenta con la Estrategia Nacional para la Conservación de Humedales, aprobada el 12 de marzo de 1996 (Plan maestro 2009 - 2014; ProNaturaleza 2010). Los esfuerzos para asegurar la conservación de los Humedales de Ventanilla se hicieron evidentes desde 1995, con el Plan Directo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao que declara a los humedales de Ventanilla como zona de protección ecológica no apta para vivienda (D.S. N°074-2006.AG.).

En el año 2004 se declara de interés público la protección y conservación ambiental de los Humedales de Ventanilla. Ese mismo año, en Noviembre, se crea el grupo técnico regional sobre los humedales de Ventanilla, y el 20 de Diciembre del 2006 se establece el ACR Los Humedales de Ventanilla en la Provincia Constitucional del Callao. Este estatus es asignado en conformidad a la Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834), la Estrategia Nacional para las Áreas Naturales Protegidas por el Estado - Plan Director (Decreto Supremo N° 010-99-AG), y por el Reglamento de la Ley de las Áreas Naturales Protegidas (Decreto Supremo N° 038-2001-AG) (Plan maestro 2009 - 2014).

Dentro del marco legal vigente, los Humedales de Ventanilla son un área natural protegida de administración regional, por lo que es catalogada como Área de Conservación Regional (ACR) (GRC-GRRGMA. 2009). Mediante, Resolución Gerencial Regional N° 025-2008-GOREC-GRRNGMA, se aprueban los términos de referencia y especificaciones técnicas para el proceso de elaboración del Plan

Maestro del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla (2009 – 2014), aprobado mediante Decreto Regional N° 012 –GOREC. (02.07.09); siendo actualizado en el año 2015, mediante ADS N° 0032- 2014 – REGIÓN CALLAO (Plan Maestro 2015 -2019).

2.2. Humedales de Ventanilla

Los humedales de Ventanilla se ubican en la zona oeste del Distrito de Ventanilla, en la Provincia constitucional del Callao. Como se muestra en la Figura 01, los humedales comprenden una amplia extensión de vegetación de humedales de manera paralela al litoral y varios cuerpos de agua. Existen dos áreas protegidas: el Área de Conservación Regional (ACR) ‘Humedales de Ventanilla’ bajo la administración del Gobierno Regional del Callao y el Parque Ecológico ‘El Mirador’ administrado por la Municipalidad Distrital de Ventanilla, también conocida como Laguna El Mirador (Moschella 2012).

El ecosistema de los humedales de Ventanilla incluye componentes abióticos, destacando los asociados a su hidrología, especialmente los que afectan la calidad, cantidad, y estacionalidad del agua. Los componentes bióticos, como las comunidades vegetales son variados y forman hábitats para otros organismos que habitan el humedal, estos pueden verse afectados por los cambios ambientales y la sucesión ecológica. Todo este ecosistema se conecta a través de las cadenas alimenticias que a su vez forman redes tróficas las cuales aún no han sido cuantificadas, además muchos patrones y procesos han sido alterados por actividades humanas (Young 1998).

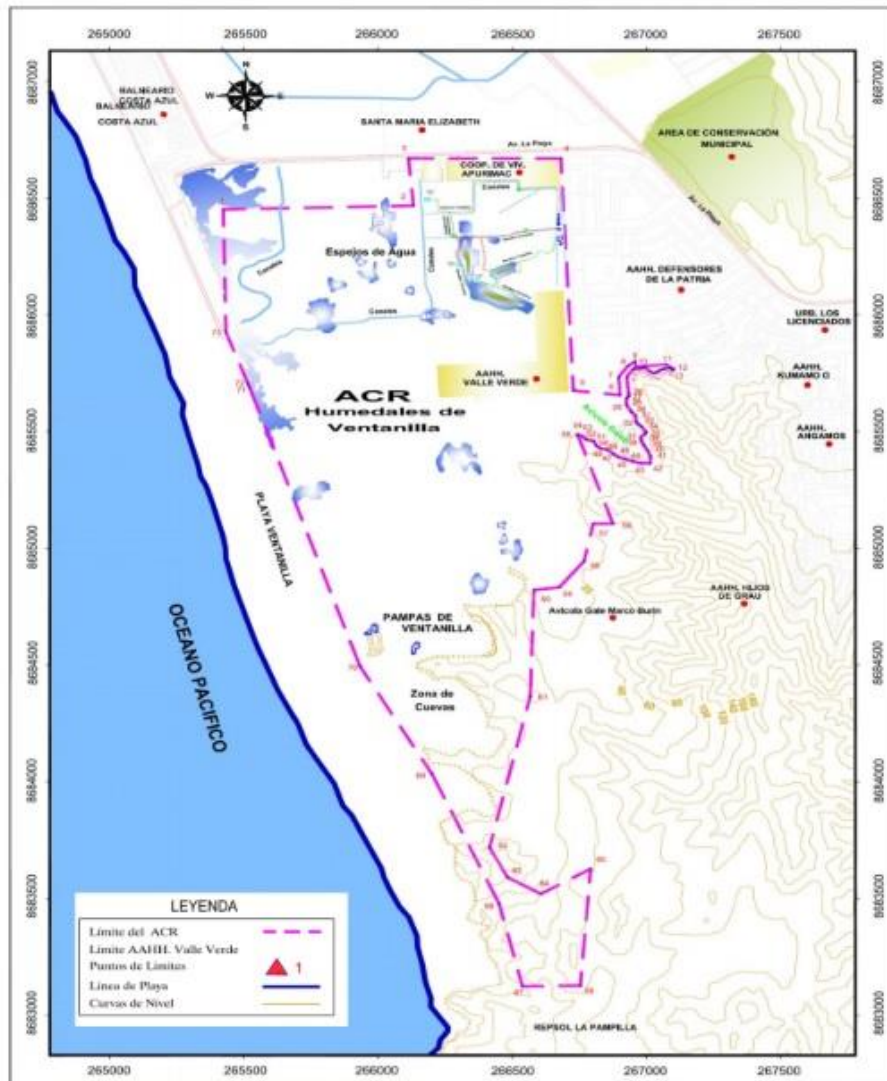


Figura N° 01: Mapa Base del área de estudio¹

Es poco lo que se conoce, además, de cómo los factores abióticos y bióticos influyen en la distribución de los insectos acuáticos en el humedal, siendo muchos de estos perjudicados por la actividad antrópica (contaminación por desmote, materia orgánica y aguas servidas que modifican la calidad del agua variando el pH y oxígeno disuelto) (Pip 1986, Vivar *et al.* 1996). Otra realidad que afecta los humedales de Ventanilla, es la modificación continua del hábitat por parte de los pobladores aledaños, quienes por falta de conocimiento extraen, sin ningún criterio, especies vegetales como la totora (*Typha domingensis*) con fines de uso (Young 1998). Los totorales son importantes porque brindan refugio no solo a muchas aves, sino también a los insectos acuáticos.

¹ Plan Maestro del ACR Humedales de Ventanilla (2015-2019)

Son pocos los estudios realizados en los Humedales de Ventanilla acerca de la flora y fauna existente, especialmente en lo referente a entomofauna.

En relación a la fauna de los Humedales de Ventanilla, la mayoría de las investigaciones realizadas se orientan principalmente al estudio de aves (Álvarez 2007), habiendo muy pocos estudios en otras clases taxonómicas.

2.3. Insectos acuáticos como Bioindicadores en Humedales

Las investigaciones sobre insectos asociados a humedales costeros son pocas, y están orientadas principalmente al estudio de aquellas especies con hábitos acuáticos (Blanca, 1976; Blancas 1978; Iannacone *et al.*, 2003, 2006; Minaya, 1978; García *et al.*, 1996; Moreno, 2003; Paredes *et al.*, 2007; Vizcardo, 2009; Sánchez, 2013; Peralta, 2014).

Blancas (1976) en un estudio sobre insectos acuáticos y semiacuáticos en los Pantanos de Villa de Chorrillos, registra 45 especies de insectos, y señala algunos aspectos de correlación entre ellos con los hábitats presentes en dicho ecosistema.

Minaya (1978) en un estudio sobre dípteros acuáticos en las Albuferas de Medio Mundo en Huacho, registra 17 especies pertenecientes al orden Díptera.

García *et al.* (1996) estudiaron, en Pantanos de Villa, aquellas especies acuáticas biorreguladoras de larvas de mosquitos.

Moreno, (2003), se realiza un estudio sobre comunidades hidrobiológicas en los humedales de Ventanilla, donde registra 13 familia de insectos, siendo las más importantes: Culicidae, Chironomidae, Ephydridae, Stratiomyidae y Syrphidae.

Iannacone *et al.* (2003) en un estudio sobre macroinvertebrados acuáticos destaca a las larvas de la familia Chironomidae como una de las más abundantes dentro de los insectos. En otro estudio realizado en el Iannacone *et al.* (2006) en la Reserva Nacional de Junín, el mismo autor describe la antropofauna terrestre asociada a este ecosistema recolectada mediante dos métodos de muestreo.

Paredes *et al.* (2007) en un estudio sobre la biodiversidad de invertebrados en los Humedales de Puerto Viejo registran 10 taxa de insectos, donde Chironomini representan una taxa constante y abundante.

Vizcardo (2009) encontró un total de 1010 individuos distribuidos en órdenes como Oligoquetos (01%), Arácnidos (02%), Hexápodos (11%) y Gasterópodos (86%), además las taxa de hidrobio sp, *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774), Ephyridae y Chironomidae fueron calificadas como organismos tolerantes a contaminación en el tiempo de la evaluación.

Sánchez (2013) describe 150 morfoespecies de insectos, pertenecientes a nueve diferentes órdenes y 73 familias; relacionadas a comunidades vegetales dominantes: la de Salicornial (S= 111 morfoespecies), seguida de Ciperáceas (S=101 morfoespecies), Gramadal (S= 93 morfoespecies), y por último totoral (S=32).

Peralta (2012) realiza un estudio sobre la entomofauna acuática en Humedales de Villa, donde se registró un total de 53 especies de insectos acuáticos, 22 de ellos relacionados a indicadores biológicos.

3. HIPÓTESIS

Los insectos acuáticos pueden ser empleados como bioindicadores para evaluar el estado ecológico de los humedales de Ventanilla-Callao, Perú.

Las especies de la familia de Chironomidae pueden ser las más abundantes en los Humedales de Ventanilla. Pudiendo encontrarse mayor diversidad de especies en

la época seca. La calidad ambiental podría ser caracterizada mejor con el índice de BMWP/COL.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivos General

Evaluar los insectos acuáticos como bioindicadores para calcular el estado ecológico de los Humedales de Ventanilla-Callao, Perú.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la composición taxonómica de las comunidades de insectos acuáticos en los humedales de Ventanilla.

- Comparar espacial y temporalmente la composición, abundancia, riqueza y diversidad de insectos acuáticos en los humedales de Ventanilla.

Determinar los taxa indicadores de zonas preservadas, modificadas y altamente modificadas en los humedales de Ventanilla.

- Evaluar la calidad ambiental del humedal utilizando índices ecológicos que involucren a los insectos acuáticos.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Área de Estudio

Los Humedales de Ventanilla (H.V.) (77° 7' 43" 77° 9' 32" LO y 11° 51' 23" - 11° 52' 42" LS) se encuentran ubicados en la parte centro occidental del distrito de Ventanilla, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima, Perú. Actualmente abarca un área de 538,68 ha (Álvarez, 2007), valor que se encuentra reducido en un 17%, a consecuencia de la ocupación por parte de asentamientos humanos y la ampliación del área agrícola. Sin embargo, 366 ha del total, fueron declaradas como Área Ecológica Intangible para fines de protección y conservación de la biodiversidad, por la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao, Perú (CONAM, 2001). Finalmente, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 074-2006-AG se estable el Área de Conservación Regional (ACR) "Humedales de Ventanilla" con un total de 275,45 ha (CONAM, 2001).

Ecología

En base a la Microzonificación Ecológica Económica de la Provincia Constitucional del Callao, (2011), el ACR Humedales de Ventanilla se encuentra dentro de Zona de Vida denominado: Desierto Desecado Sub-tropical (dd-S). Perteneciente a la Ecorregión del Desierto Costero (DCO). En lo que se refiere a los procesos de sucesión ecológica, se puede reconocer la existencia del ecosistema de humedales, que en términos generales representan un oasis a lo largo de la costa desértica, que permiten la conectividad y sostenibilidad de los elementos, procesos ecológicos y biológicos a lo largo de la franja Costera Peruana, y también forman parte de otros procesos marino-continuales. Cabe mencionar que los, Humedales del ACR – HV posee una estructura parecida a los demás humedales costeros cercanos, como los de Villa, Santa Rosa, Medio Mundo, entre otros (Plan Maestro, 2015-2019).

Clima

Aunque los Humedales de Ventanilla están dentro de la costa desértica del Perú, presentan un microclima determinado por ser una microcuenca cerrada (cuenca

arreica)², cuya temperatura media anual es de 19,50 °C, con temperaturas máximas en el mes de febrero (28°C) y mínimas en el mes de septiembre (15°C). La humedad relativa promedio anual es de 87%; sin embargo, los valores máximos absolutos se muestran en las horas del amanecer donde alcanzan hasta 97% de humedad. Los valores máximos absolutos se muestran en las horas del amanecer (Plan Maestro, 2015-2019).

Los registros de precipitación pluvial (en un periodo de 43 años) indican que la zona corresponde al sector menos lluvioso de la cuenca del río Chillón, con máximas de 2.0 mm y mínimas de 0.2 mm que le confieren la característica de una zona de clima muy seco. Los vientos son débiles (5.52 km/h) y la nubosidad es alta, 480 metros, frecuente en estas zonas debido a su cercanía a la playa (PM, 2015-2019).

Geología y Geomorfología

La estructura litológica del área según la Microzonificación Ecológica Económica de la Provincia del Callao (2011) y las investigaciones de Cieza (2014), está representado por: Formación Pamplona, Humedal fangoso, Depósitos Marinos arenosos y Depósitos aluviónicos antiguos, que corresponden a la Edad Cretácica, conformados por areniscas, lutitas, cuarzo y calizas con estratos volcánicos y los depósitos de materiales térreos formados por acumulación de vientos y corrientes oceanográficas. Mautua, G. (2011), describe que las areniscas, son roca sedimentaria de tipo detrítico, de color variable, que contiene arena. Después de la lutita, es la roca sedimentaria más abundante y constituye cerca del 20 % de ellas, los granos son gruesos, finos o medianos, bien redondeados; de textura detrítica o plástica.

Por otra parte, el levantamiento tectónico ha originado en la zona el ondulamiento del terreno como parte de procesos geomorfológicos erosivos, que han quedado en la actualidad como lomas, colinas y terrazas marinas. En general, en base a la Microzonificación Ecológica Económica (MZEE) de la Provincia del Callao

² El término microcuenca arreica, se aplica a los Humedales de Ventanilla debido a que el origen de los espejos de agua, se encuentra en los afloramientos de la escorrentía sub superficial; es decir, del agua subterránea existente en la zona, resultado de las filtraciones marinas y de las lagunas de oxidación que SEDAPAL administra en la zona y de la cuenca del río Chillón.

(2011) y las investigaciones de Cieza, N. (2014), describe para la zona del ACR

- HV las siguientes unidades geomorfológicas:

- Humedales pantanosos: Comprende la mayor extensión del ACR. HV son áreas fangosa con retención de agua superficial.
- Planicie con Colinas Bajas: son elevaciones de terreno de 20 a 80 metros de altura desde la parte basal circundante a la cima. Las que en temperatura de invierno se cubre con vegetación de lomas.
- Terrazas arenosa marina: en estos lugares, por la horizontalidad del relieve y la constitución del suelo, con elevadas proporciones de limos, materia orgánica y un substrato rocoso impermeable, tiende a concentrar y a veces aflorar las aguas subterráneas locales o de la napa acuífera, determinando la formación de ambientes hidrométricos anegados, de especial importancia ecológica e hidrológica. Como es el caso, del ACR – HV. Actualmente este humedal se halla en proceso de desecamiento por disminución del nivel freático como consecuencia del arrojado de desmonte con el objeto de “tapar el agua con tierra”.
- Acantilados rocosos: Ocupa una pequeña extensión del ARC. y están ubicados al Sur del área. (Figura N°01).

Edafología

En la MZEE –Provincia del Callao (2011) se ha identificado Suelos Derivados de Materiales Eólicos, que se han originado a partir de materiales transportados y depositados por el viento. Se encuentran conformando arenales y campos de dunas sobre las glases de pie de monte, laderas y cimas de colinas. Están compuestos por arena fina que permanentemente son transportadas por el viento. Cabe indicar que los suelos en el ACR Humedales de Ventanilla son de textura arenosa y franca arenosa, pero de tipo pantanoso e inestable, con rango de pH entre 7.8 y 8.38; suelos alcalinos (con acumulaciones de sales), con alta salinidad y con bajo contenido de materia orgánica (entre 0,4 y 1,07%). Por otra parte, en los estudios de MZEE (2011), establecen a la zona de ACR – HV por su capacidad de uso mayor de tierras, como tierras de protección, porque no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo, pastoreo o producción forestal, que aunque presenten vegetación natural arbustiva o herbácea, su uso deben ser manejadas con fines de protección de vida silvestre,

valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio o interés social.

Hidrología

El componente principal para la formación del humedal en el ACR –HV, es el afloramiento de aguas subterráneas. Estas aguas están relacionadas al acuífero del Chillón desde el sur - este, y por intrusión marina por el oeste. También constituyen aportes hídricos los excedentes del riego del sector norte de los humedales que provienen, en gran parte, de los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales colindante con el humedal por el noreste; así como los efluentes de aguas residuales desde las zonas urbanas. Como resultado, se han formado varias lagunas y pozas, que sumadas a la red de canales, conforman los distintos cuerpos de agua de los humedales. (Bobadilla & Briones 2014).

Según el reporte del personal de área del ACR, existen 13 espejos de agua (05 de los cuales son de mayor tamaño), que permanecen con agua durante todo el año (PM, 2015-2019).

5.2. Diseño de Estudio

El presente estudio se realizó en 4 lagunas de los humedales de Ventanilla, se establecieron 09 estaciones de muestreo georreferenciadas según el sistema de coordenadas geográficas (Datum WGS 84): 5 estaciones de muestreo (E-1; E-2; E-3; E-4 y E-5) en la Laguna Mayor o Principal cuya extensión es de 0,49 ha; 2 estaciones (E-6 y E-7) en la laguna Pisciplaya de 0,34 ha de extensión; 1 estaciones (E-9) en la laguna Mirador de 1,67 ha de extensión y 1 estaciones (E-8) en la laguna Menor de 1,79 ha de extensión (Figura 2).

En la tabla 1 se resumen los datos del: área total de cada estación de muestreo (considerando las 3 réplicas tomadas en cada una de ellas), porcentaje del área de cada estación con respecto al área total de cada laguna y la valoración ambiental según Moss (2006).

Tabla 1. Ubicación y descripción de las estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

Laguna	Estación	Área total de Evaluación(*)	Valoración ambiental(**)	Coordenadas	
				ESTE	NORTE
Mayor	E-1	3 m ²	Buena	266348	8686281
	E-2	3 m ²	Buena	266355	8686206
	E-3	3 m ²	Buena	266441	8686322
	E-4	3 m ²	Buena	266183	8686339
	E-5	3 m ²	Buena	266336	8686356
Pisciplaya	E-6	3 m ²	Regular	266440	8686180
	E-7	3 m ²	Regular	266497	8686024
Menor	E-8	3 m ²	Buena	265461	8686508
El Mirador	E-9	3 m ²	Buena	267035	8686703

(*) Considerando las 3 réplicas por cada muestreo

(**) Moss, 2006.



Figura 2. Ubicación de las estaciones de monitoreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). 2015.

5.3. Periodo de Estudio

Se dividió en dos épocas, determinadas a partir del conocimiento de la hidrología de los humedales de Ventanilla, según Young (1998) en los meses de junio a setiembre se observan cambios notables en el nivel de agua (elevación del nivel) por el aporte de las precipitaciones de meses anteriores en la sierra las que demoran en llegar hasta el humedal, creando un flujo subterráneo a través de la napa freática. Por esta razón, la primera y la cuarta evaluación se realizaron durante el período de menor nivel del agua (octubre- mayo), los días 23 de Marzo

y 18 de Octubre del 2015. Y la segunda y la tercera evaluación, correspondiente al período de mayor nivel del agua (junio- setiembre), los días 7 de junio y 15 de agosto del 2015.

5.4. Caracterización Ambiental

Durante el estudio se registraron datos físicos de las estaciones de muestreo, para poder describir y tipificarlas de acuerdo a las condiciones ambientales que presentaron. Se tomaron medidas de sustrato predominante. La integridad ambiental o valoración ambiental se realizó en todas las estaciones de muestreo, previamente a la toma de datos físicos y biológicos, utilizando la “Matriz de Evaluación de Humedales” propuesto por Moss (2006) para humedales en Costa Rica (Anexo 1). Esto permitió tipificar la condición frente al impacto antrópico que presentaron tanto las estaciones de muestreo como las lagunas durante el período de estudio.

5.5. Caracterización físico-química del Agua

En las estaciones de muestro, se registraron los principales parámetros fisicoquímicos como: temperatura del agua y pH con un potenciómetro/termómetro (modelo ATC), oxígeno disuelto con un oxímetro portátil (modelo DO6), conductividad eléctrica con un conductivímetro (modelo EC- 1385) y Demanda bioquímica de oxígeno, previo a la toma de muestras biológicas.

5.6. Método de colecta de insectos acuáticos

Para la colecta de la entomofauna acuática se utilizó una red acuática de fondo “Bottom Aquatic Kick Net” de 250µm de abertura de malla, con un marco de 30cm x 30cm, determinando, sobre la superficie de cada estación de muestreo, 1 m² de área de colecta y por triplicado (Domínguez y Fernández 2009). La colecta de los organismos se realizó en el borde de cada laguna, sumergiendo la red acuática, batiéndola vigorosamente en el fondo y sobre la vegetación sumergida, de modo que se genere una corriente que arrastre y concentre a los organismos dentro de la red (Merritt *et al.* 2008). Con este esquema de trabajo, se obtuvo gran representatividad de la entomofauna acuática y se pudo aplicar las pruebas estadísticas con un criterio sistemático (Melo y Hepp 2008). El material obtenido se fijó en formol al 4% y se almacenó en bolsas plásticas, debidamente

etiquetados. Posteriormente, el material colectado, se pasó por un tamiz de 500 μm para eliminar arena, arcilla y detrito fino. Finalmente, el material fue almacenado en alcohol al 80%.

5.7. Procesamiento del Material biológico en laboratorio

La separación e identificación de la entomofauna acuática se realizó en el laboratorio de Invertebrados Acuáticos, Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, con la ayuda de un microscopio estereoscópico de 40 aumentos, mientras que para la parte de la identificación también se utilizó un microscopio estereoscópico de 180 aumentos. La identificación taxonómica se hizo hasta el nivel más fino posible, almacenando el material biológico en tubos de vidrio con alcohol al 80% y debidamente rotulados. Posteriormente se cuantificó el número de individuos por taxón identificado, y se creó una matriz de trabajo en Microsoft Excel (Figura 3).



Figura 3. Identificación y procesamiento de las muestras biológicas de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). 2015.

La identificación y ordenamiento taxonómico de la entomofauna acuática, en órdenes y familias, se realizó de acuerdo a trabajos taxonómicos especializados como los de: Domínguez y Fernández (2009), Fernández y Domínguez (2001) y Merrit et al. (2008). La identificación del género de Ephemeroptera se hizo de acuerdo a Domínguez et al. (2006). La identificación de géneros de Odonata, de

acuerdo a Ramírez (2010). La identificación de géneros de Hemiptera, de acuerdo a Heckman (2011) y Mazzucconi et al. (2009). La identificación de géneros de Díptera, de acuerdo a Borkent and Spinelli (2007) y Epler (2001). Y la identificación de géneros Coleoptera, de acuerdo a Domínguez y Fernández (2009) y Perkins (1980).

En los análisis estadísticos se empleó el sistema de Unidades Taxonómicas Operacionales (UTO's) que considera a cada organismo identificado, un taxón distinto.

5.8. Análisis de datos

5.8.1. Composición de la entomofauna acuática

Se identificó cada organismo hasta el nivel taxonómico más fino posible, presentando un inventario faunístico con citas de géneros (en la mayoría de órdenes) y familias - subfamilias (del orden Diptera). Además se hizo un inventario por cada mes de estudio para analizar la variación temporal de la entomofauna acuática.

5.8.2. Riqueza Específica (S) por estaciones de muestreo

La riqueza específica, se determinó mediante el conteo total de las especies identificadas (Moreno 2001). Para realizar este análisis se utilizó el software Primer 6. Version 6.1.6.

5.8.3. Abundancia y Densidad de individuos por estaciones de muestreo

La abundancia de la entomofauna acuática, se determinó mediante el conteo del número de individuos por cada taxón identificado (Moreno 2001). La densidad de individuos, se determinó dividiendo la abundancia entre el área muestral de cada estación. Para realizar estos análisis se utilizó el software Primer 6. Version 6.1.6.

Tanto en la riqueza específica como en la abundancia, se consideró las tres réplicas tomadas en cada estación de muestreo y se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas para describir el comportamiento de los datos

(Wantzen y Rueda 2009). Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, para “K” muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las estaciones de muestreo (diferencia espacial). Y se aplicó la prueba de Wilcoxon, para “2” muestras dependientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los meses de estudio (diferencia temporal). Para realizar estos análisis se utilizó el software estadístico SPSS 22 (PASW Statistics).

5.8.4. Estructura Comunitaria

En esta sección, se analizó la estructura de la comunidad de insectos acuáticos a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Pielou (J'), considerando las 3 réplicas tomadas en cada estación de muestreo. Luego se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas para describir el comportamiento de los datos, como lo sugieren Wantzen y Rueda (2009). Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, para “K” muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las estaciones de muestreo (diferencia espacial). Y se aplicó la prueba de Wilcoxon, para “2” muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los meses de estudio (diferencia temporal). Para realizar estos análisis se utilizó el software estadístico SPSS 22 (PASW Statistics).

5.8.4.1. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H')

El índice de diversidad de Shannon- Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno 2001). Se determinó según la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (pi)(\text{Log}_2 pi)$$

Donde: H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener

S: Número de especies.

pi : Abundancia proporcional de la especie “i” (n_i/N)

Para realizar este análisis se utilizó el software estadístico Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.4.2. Índice de Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada. Su valor está comprendido entre 0 y 1.0 (Moreno 2001). Se determinó según la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

Donde: J' : Índice de equidad de Pielou
 H' : Diversidad de Shannon- Wiener observada
 $H'_{\text{máx}}$: Máxima diversidad de Shannon- Wiener esperada

Para realizar este análisis se utilizó el software estadístico Primer 6. Versión 6.1.6.

5.8.5. Análisis multivariado

En esta parte, se determinó si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) de la comunidad de insectos acuáticos entre las estaciones de muestreo (diferencia espacial) y entre los meses de estudio (diferencia temporal). Para ello se realizó el Análisis de Similitud (ANOSIM) creando una matriz de similaridad a partir del Índice de Bray-Curtis como medida de similitud (Brower and Zar 1984). Para analizar gráficamente los patrones de distribución espacial y temporal de las estaciones de muestreo en base a la estructura de la comunidad de insectos acuáticos se aplicó el método no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) (Correa *et al.* 2010). Estos análisis fueron complementados con el Análisis de Similitud Porcentual (SIMPER), el cual permitió identificar los taxa que más influyen en los patrones comunitarios (Correa *et al.* 2010). Para realizar estos análisis se utilizó el software estadístico Primer 6. Version 6.1.6.

5.8.6. Métricas de Bioindicación

Para caracterizar la calidad ambiental de las estaciones de muestreo se desarrollaron siete métricas de bioindicación utilizando la comunidad de insectos acuáticos, el objetivo fue determinar la(s) métrica(s) que mejor se adapte(n) a las condiciones de los humedales de Ventanilla durante las dos épocas de estudio (4 meses de evaluación). Estos índices se agruparon en dos tipos: unimétricos y multimétricos.

5.8.6.1. Índices Unimétricos

Son aquellos índices que utilizan una sola métrica para determinar la calidad ambiental. A su vez se pueden dividir en dos tipos: métricas simples e índices bióticos.

5.8.6.1.1. Métricas simples

5.8.6.1.1.1. Diversidad de Shannon-Wiener (H')

El índice de diversidad de Shannon- Wiener permite enfocarse en los cambios de los patrones de riqueza y abundancia de especies como una manera de evaluar el impacto de los diferentes tipos de perturbaciones ambientales sobre las comunidades biológicas (Segnini 2003).

Tabla 2. Esquema de clasificación de la calidad de las aguas, de acuerdo a los valores del índice de Shannon- Wiener (H') (Segnini 2003).

H'	Calidad del agua
>3	Limp
1-3	Moderadamente poluida
<1	Fuertemente poluida

5.8.6.1.2. Índices bióticos

5.8.6.1.2.1. Índice de Monitoreo Biológico adaptado para Colombia (por sus siglas en inglés BMWP/Col).

Se analizó el índice BMWP/Col considerando la entomofauna acuática para determinar la calidad del agua en las estaciones de muestreo. Este índice combina el número total de taxa con un valor de tolerancia, el nivel taxonómico mínimo requerido es el de Familia y el valor final se obtiene por la sumatoria de los valores de tolerancia de cada una de las familias (Roldán 2003).

Tabla 3. Clases de calidad del agua, valores del BMWP/Col, significado y colores para representaciones cartográficas (Roldán 2003).

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	101 – 120	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas	Azul
II	Aceptable	61- 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Tabla 4. Puntaje de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el Índice BMWP/Col (Roldán 2003).

FAMILIAS	PUNTAJES
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeraeidae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicipsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptiliidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae	2
Tubificidae	1

5.8.6.1.2.2. Puntaje Promedio por Taxón (por sus siglas en inglés ASPT).

Se analizó el índice ASPT considerando la entomofauna acuática para determinar la calidad del agua en las estaciones de muestreo. Este índice representa la tolerancia promedio de los taxa dentro de la comunidad, el nivel taxonómico mínimo requerido es el de Familia y el valor final se obtiene por la división del valor de BMWP/Col y el número total de familias (Galbrand *et al.* 2007).

Tabla 5. Valores de ASPT y escala de calidad del agua (Galbrand *et al.* 2007).

ASPT	CALIDAD DEL AGUA
>6	Excelente
5.5-6.0	Muy buena
5.0-5.5	Buena
4.5-5.0	Moderada
4.0-4.5	Moderadamente pobre
<4.0	Pobre

5.8.6.1.2.3. Puntaje de Contaminación en los Humedales del Cisne usando Macroinvertebrados Acuáticos (por sus siglas en inglés SWAMPS).

Este índice fue desarrollado para los humedales de la llanura costera del Cisne en Australia por Davis *et al.* (1999). Los valores numéricos asignados a las familias de macroinvertebrados acuáticos reflejan su grado de sensibilidad al enriquecimiento por nutrientes. El índice SWAMPS se obtiene al dividir la sumatoria de los valores de tolerancia de cada familia entre el número de familias registrado.

Tabla 6. Categoría de calidad del agua asociada al valor del SWAMPS para humedales de la llanura costera del Cisne, Australia (Davis *et al.* 1999).

SWAMP	Categoría de calidad del agua
>6	Buena
5.0-6.0	Dudosa calidad, leve enriquecimiento de nutrientes o
4.0-5.0	Moderado enriquecimiento de nutrientes o
<4	Severo enriquecimiento de nutrientes o polución

Tabla 7. Valor del grado de sensibilidad para los taxa de invertebrados registrados en los humedales de la llanura costera del Cisne, Australia (Davis *et al.* 1999).

TAXA	GRADO	TAXA	GRADO	TAXA	GRADO
MOLLUSCA		ARACHNIDA		Coleoptera	
Bivalva		Limnocharidae	7	Haliplidae	7
Sphaeriidae	6	Limnesiidae	7	Dytiscidae	5
Gastropoda		Unionicolidae	6	Hydrophilidae	6
Physidae	5	Eylaidae	6	Chrysomelidae	7
Planorbidae	7	Pionidae	4	Helodidae	7
Ancylidae	7	Hydrachnidae	3	Ptilodactylidae	6
Lymnaeidae	6	Arrenuridae	6	Noteridae	4
Pomatiopsidae	6	Oxidae	7	Diptera	
Hydrobiidae	8	Oribatidae	7	Chironominae	5
Succineidae	6	Hydrodromidae	7	Tanypodinae	7
		Halicaridae	7	Orthocladinae	5
CRUSTACEA		Pezidae	8	Ceratopogonidae	7
Cladocera		Hydracarina	5	Stratiomyidae	5
Daphniidae	1			Tabanidae	6
Sididae	6	NEMATODA	5	Culicidae	7
Chydoridae	4			Ephydriidae	6
Macrothricidae	8	INSECTA		Thaumauleidae	7
Moinidae	5	Ephemeroptera		Tipulidae	4
Bosminidae	7	Caenidae	7	Simuliidae	7
Ostracoda		Baetidae	7	Lepidoptera	
Cyprididae	3	Odonata		Pyrilidae	7
Cypridopsidae	1	Coenagrionidae	5	Trichoptera	
Limnocytheridae	7	Megapodagrionidae	4	Ecnomidae	6
Candonidae	7	Lestidae	6	Leptoceridae	5
Conchostraca	7	Aeshnidae	7	Hydroptilidae	7
Copepoda		Corduliidae	7		
Cyclopidae	3	Libellulidae	8	CNIDARIA	
Harpactacoidae	6	Zygoptera juveniles	7	Hydrozoa	7
Centropagidae	10	Anisoptera juveniles	7		
Amphipoda		Hemiptera		PHATYHELMITHES	
Ceinae	5	Notonectidae	5	Tubellaria	7
Perthidae	8	Corixidae	1		
Isopoda		Pleidae	7	ANNELIDAE	
Amphisopidae	4	Veliidae	6	Oligochaeta	6
Decapoda		Mesoveliidae	6	Hirudinea	
Palaemonidae	8			Glossiphoniidae	4

5.8.6.2. Índices Multimétricos.

Son aquellos índices que combinan el valor independiente de diversas métricas en una puntuación final para determinar la calidad ambiental de un ecosistema.

5.8.6.2.1. Índices Biológicos de Integridad

5.8.6.2.1.1. Índice de Integridad Biótica para Lagos Interdunarios (IIBLI).

Peralta (2007) diseñó un índice de integridad biótica que permitiera conocer el grado de perturbación de los lagos interdunarios en la zona costera central rural del estado de Veracruz. Definió la estructura y composición de la comunidad de insectos acuáticos en los lagos y los utilizó en el diseño del índice de integridad biótica.

Tabla 8. Valores del Índice de Integridad Biótica para Lagos Interdunarios (IIBLI) y condiciones que presentan los lagos interdunarios, México (Peralta 2007).

Valores del IIBLI	Condición
41-50	Muy buena
31-40	Buena
21-30	Regular
10-20	Mala

Tabla 9. Parámetros y valores utilizados en el Índice de Integridad Biótica para Lagos Interdunarios (IIBLI), México (Peralta 2007).

N°	Métrica	Descripción	Rango (Intervalo)	Score (Ponderación)
			>30	1
1	NTF	Número total de familias	20 – 29	3
			<20	5
			>10%	1
2	PFC	Proporción de familias de Coleoptera	5% - 10%	3
			<5%	5
			>50	1
3	ODON	Abundancia de la familia Libellulidae	30 – 49	3
			<30	5
			>50	1
4	CULI	Abundancia de la familia Culicidae	10 – 50	3
			<10	5
			>100	1
5	CHIRO	Abundancia de la familia Chironomidae	50 – 100	3
			<50	5
			>20	1
6	AESS	Abundancia de las familias Ephydriidae, Syrphidae y Stratiomyidae	10 – 20	3
			<10	5
			>30	1
7	AS	Abundancia de la familia Scirtidae	15 – 30	3
			<15	5
			0	1
8	NFE	Proporción de las familias de Ephemeroptera (Caenidae/Baetidae)	0.1 – 1.0	3
			>1.1	5
			>15	1
9	FCD	Número de familias de Coleoptera y Diptera	12 – 15	3
			<12	5
			>20%	1
10	DHL	Proporción de las familias Dytiscidae, Hydrophilidae y Libellulidae	12% - 19%	3
			<12%	5

5.8.6.2.1.2. Índice Biológico de Integridad en Humedales con Invertebrados (IBI).

Este índice biológico de integridad fue desarrollado por Gernes y Helgen (2002) para los humedales de Minnesota, U.S.A., posteriormente las escalas

propuestas fueron ajustadas y corregidas por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (USEPA, 2002), dichos valores se resumen en las Tablas 13 y 14.

Tabla 10. Métrica biológica y puntaje para el Índice Biológico de Integridad en Humedales (IBI) (USEPA 2002).

Métrica	Descripción	Rango	Score
Métricas de Riqueza			
Taxa totales	Número total de taxa de macroinvertebrados	28 – 46	5
		20 – 27	3
		12 – 19	1
Chironomidae	Número de géneros de Chironomidae	13 - >20	5
		6 – 12	3
		<6	1
ETSD	Número de géneros de Ephemeroptera, Trichoptera, Sphaeriidae y Odonata	4 - +	5
		2 – 3	3
		<2	1
Taxa sanguijuelas	Número de géneros de Hirudinea registrados	4 – 5	5
		2 – 3	3
		0 – 1	1
Odonata	Número de géneros de Odonata (Anisoptera y Zygoptera)	4 – 6	5
		3	3
		0 – 2	1
Caracoles	Número de taxa de caracoles	5 – 7	5
		3 – 4	3
		0 – 2	1
Métricas de Tolerancia/Intolerancia			
Taxa intolerantes	Número de taxa intolerantes (sensibles)*	4 - +	5
		2 – 3	3
		0 – 1	1
Métricas de Proporción			
Corixidae	Porcentaje de Corixidae entre Hemiptera y Coleoptera	<30%	5
		30% - 70%	3
		>70%	1
Erpobdella	Porcentaje de Erpobdella en la abundancia total	0 – 11%	5
		>11% - 22%	3
		>22%	1
3 dominantes	Porcentaje de los 3 taxa dominantes en la abundancia total	34% - 55%	5
		>55% - 80%	3
		>80%	1

*Leucorrhinia, Libellula, Tanytarsus, Procladius, Triaenodes, Oecetis

Tabla 11. Puntaje total del IBI y clases de integridad para los humedales en una región de referencia (USEPA 2002).

IBI (Puntaje total)	Clase
50 – 60	Excelente
40 – 49	Bueno
30 – 39	Regular
20 – 29	Pobre
10 – 19	Muy pobre

5.8.6.2.1.3. Índice para Humedales de Wisconsin usando Macroinvertebrados (por sus siglas en inglés WWMI).

Este índice se desarrolló para medir la integridad biológica de los humedales en Wisconsin, realizando monitoreos biológicos rápidos de macroinvertebrados acuáticos, en donde el nivel taxonómico es el mínimo requerido (Familia) (USEPA 2004).

Tabla 12. Puntaje para las métricas de macroinvertebrados incluidas en el Índice para Humedales de Wisconsin (WWMI) (USEPA 2004).

Taxa	Atributo	Respuesta	Puntaje			
			0	1	3	5
Moluscos	Abundancia	Decrece	0	1 – 9	10 – 99	>99
Pleidae	Abundancia	Decrece	0	1 – 3	4 – 11	>11
Corixidae	Abundancia	Incrementa	>11	5 – 11	1 – 4	0
Trichoptera	Abundancia	Decrece	0	1 – 2	3 – 7	>7
Stratiomyidae	Abundancia	Decrece	0	1-Feb	3 – 9	>9
No insectos	Riqueza	Decrece	0	1 – 2	3 – 4	>4
Insectos	Riqueza	Decrece	<3	3 – 7	8 – 11	>11
Macroinvertebrados	Margalef	Decrece	<1	1 – 2	2 – 3	>3

Tabla 13. Puntaje total del WWMI y clases de integridad en humedales (USEPA 2004)

Puntaje WWMI	Clase
0 – 11	Muy pobre
12 – 16	Pobre
17 – 22	Regular
23 – 27	Bueno
28 – 30	Muy bueno
>30	Excelente

6. RESULTADOS

6.1. Caracterización ambiental

Durante el monitoreo se registraron datos físicos de las estaciones de muestreo, para poder describir y valorizar de acuerdo a las condiciones ambientales que presentaron. Se puede mencionar que todas las estaciones registraron un tipo de sustrato de: Arena y Materia orgánica; para las cuatro evaluaciones.

En tanto, durante los monitoreos se realizó la valoración ambiental de cada estación de muestreo para tipificar sus condiciones con respecto al impacto antrópico. Para ello se utilizó la Matriz de Evaluación de Humedales, propuesto por Moss (2006) para humedales en Costa Rica (Anexo 1).

Tabla 14. Valoración ambiental (Moss 2006) de las estaciones de muestreo y las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo y Junio del 2015.

Laguna	Estación	VALORACIÓN AMBIENTAL (Moss 2006)							
		MARZO				JUNIO			
		Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor
Mayor	E-1	584	Bueno			584	Bueno		
	E-2	584	Bueno			584	Bueno		
	E-3	563	Bueno	590	Bueno	563	Bueno	590	Bueno
	E-4	614	Bueno			614	Bueno		
	E-5	609	Bueno			609	Bueno		
Pisciplaya	E-6	429	Regular			429	Regular		
	E-7	419	Regular	424	Regular	429	Regular	429	Regular
Menor	E-8	621	Bueno	621	Bueno	631	Bueno	631	Bueno
El Mirador	E-9	753	Muy bueno	753	Muy bueno	743	Bueno	743	Bueno

Los valores obtenidos fueron similares para ambas épocas de estudio (Tabla 14 y 15). La laguna “El mirador” tuvo el puntaje más alto en todos los monitoreos, considerándose ambientalmente buena, dentro de ella, la estación E-9 presento los puntajes más altos y mejores condiciones durante el estudio, considerándose muy buenas ambientalmente. En tanto las lagunas “Mayor” y “Menor” fueron consideradas con una calificación de Buena para todas las estaciones evaluadas, pero con una puntuación relativamente más baja. En contraste la laguna Pisciplaya presentó el puntaje más bajo,

considerándose ambientalmente regular, aquí las estaciones E-6 y E-7 registraron los valores más bajo durante el estudio, considerándose ambientalmente Regular para todos los meses de evaluación.

Tabla 15. Valoración ambiental (Moss 2006) de las estaciones de muestreo y las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Agosto y noviembre del 2015.

Laguna	Estación	VALORACIÓN AMBIENTAL (Moss 2006)							
		AGOSTO				OCTUBRE			
		Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor
Mayor	E-1	619	Bueno			629	Bueno		
	E-2	619	Bueno			629	Bueno		
	E-3	563	Bueno	607	Bueno	573	Bueno	617	Bueno
	E-4	614	Bueno			624	Bueno		
	E-5	619	Bueno			629	Bueno		
Pisciplaya	E-6	449	Regular			459	Regular		
	E-7	449	Regular	449	Regular	459	Regular	459	Regular
Menor	E-8	631	Bueno	631	Bueno	636	Bueno	636	Bueno
El Mirador	E-9	743	Bueno	743	Bueno	748	Bueno	748	Bueno

6.2. Caracterización físico-química del agua

En el primer monitoreo (marzo), la fluctuación de la temperatura del agua estuvo entre 25,9 °C (E-2) y 31,40 °C (E-3). La concentración de oxígeno disuelto, varió notablemente entre las estaciones de muestreo, registrando los valores más altos en la laguna Menor (E-8), en contraste se registraron los valores más bajos en la laguna Mayor (E-2). El pH varió desde valores casi neutros en la laguna Mayor (E-8) hasta alcalinos en la laguna El mirador (E-9).

Tabla 16. Parámetros físico-químicos del agua por lagunas y estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Época de mayor nivel del agua (marzo, 2015).

Laguna	Estación	Temperatura del Agua (C°)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Conductividad Eléctrica (mS/cm)
Mayor	E-1	26,7	6,99	7,78	14,20
	E-2	25,9	3,87	7,22	17,06
	E-3	31,4	7,56	7,92	15,3
	E-4	30,7	8,09	8,05	16,22
	E-5	30	9,06	7,57	-
Pisciplaya	E-6	28,6	9,42	8,19	17,48
	E-7	29,4	5,67	7,51	16,26
Menor	E-8	30,2	12,37	8,27	-
El Mirador	E-9	30,4	11,66	8,76	-

La conductividad eléctrica tuvo los valores más bajos en la laguna Mayor en la estación E-1 y los más altos en la laguna Pisciplaya en la estación E-6, cabe mencionar que las estaciones E-5, E-8 y E-9 no registro valores para conductividad eléctrica con el equipo utilizado para el mes de marzo (Tabla 16).

Para la segunda evaluación del mes de junio, la fluctuación de la temperatura del agua estuvo entre 26,3 °C (E-8) y 31,50 °C (E-1). La concentración de oxígeno disuelto, varió notablemente entre las estaciones de muestreo, registrando los valores más altos en la laguna Mayor (E-1), en contraste se registraron los valores más bajos en la laguna El mirador en la estación E-9. El pH varió desde valores ligeramente ácidos en la laguna Mayor hasta valores alcalinos en la laguna El mirador (E-9).

La conductividad eléctrica tuvo los valores más bajos en la laguna Mayor en la estación E-5 y los más altos en la laguna Pisciplaya en la estación E-6, cabe mencionar que la estación E-8 no registro valores para conductividad eléctrica con el equipo utilizado para el mes de junio (Tabla 17).

Tabla 17. Parámetros físico-químicos del agua por lagunas y estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Época de menor nivel del agua (junio, 2015).

Laguna	Estación	Temperatura del Agua (C°)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Conductividad Eléctrica (mS/cm)
Mayor	E-1	31.5	11.36	7.91	16.13
	E-2	28.3	10.04	7.51	16.23
	E-3	26.4	5.24	7.55	16.16
	E-4	28.4	7.32	7.72	16.36
	E-5	26.8	5.21	6.98	14.82
Pisciplaya	E-6	28.8	8.61	7.84	16.66
	E-7	29.7	5.96	7.51	15.33
Menor	E-8	26.3	5.90	7.93	-
El Mirador	E-9	26.4	4.67	8.45	15.04

La tercera evaluación realizada en el mes de agosto nos registró que, la oscilación de la temperatura del agua estuvo entre 21,4 °C (E-7) y 23,9 °C (E-2). La concentración de oxígeno disuelto, varió notablemente entre las

estaciones de muestreo, registrando los valores más altos en la laguna Mayor (E-2), en contraste se registraron los valores más bajos en la laguna Pisciplaya (E-7). El pH varió desde valores casi neutros en la laguna Pisciplaya (E-7) hasta alcalinos en la laguna El mirador (E-9). La conductividad eléctrica tuvo los valores más opuestos en una misma zona (la laguna Pisciplaya), donde el menor valor se registró en la estación E-7, mientras que el valor más altos en la estación E-6 (Tabla 18).

Tabla 18. Parámetros físico-químicos del agua por lagunas y estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Época de menor nivel del agua (agosto, 2015).

Laguna	Estación	Temperatura del Agua (C°)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Conductividad Eléctrica (mS/cm)
Mayor	E-1	22.6	4.61	7.70	16.83
	E-2	23.9	14.81	8.37	13.90
	E-3	23.2	5.55	7.67	16.99
	E-4	21.5	7.35	7.86	17.05
	E-5	22.6	6.95	7.56	8.51
Pisciplaya	E-6	22.7	8.79	7.79	33.26
	E-7	21.4	4.15	7.45	8.09
Menor	E-8	23.8	11.41	8.10	17.84
El Mirador	E-9	21.7	4.36	8.65	32.8

Finalmente en el mes de octubre, la fluctuación de la temperatura del agua estuvo entre 23,8 °C (E-9) y 30,8 °C (E-8). La concentración de oxígeno disuelto, varió notablemente entre las estaciones de muestreo, registrando los valores más altos en la laguna Menor (E-8), en contraste se registraron los valores más bajos en la laguna El mirador en la estación E-9.

Tabla 19. Parámetros físico-químicos del agua por lagunas y estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Época de menor nivel del agua (octubre, 2015).

Laguna	Estación	Temperatura del Agua (C°)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Conductividad Eléctrica (mS/cm)
Mayor	E-1	29.5	11.04	8.10	8.22
	E-2	27.1	8.69	7.84	7.83
	E-3	28.4	6.36	7.97	7.86
	E-4	28.2	9.14	8.28	8.24
	E-5	30.2	10.87	8.53	18.66
Pisciplaya	E-6	25.3	6.11	7.82	8.63
	E-7	29	4.50	7.68	7.75
Menor	E-8	30.8	15.58	8.39	6.45
El Mirador	E-9	23.8	3.65	7.65	14.4

El pH varió desde valores casi neutros en la laguna El mirador hasta valores alcalinos en la laguna Mayor (E-5). La conductividad eléctrica tuvo los valores más bajos en la laguna Menor en la estación E-8 y los más altos en la laguna Mayor en la estación E-5 (Tabla 19).

6.3. Composición de la entomofauna acuática

Se identificaron 25 especies de insectos acuáticos en las cuatro evaluaciones, agrupadas en 5 órdenes y 20 familias. El orden Díptera presentó la mayor riqueza con 12 especies, agrupadas en 8 familias, de las cuales Chironomidae presentó la mayor riqueza con 5 especies. En segundo lugar, el orden Coleoptera con 6 especies en 5 familias, siendo Hydrophilidae las de mayor riqueza con 2 especies.

Tabla 20. Composición y abundancia de la entomofauna acuática en los humedales de Ventanilla (Callao, Perú). 2015.

ORDEN	FAMILIA	SUB-FAMILIA / ESPECIE	MARZO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE	TOTAL
ODONATA	Coenagrionidae	<i>Ischnura</i> sp.	102	124	147	159	532
	Libellulidae	<i>Erithrodiplox</i> sp.	7	3	3	17	30
	Aeshnidae	<i>Rhionaeshna</i> sp.	2	1	0	0	3
EPHEMEROPTERA	Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.	0	0	3	6	9
	Haliplidae	<i>Halipus</i> sp.	0	4	0	3	7
	Hydraenidae	<i>Gymnochthebius</i> sp.	9	0	0	0	9
COLEOPTERA	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp.	7	0	0	0	7
		<i>Tropisternus</i> sp.	2	8	13	48	71
	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp.	0	2	1	0	3
	Staphylinidae	<i>Thinobius</i> sp.	0	5	0	0	5
HEMIPTERA	Corixidae	<i>Corixa</i> sp.	160	397	364	11	932
	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	0	4	30	507	541
	Mesoveliidae	<i>Mesovelgia</i> sp.	0	1	0	0	1
DIPTERA	Chironomidae	Chironominae	119	234	385	239	977
		Orthoclaadiinae	17	1	35	25	78
		Podonominae	0	0	79	8	87
		Alotanypus sp.	0	9	35	134	178
		Tanypodinae/ <i>Procladius</i> sp.	0	0	1	0	1
	Sphyrodidae	<i>Sycorax</i>	0	0	0	8	8
	Stratiomyidae	<i>Odontomyia</i>	34	57	116	115	322
	Empididae	<i>Hemerodromia</i> sp.	3	11	47	20	81
	Ephydriidae	<i>Dimecoenia</i> sp.	13	20	38	11	82
	Tabanidae	<i>Chrysops</i> sp.	0	1	0	0	1
	Syrphidae	<i>Eristalis</i> sp.	0	0	7	2	9
	Culicidae	<i>Culex</i> sp.	0	0	13	35	48
ESPECIES	TOTAL	12	17	17	17	25	
ABUNDANCIA	TOTAL	475	882	1317	1348	4022	

El orden Hemiptera presentó 3 especies en 3 familias, siendo Corixidae la de mayor riqueza con 932 especies, mientras que el orden Odonata también presentó 3 especies en 3 familias, siendo Coenagrionidae la de mayor riqueza con 532 especies. Finalmente el orden Ephemeroptera presentó la menor riqueza con solo una especie, de la familia Baetidae (Tabla 20).

La abundancia total de insectos acuáticos fue de 4 022 individuos sumando las cuatro evaluaciones. El orden Díptera presentó la mayor abundancia con 1 872 individuos, en 8 familias, de las cuales Chironomidae presentó la mayor abundancia con 1 321 individuos. En segundo lugar, el orden Hemiptera con 1474 individuos en 3 familias, siendo Corixidae la de mayor abundancia con 932 individuos. El orden Odonata registro el cuarto lugar en abundancia, registrando 565 individuos en 3 familias, siendo Coenagrionidae la de mayor abundancia con 532 individuos. En tanto el orden Coleoptera presentó una abundancia con 102 individuos en 5 familias, siendo Hydrophilidae la que presentó mayor abundancia con 78 individuos. Finalmente el orden Ephemeroptera presentó la menor abundancia con 9 individuos de la familia Baetidae. (Figura 4).

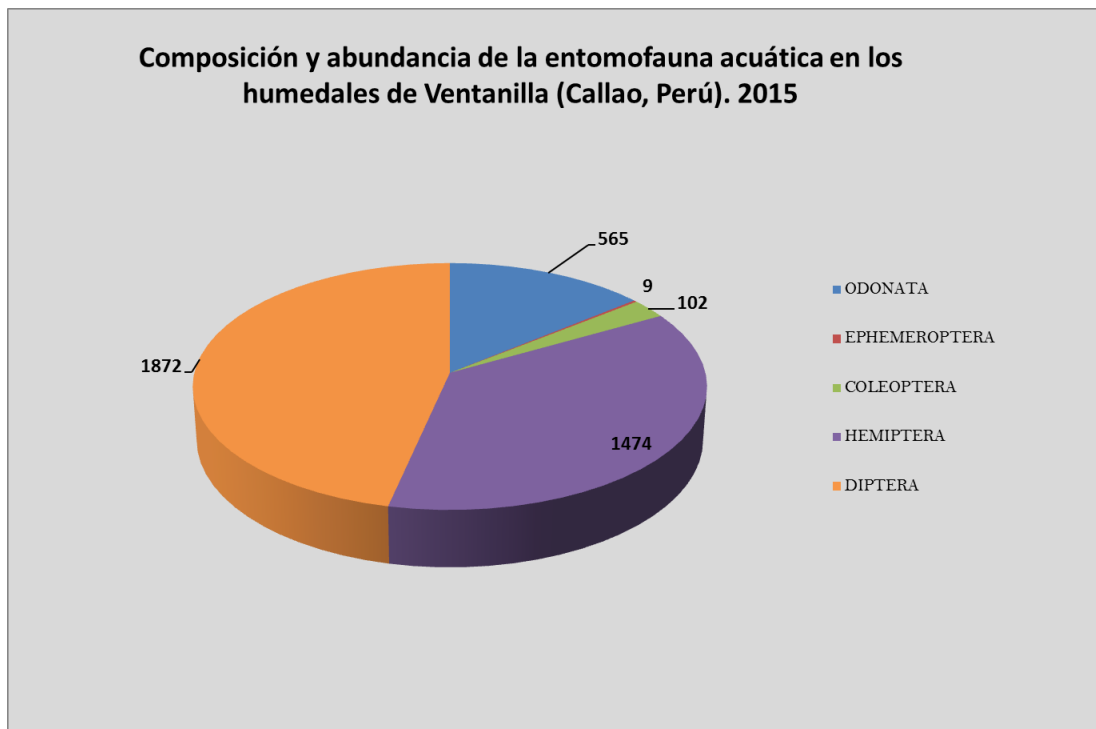


Figura 4. Composición y abundancia de los insectos acuáticos en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). 2015.

Para el primer monitoreo (marzo) la abundancia total fue de 475 individuos, repartidos en 10 familias y 12 especies; siendo el orden Díptera el que presento mayor abundancia con 186 especies en su mayoría de la familia de los Chironomidae, mientras que el orden Coleoptera registro la menor abundancia con 18 individuos, con la familia Hydraenidae.

Para el caso del segundo monitoreo (junio) la abundancia total fue de 882 individuos, en 4 ordenes, 15 familias y 17 especies. El orden Hemiptera fue el más representativo con 402 individuos, registrando 398 individuos solo de la familia Corixidae; mientras que el orden menos abundante fue Coleoptera con 19 individuos de las familias Hydrophilidae (8 ind.), Staphylinidae (5 ind.), Haliplidae (4 ind) y Elmidae (2 ind).

En el tercer monitoreo (agosto) la abundancia total fue de 1 317 individuos, en 5 ordenes, 13 familias y 17 especies. El orden Díptera fue el más abundante con 756 individuos, repartidos en las familias Chironomidae, Sphychodidae, Stratiomyidae, Empididae, Ephydridae, Syrphidae y Culicidae. Mientras que el orden Hemiptera registró 394 individuos repartidos en las familias Corixidae y Notonectidae. Luego se registra el orden Odonata con 150 individuos, con las familias Coenagrionidae y Libellulidae. Cabe mencionar que para este monitoreo se registraron por primera vez el orden Hemiptera con la familia Baetidae (3 ind).

Finalmente para el ultimo monitoreo (octubre) la abundancia fue de 1 348 individuos, en 5 ordenes, 14 familias y 17 especies. El orden Díptera fue el más abundante con 507 individuos, siendo la familia más abundante la Chironomidae con 406 individuos. En segundo lugar el orden Hemiptera registró 518 individuos repartidos en las familias Corixidae y Notonectidae. Seguido del orden Odonata con 176 individuos.

6.4. Riqueza específica por estaciones de muestreo

En los meses de evaluación, las estaciones de muestreo que presentaron un mayor promedio del número de especies fueron E-4 (laguna Mayor) y E-9 (laguna El mirador) del mes de agosto con 11 y 12 especies, respectivamente. En contraste, la estación con un menor promedio del número de especies fue E-6 (laguna Pisciplaya) con 0 especies monitoreo el mes de octubre, respectivamente (Tabla 21).

Según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “K” muestras independientes, no existieron diferencias significativas de la riqueza de especies entre las estaciones de muestreo del primer monitoreo en marzo ($H > 36,00$ y $p = 0,29$), el segundo en junio ($H > 45,00$ y $p = 0,27$), en agosto ($H > 63,00$ y $p = 0,24$) y finalmente en octubre ($H > 36,00$ y $p = 0,29$) (Anexo 3).

Tabla 21. Número promedio de especies de la entomofauna acuática, considerando las 3 réplicas, por lagunas y estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

LAGUNA	ESTACIÓN	ESPECIES (sp)			
		MARZO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
Mayor	E-1	7	3	9	6
	E-2	3	4	3	6
	E-3	5	5	7	7
	E-4	5	6	11	5
	E-5	6	7	6	6
Pisciplaya	E-6	6	6	4	0
	E-7	3	7	6	5
Menor	E-8	4	4	5	6
El Mirador	E-9	3	8	12	9

Según la prueba no paramétrica de Wilcoxon para “2” muestras dependientes, no existieron diferencias significativas de la riqueza de especies entre todos los meses de evaluación de estudio (Anexo 4).

6.5. Abundancia de individuos por estaciones de muestreo

En los meses de evaluación, la estación de muestreo que presentaron un mayor promedio de la abundancia de individuos fue E-9 (laguna El mirador) con 623

individuos para el mes de agosto y con 399 individuos para el mes de octubre respectivamente.

Tabla 22. Abundancia promedio de individuos de la entomofauna acuática, considerando las 3 réplicas, por lagunas y estaciones de muestreo en los humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

LAGUNA	ESTACIÓN	INDIVIDUOS (Ind.)			
		MARZO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
Mayor	E-1	101	74	349	102
	E-2	12	48	79	51
	E-3	15	155	153	225
	E-4	50	15	94	70
	E-5	122	40	26	121
Pisciplaya	E-6	75	80	69	0
	E-7	19	50	64	35
Menor	E-8	71	241	84	121
El Mirador	E-9	10	179	399	623

En contraste, las estaciones con un menor promedio de la abundancia de individuos fueron las registradas en el mes de marzo en E-2 (laguna Mayor) y E-9 con 12 y 10 individuos, respectivamente; cabe mencionar que registro un valor de 0 individuos para la estación E-6 en el mes de octubre (Tabla 22).

Según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “K” muestras independientes, no existieron diferencias significativas de la abundancia de especies entre las estaciones de muestreo del primer monitoreo en marzo ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), el segundo en junio ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), el tercero en agosto ($H > 72,00$ y $p = 0,23$) y finalmente en octubre ($H > 63,00$ y $p = 0,24$) (Anexo 5).

Según la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney para “2” muestras dependientes, no existieron diferencias significativas de la abundancia de individuos entre todos los meses de evaluación de estudio (Anexo 6).

6.6. Estructura comunitaria

En esta sección, se analizó la estructura de la comunidad a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y del índice de equidad de Pielou (J') considerando las 3 réplicas tomadas en cada estación de muestreo, luego se aplicaron pruebas estadística no paramétricas para describir el comportamiento

de los datos, y determinar si existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo (diferencia espacial) y entre las épocas de estudio (diferencia temporal).

6.6.1. Índice de diversidad Shanon-Winner (H')

En todas las temporadas de evaluación, las estaciones de muestreo que presentaron un menor promedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fueron E-7 y E-5 (laguna Mayor) con 0,41 y 0,64 bitios/individuo, respectivamente para el mes de marzo. En contraste, las estaciones con un mayor promedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fueron E-4 (laguna Mayor) con 2,08 bitios/individuo y E-9 (laguna El mirador) con 1,74 bitios/individuo para el mes de agosto (Tabla 23) (Figura 5).

Tabla 23. Índice de Diversidad de Shannon- Wiener (H') promedio de la entomofauna acuática, considerando las 3 réplicas, por lagunas y estaciones de muestreo en los humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

LAGUNA	ESTACIÓN	SHANNON-WIENER (H')			
		MARZO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
Mayor	E-1	1.29	0.74	1.49	0.72
	E-2	1.08	0.89	0.66	1.41
	E-3	1.49	1.05	1.22	1.49
	E-4	1.37	1.49	2.08	1.01
	E-5	0.64	1.33	1.50	1.47
Pisciplaya	E-6	1.21	1.04	0.75	-
	E-7	0.41	1.22	1.32	0.91
Menor	E-8	0.93	0.89	1.24	0.96
El Mirador	E-9	0.94	0.91	1.74	0.76

Según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para "K" muestras independientes, no existieron diferencias significativas del índice de diversidad de Shannon-Wiener entre las estaciones de muestreo del primer monitoreo en marzo ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), el segundo en junio ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), en agosto ($H > 72,00$ y $p = 0,23$) y finalmente en octubre ($H > 63,00$ y $p = 0,23$) (Anexo 7).

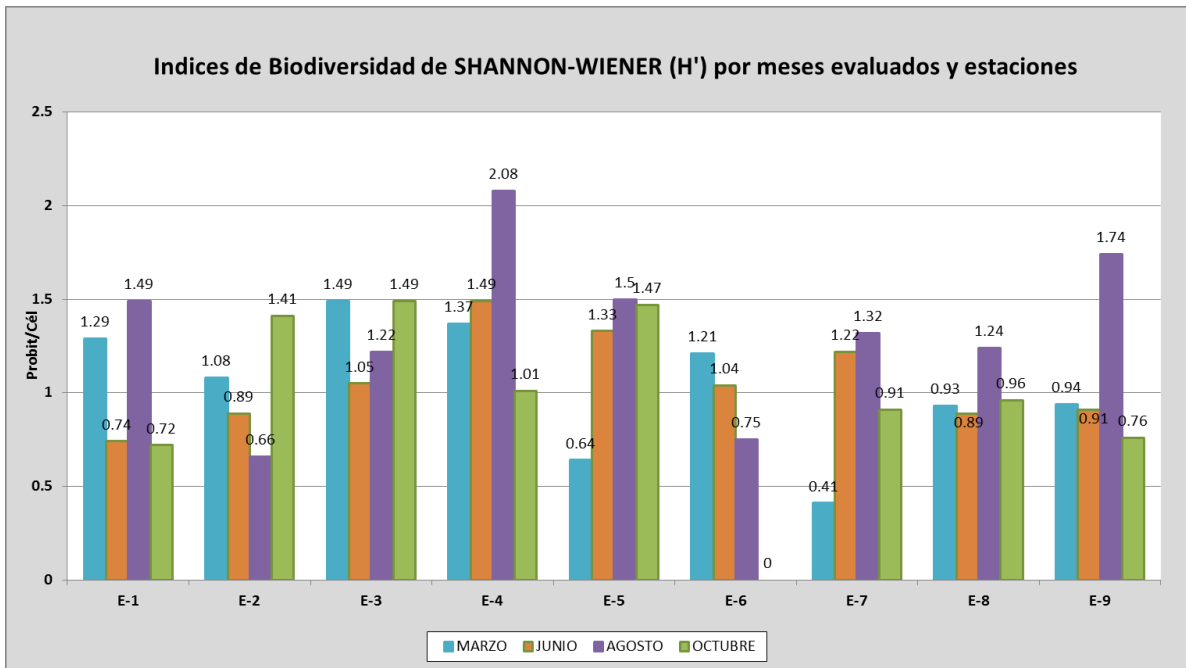


Figura 5. Índices de Shannon - Wiener por estaciones y meses de evaluación en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

Según la prueba no paramétrica de Wilcoxon para “2” muestras dependientes, no existieron diferencias significativas del índice de diversidad de Shannon-Wiener entre todos los meses de evaluación de estudio (Anexo 8).

6.6.2. Índice de equidad de Pielou (J')

En el presente estudio durante todos los meses de evaluación, las estaciones de muestreo que presentaron un mayor promedio del índice de equidad de Pielou (J') fueron E-2 y E-3 (laguna Mayor) con 0,98 y 0,93, respectivamente para el mes de marzo. En contraste, las estaciones con un menor promedio del índice de equidad de Pielou (J') fueron E-1 (laguna Mayor) con 0,40 y E-9 (laguna El mirador) con 0,34 para el mes de octubre (Tabla 24).

Según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para “K” muestras independientes, no existieron diferencias significativas del índice de diversidad de Shannon-Wiener entre las estaciones de muestreo del primer monitoreo en marzo ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), el segundo en junio ($H > 72,00$ y $p = 0,23$), en agosto ($H > 72,00$ y $p = 0,23$) y finalmente en octubre ($H > 63,00$ y $p = 0,23$) (Anexo 9).

Tabla 24. Índice de Equidad de Pielou (J') promedio de la entomofauna acuática, considerando las 3 réplicas, por lagunas y estaciones de muestreo en los humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

LAGUNA	ESTACIÓN	EQUIDAD PIELOU (J')			
		MARZO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
Mayor	E-1	0.66	0.68	0.68	0.40
	E-2	0.98	0.64	0.60	0.79
	E-3	0.93	0.65	0.63	0.77
	E-4	0.85	0.83	0.87	0.63
	E-5	0.36	0.68	0.83	0.82
Pisciplaya	E-6	0.68	0.58	0.54	-
	E-7	0.37	0.63	0.74	0.57
Menor	E-8	0.67	0.64	0.77	0.53
El Mirador	E-9	0.86	0.44	0.70	0.34

Según la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney para “2” muestras dependientes, no existieron diferencias significativas del índice de equidad de Pielou entre todos los meses de evaluación de estudio (Anexo 10).

6.7. Análisis multivariado

Según el Análisis de Similitud (ANOSIM) de la entomofauna acuática, sí existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo en todos los meses evaluados ($R=0,131$ y $p=0,01$), evidenciando la heterogeneidad espacial de la comunidad de insectos acuáticos en los humedales de Ventanilla, principalmente en la estaciones E-1, E-2, E-9. Estos resultados se complementan con el Análisis de Similitud Porcentual (SIMPER), donde se apreció disimilitudes de hasta 79,94% entre las estaciones E-7 y E-9 (Anexo 13) y disimilitudes de hasta 78,59% entre las estaciones de E-6 y E-9 (Anexo 14).

Según el ANOSIM de la entomofauna acuática entre los meses de estudio, sí existen diferencias significativas entre las temporadas de estudio ($R=0,08$ y $p=0,02$), evidenciando la heterogeneidad temporal de la comunidad de insectos acuáticos en los humedales de Ventanilla principalmente para los meses de marzo y octubre. Estos resultados fueron complementados con el SIMPER para todos los meses de estudio, viendo disimilitudes de hasta 66.9% entre los meses de marzo y octubre (Anexo 15).

El análisis de agrupamiento de la entomofauna acuática utilizando el método no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS), para las estaciones de muestreo durante las temporadas evaluadas, muestra dos grupos con un nivel de similitud del 45% y un valor de stress significativo (0,19). A nivel espacial, el nMDS mostró agrupamiento entre las lagunas Mayor (E-1, E-2, E-3; E-4 y E-5) y Pisciplaya (E-6 y E-7). Esto evidenciaría la heterogeneidad espacial de la comunidad de insectos acuáticos explicada por el tamaño de las lagunas, y la cantidad de estaciones dentro de la laguna Mayor y por lo tanto la de mayor resiliencia y estabilidad ambiental, por eso sus estaciones se agrupan al 45% de similaridad, y en el caso de las lagunas; Menor y El mirador, la heterogeneidad espacial es más fuerte ya que sus estaciones no se agrupan entre sí, esto debido a que presentan un menor tamaño y por lo tanto una menor resiliencia y estabilidad ambiental (Figura 3).

A nivel temporal, el nMDS mostró agrupamiento entre las estaciones de la laguna Mayor para todos los meses de estudio a un 45% de similaridad, en el caso de las lagunas Menor y El mirador las estaciones si se diferencian principalmente para los meses de marzo y octubre. Esto evidenciaría la heterogeneidad temporal de la comunidad de insectos acuáticos explicada por la hidrología del humedal (épocas de menor y mayor nivel de agua). (Figura 19).

Humedales de Ventanilla, Callao - Peru

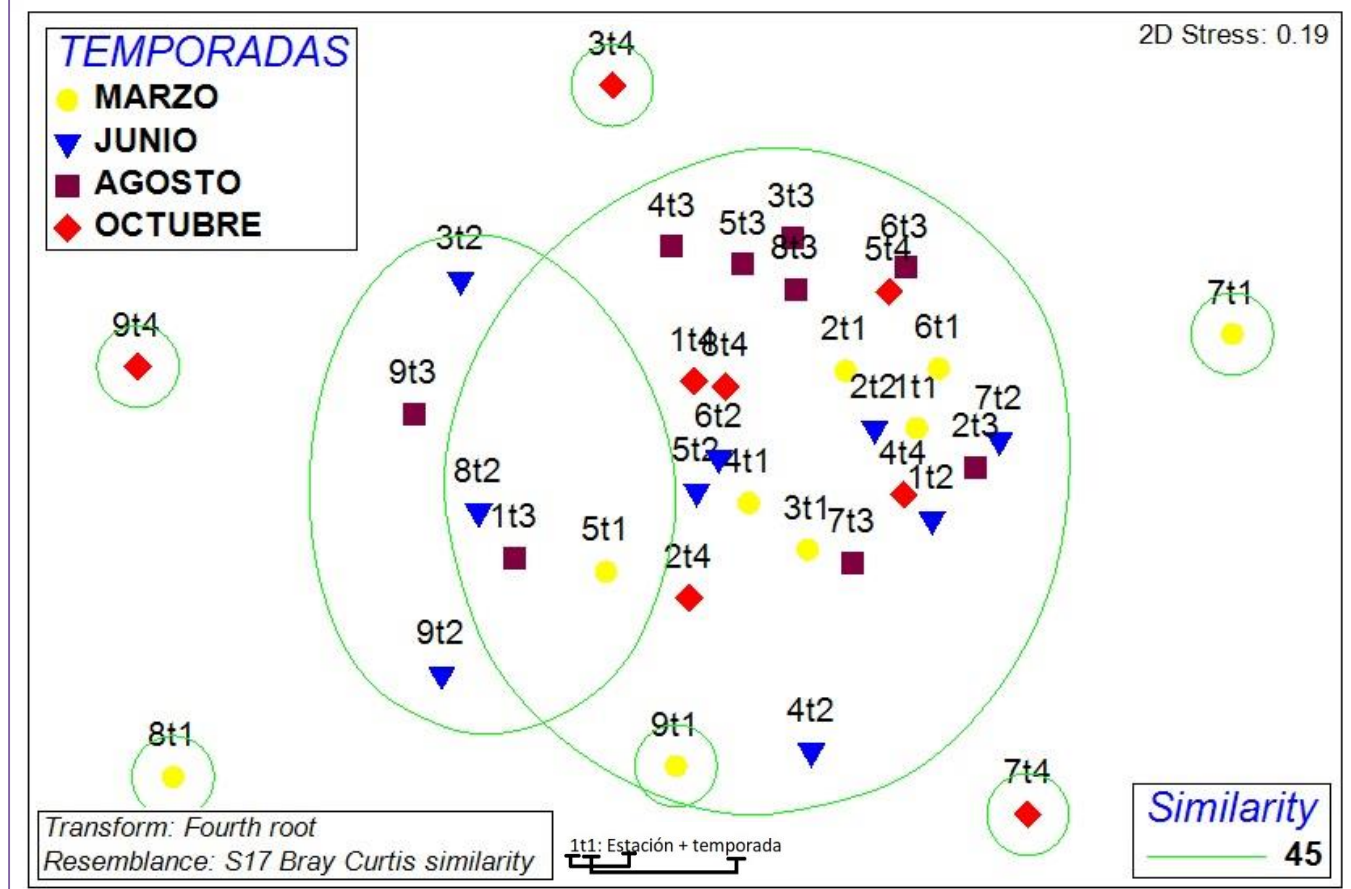


Figura 6. Análisis no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) por estaciones de muestreo en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Laguna Mayor (E-1; E-2; E-3; E-4 y E-5), laguna Pisciplaya (E-6 y E-7), laguna Menor (E-8) y laguna El mirador (E-9).

6.8. Métricas de Bioindicación

En este capítulo se desarrollaron métricas de bioindicación para caracterizar la calidad ambiental de las estaciones de muestreo, utilizando la comunidad de insectos acuáticos, con el objetivo de determinar la(s) métrica(s) que mejor se adapte(n) a las condiciones de los humedales de Ventanilla durante las dos épocas de estudio. Los índices se agruparon en dos tipos: unimétricos y multimétricos.

6.8.1. Índices Unimétricos

Son aquellos índices que utilizan una sola métrica para determinar la calidad ambiental. Se dividieron en dos tipos: métricas simples e índices bióticos.

6.8.1.1. Métricas simples

6.8.1.1.1. Diversidad de Shannon-Wiener (H')

Según los valores de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en las cuatro evaluaciones, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde moderadamente poluida hasta fuertemente poluida.

Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron en E-3 (laguna Mayor) para los meses de marzo y octubre, E-4 (Laguna Mayor) para los meses de junio y agosto; considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua limpia, y las que presentaron los valores más bajos fueron E-8 (laguna Las Delicias) y E-9 (laguna Sur) considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua moderadamente poluida (Tabla 25 y 26).

Tabla 25. Diversidad de Shannon-Wiener de la entomofauna acuática y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo y junio de 2015.

		SHANNON-WIENER (H')			
LAGUNA	ESTACIÓN	MARZO		JUNIO	
		Valor	Calidad de Agua	Valor	Calidad de Agua
Mayor	E-1	1,28	Moderadamente poluida	0,74	Fuertemente poluida
	E-2	1,08	Moderadamente poluida	0,89	Fuertemente poluida
	E-3	1,49	Moderadamente poluida	1,05	Moderadamente poluida
	E-4	1,36	Moderadamente poluida	1,49	Moderadamente poluida
	E-5	0,64	Fuertemente poluida	1,33	Moderadamente poluida
Pisciplaya	E-6	1,21	Moderadamente poluida	1,04	Moderadamente poluida
	E-7	0,41	Fuertemente poluida	1,22	Moderadamente poluida
Menor	E-8	0,93	Fuertemente poluida	0,89	Fuertemente poluida
El Mirador	E-9	0,94	Fuertemente poluida	0,91	Fuertemente poluida

En tanto las estaciones que presentaron los valores más bajos fueron en E-7 (laguna Pisciplaya) para los meses de marzo y agosto, E-1 (laguna Mayor) para los meses de junio y octubre; considerándose, para este índice, con calidad del

agua fuertemente poluida (Tabla 25 y 26). Finalmente podemos mencionar que la estación E-6 no registro valores por no encontrarse individuos para el mes de octubre (2015).

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre la diversidad de Shannon-Wiener y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en marzo, junio, agosto y octubre la correlación fue baja y no significativa ($R= 0.17$) (Anexo 16).

Tabla 26. Diversidad de Shannon-Wiener de la entomofauna acuática y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Agosto y octubre de 2015.

LAGUNA	ESTACIÓN	SHANNON-WIENER (H')			
		AGOSTO		OCTUBRE	
		Valor	Calidad de Agua	Valor	Calidad de Agua
Mayor	E-1	1,49	Moderadamente poluida	0,72	Fuertemente poluida
	E-2	0,65	Fuertemente poluida	1,41	Moderadamente poluida
	E-3	1,23	Moderadamente poluida	1,49	Moderadamente poluida
	E-4	2,08	Moderadamente poluida	1,01	Moderadamente poluida
	E-5	1,50	Moderadamente poluida	1,47	Moderadamente poluida
Pisciplaya	E-6	0,75	Fuertemente poluida	-	-
	E-7	1,32	Moderadamente poluida	0,91	Fuertemente poluida
Menor	E-8	1,24	Moderadamente poluida	0,96	Fuertemente poluida
El Mirador	E-9	1,74	Moderadamente poluida	0,76	Fuertemente poluida

6.8.1.2. Índices bióticos

6.8.1.2.1. Índice de Monitoreo Biológico adaptado para Colombia (por sus siglas en inglés BMWP/Col)

Según los valores del BMWP/Col, considerando la entomofauna acuática, obtenidos en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde dudosa hasta muy crítica. Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron E-4 (laguna Mayor) y E-9 (laguna El mirador) en el mes de agosto (2015) considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua dudosa, y las que presentaron los valores más bajos fueron E-1 (laguna Mayor) para el mes de junio, E-2 (Laguna Mayor) para

los meses de marzo y agosto, E-6 (Laguna Pisciplaya) para los meses de agosto y octubre, E-7 (Laguna Pisciplaya) para el mes de octubre, E-8 (Laguna Menor) para el mes de marzo y E-9 (laguna El mirador) para el mes de marzo considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Muy crítica para todos los meses evaluados; en tanto para las demás estaciones se registraron con calidad de agua Critica (Tabla 27).

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores de BMWP/Col utilizando la entomofauna acuática y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en marzo la correlación fue baja y no significativa ($R = -0.55$), en junio la correlación fue baja y no significativa ($R = -0.19$), en agosto la correlación fue moderada y no significativa ($R = 0.40$) y en octubre la correlación fue mayor y significativa ($R = 1.00$) (Anexo 13).

Tabla 27. Valores del BMWP/ Col utilizando la entomofauna acuática y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	BMWP/Col (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	28	Critica	12	Muy crítica	34	Critica	22	Critica
E-2	13	Muy crítica	19	Critica	15	Muy crítica	25	Critica
E-3	26	Critica	26	Critica	21	Critica	24	Critica
E-4	23	Critica	27	Critica	38	Dudosa	22	Critica
E-5	23	Critica	35	Critica	26	Critica	28	Critica
E-6	24	Critica	28	Critica	13	Muy crítica	0	Muy crítica
E-7	19	Critica	35	Critica	27	Critica	15	Muy crítica
E-8	15	Muy crítica	17	Critica	17	Critica	22	Critica
E-9	13	Muy crítica	32	Critica	44	Dudosa	35	Critica

*Calificación de colores de acuerdo a la Tabla 03.

6.8.1.2.2. Puntaje Promedio por Taxón (por sus siglas en inglés ASPT)

Según los valores del ASPT, considerando la entomofauna acuática, obtenidos en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del

agua desde Excelente hasta pobre. Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron E-3 (laguna Mayor) y E-6 (laguna Pisciplaya) en el mes de agosto (2015) así como para la estación E-7 (laguna Pisciplaya) en el mes de Marzo considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua excelente; y las que presentaron los valores más bajos fueron E-1 (laguna Mayor) para el mes de octubre, E-5 (Laguna Mayor) y E-8 (laguna Menor) para el mes de marzo, E-6, E-7, E-8 y E-9 para el mes de octubre considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Pobre para todos los meses evaluados. (Tabla 28).

Tabla 28. Valores del ASPT utilizando la entomofauna acuática y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	ASPT (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	4,7	Moderada	4,0	Moderadamente pobre	4,9	Moderada	3,7	Pobre
E-2	4,3	Moderadamente pobre	4,8	Moderada	5,0	Buena	5,0	Buena
E-3	5,2	Buena	5,2	Buena	7,0	Excelente	4,8	Moderada
E-4	4,6	Moderada	5,4	Buena	4,8	Moderada	4,4	Moderadamente pobre
E-5	3,8	Pobre	5,0	Buena	5,2	Buena	5,6	Muy buena
E-6	4,8	Moderada	4,7	Moderada	6,5	Excelente	0,0	Pobre
E-7	6,3	Excelente	5,8	Muy buena	5,4	Buena	3,8	Pobre
E-8	3,8	Pobre	4,3	Moderadamente pobre	5,7	Muy buena	3,7	Pobre
E-9	4,3	Moderadamente pobre	4,0	Moderadamente pobre	4,0	Moderadamente pobre	3,9	Pobre

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores del ASPT utilizando la entomofauna acuática y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en marzo la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,52$), en junio la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,38$), en agosto la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,37$) y en octubre la correlación fue mayor pero no significativa ($R = 0,45$) (Anexo 13).

6.8.1.2.3. Puntaje de Contaminación en los Humedales del Cisne usando Macroinvertebrados Acuáticos (por sus siglas en inglés SWAMPS).

Según los valores del SWAMPS, considerando la entomofauna acuática, obtenidos en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde buena calidad hasta severo. Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron en su mayoría las evaluadas en el mes de agosto E-3 y E-4 (laguna Mayor), E-6 (laguna Pisciplaya) y E-8 (laguna Menor) considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Buena calidad.

En tanto las que presentaron los valores más bajos fueron en su mayoría las registradas en el mes de junio (2015), estaciones como: E-5 (laguna Mayor), E-6 (Laguna Pisciplaya), E-8 (Laguna Menor) y E-9 (laguna El mirador) considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Severa; seguidos de las estaciones E-8 y E-9 para el mes de marzo así como las estaciones E-6 y E-9 para el mes de octubre (Tabla 29).

Tabla 29. Valores del SWAMPS utilizando la entomofauna acuática y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	SWAMPS (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	5,7	Dudosa	5,3	Dudosa	5,4	Dudosa	4,7	Moderado
E-2	5,0	Dudosa	5,8	Dudosa	6,0	Dudosa	5,4	Dudosa
E-3	4,8	Moderado	4,2	Moderado	11,7	Buena calidad	6,6	Buena calidad
E-4	4,4	Moderada	4,4	Moderado	7,3	Buena calidad	5,9	Dudosa
E-5	4,7	Moderado	3,1	Severo	6,0	Dudosa	7,0	Buena calidad
E-6	6,6	Buena calidad	3,8	Severo	10,0	Buena calidad	0,0	Severo
E-7	6,7	Buena calidad	6,2	Buena calidad	6,0	Dudosa	7,8	Buena calidad
E-8	1,8	Severo	2,8	Severo	8,3	Buena calidad	4,7	Moderado
E-9	3,7	Severo	2,9	Severo	4,1	Moderado	3,4	Severo

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores del SWAMPS utilizando la entomofauna acuática y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en marzo la correlación fue baja y significativa ($R = -0,82$), en junio la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,17$), en agosto la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,11$) y en octubre la correlación fue baja pero no significativa ($R = 0,05$) (Anexo 13).

6.8.2. Índices Multimétricos

Son aquellos índices que combinan el valor independiente de diversas métricas en una puntuación final para determinar la calidad ambiental en un ecosistema.

6.8.2.1. Índices biológicos de integridad

6.8.2.1.1. Índice de Integridad Biótica para Lagos Interdunarios (IIBLI).

Según los valores del IIBLI en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde Buena hasta Mala. Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron E-4 (agosto y octubre) y E-7 (octubre) considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Buena, y las que presentaron los valores más bajos fueron en su mayoría las evaluadas en el mes de agosto, estaciones como: E-1, E-2, E-3, E-6, E-7 y E-8; seguido de las estaciones: E-1, E-3, E-4, E-8 y E-9 considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Mala (Tabla 30).

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores del IIBLI y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en Marzo la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,57$), en Junio la correlación fue baja y no significativa ($R = -0,60$), en agosto la correlación fue

baja y no significativa ($R= 0,37$) y en octubre la correlación fue baja pero no significativa ($R = -0,11$) (Anexo 13).

Tabla 30. Valores del IIBLI y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	INDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	25,0	Regular	17,0	Mala	20,0	Mala	27,0	Regular
E-2	20,0	Mala	26,0	Regular	19,0	Mala	20,0	Mala
E-3	26,0	Regular	16,0	Mala	15,0	Mala	18,0	Mala
E-4	20,0	Mala	17,0	Mala	31,0	Buena	31,0	Buena
E-5	24,0	Regular	21,0	Regular	21,0	Regular	27,0	Regular
E-6	22,0	Regular	21,0	Regular	14,0	Mala	0,0	Mala
E-7	26,0	Regular	23,0	Regular	19,0	Mala	31,0	Buena
E-8	19,0	Mala	16,0	Mala	14,0	Mala	26,0	Regular
E-9	20,0	Mala	20,0	Mala	23,0	Regular	15,0	Mala

6.8.2.1.2. Índice Biológico de Integridad en Humedales con Invertebrados (IBI).

Según los valores del IBI en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua muy pobre. Las estaciones que presentaron los valores de Muy pobre para el mes de marzo fueron E-3 y E-4, para el mes de junio fueron las estaciones E-3, E-4, E-5, E-7 y E-9, para el mes de agosto fueron las estaciones E-1, E-4, E-5, E-7 y E-9, finalmente para el mes de octubre solo la estación E-1 obtuvo la valoración. El resto de estaciones evaluadas en los diferentes meses no llegaron a una puntuación que les permitiera obtener una calificación ambiental, esto podría ser un indicativo del estado del Humedal y/o que no se considera otros grupos de macroinvertebrados para el presente estudio (Tabla 31).

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores del IBI y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que

en marzo la correlación fue baja y no significativa ($R= -0,57$), en junio la correlación fue baja y no significativa ($R= -0.60$), en agosto la correlación fue baja y no significativa ($R= 0,37$) y en octubre la correlación fue baja pero no significativa ($R= -0,11$) (Anexo 13).

Tabla 31. Valores del IBI y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	INDICE BIOLÓGICO DE INTEGRIDAD (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	7,0	-	5,0	-	10,0	Muy-pobre	5,0	-
E-2	9,0	-	7,0	-	7,0	-	10,0	Muy-pobre
E-3	10,0	Muy-pobre	10,0	Muy-pobre	7,0	-	4,0	-
E-4	12,0	Muy-pobre	12,0	Muy-pobre	11,0	Muy-pobre	9,0	-
E-5	8,0	-	10,0	Muy-pobre	11,0	Muy-pobre	9,0	-
E-6	7,0	-	8,0	-	5,0	-	2,0	-
E-7	8,0	-	10,0	Muy-pobre	10,0	Muy-pobre	4,0	-
E-8	8,0	-	5,0	-	9,0	-	5,0	-
E-9	9,0	-	11,0	Muy-pobre	14,0	Muy-pobre	6,0	-

6.8.2.1.3. Índice para Humedales de Wisconsin usando Macroinvertebrados (por sus siglas en inglés WWMI).

Según los valores del WWMI (2004) en los meses evaluados, las estaciones de muestreo presentaron una calidad del agua desde Pobre hasta Muy pobre. Las estaciones que presentaron los valores más altos fueron E-3 y E-4 en el mes de agosto (2015) y E-3 en el mes de octubre considerándose, para este índice, estaciones con calidad del agua Pobre; mientras que para todas las demás estaciones en todos los meses evaluados se registraron un valor de Muy pobre (Tabla 32).

Tabla 32. Valores del WWMI (2004) y calidad del agua en las estaciones de muestreo de los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú). Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Estación	INDICE BIOLÓGICO DE INTEGRIDAD (ENTOMOFAUNA ACUÁTICA)							
	MARZO		JUNIO		AGOSTO		OCTUBRE	
	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua	Valor	Calidad del agua
E-1	10,0	Muy pobre	6,0	Muy pobre	2,0	Muy pobre	10,0	Muy pobre
E-2	9,0	Muy pobre	9,0	Muy pobre	6,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre
E-3	8,0	Muy pobre	6,0	Muy pobre	12,0	Pobre	12,0	Pobre
E-4	10,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre	14,0	Pobre	7,0	Muy pobre
E-5	5,0	Muy pobre	8,0	Muy pobre	8,0	Muy pobre	10,0	Muy pobre
E-6	10,0	Muy pobre	6,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre
E-7	6,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre	3,0	Muy pobre	7,0	Muy pobre
E-8	1,0	Muy pobre	6,0	Muy pobre	11,0	Muy pobre	10,0	Muy pobre
E-9	5,0	Muy pobre	5,0	Muy pobre	9,0	Muy pobre	10,0	Muy pobre

Adicionalmente, se hizo el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores del WWMI y la valoración ambiental de Moss (2006), y probar la utilidad de esta métrica biológica para tipificar las estaciones de muestreo en el estudio. Se observó que en marzo la correlación fue baja y no significativa ($R=-0,57$), en junio la correlación fue baja y no significativa ($R= -0,60$), en agosto la correlación fue baja y no significativa ($R= 0,37$) y en octubre la correlación fue baja pero no significativa ($R= -0,11$) (Anexo 13).

6.8.3. Métricas de bioindicación por lagunas

En esta sección se determinó la calidad ambiental de las cuatro lagunas estudiadas a partir de las siete métricas utilizadas anteriormente. Además, se aplicó el análisis de correlación no paramétrico de Spearman, para determinar si existe correlación significativa entre los valores de las métricas de bioindicación y la valoración ambiental de Moss (2006), y seleccionar las que caracterizarían mejor las condiciones ambientales de las lagunas en Ventanilla.

Tabla 33. Correlación de Spearman entre la valoración ambiental de Moss (2006) y las siete métricas de bioindicación. Marzo, junio, agosto y octubre de 2015.

Rho de Spearman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
V.A. MARZO	Spearman	0,17	-0,55	-0,52	-0,83	-0,57	0,12	-
	Sig.	0,66	0,13	0,16	0,01	0,11	0,75	-
V.A. JUNIO	Spearman	-0,21	-0,19	-0,38	-0,16	-0,60	0,06	-
	Sig.	0,59	0,63	0,32	0,67	0,09	0,88	-
V.A. AGOSTO	Spearman	0,31	0,40	-0,37	-0,11	0,37	0,06	0,29
	Sig.	0,42	0,29	0,33	0,77	0,32	0,88	0,46
V.A. OCTUBRE	Spearman	0,52	1,00	0,45	0,05	-0,11	0,19	0,19
	Sig.	0,15	0,00	0,22	0,89	0,78	0,63	0,63

En marzo las métricas que presentaron mayor correlación con la valoración ambiental fue el índice Shannon- Wiener (H') (0,17), mientras que la menor correlación con la valoración ambiental fue SWAMPS (-0,83) (Tabla 33). Estos valores concuerdan con la Tabla 34, donde se aprecia que las lagunas Mayor, Pisciplaya, Menor y Mirador se caracterizaron por tener una condición moderadamente poluida según el índice Shannon- Wiener (H').

Las lagunas Mayor, Pisciplaya, Menor y Mirador se caracterizaron por tener una condición dudosa, buena, severa y moderada según los índices SWAMPS, respectivamente; mostrando una correlación negativa con valores significativo para el índice antes mencionado.

Tabla 34. Valores y calidades del agua según las siete métricas de bioindicación para las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú). Marzo del 2015.

Laguna	V.A. MOSS	METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
Mayor	590	1,17	23	5,0	5	23	9	8
	Bueno	Moderadamente poluida	Critica	Buena	Dudosa	Regular	-	Muy pobre
Pisciplaya	424	0,81	22	6,0	7	24	8	8
	Regular	Fuertemente poluida	Critica	Muy buena	Buena	Regular	-	Muy pobre
Menor	621	0,93	15	4,0	2	19	8	1
	Bueno	Fuertemente poluida	Muy critica	Moderadamente pobre	Severo	Mala	-	Muy pobre
El Mirador	753	0,94	13	4,0	4	20	9	5
	Muy bueno	Fuertemente poluida	Muy critica	Moderadamente pobre	Moderado	Mala	-	Muy pobre

En junio las métricas presentaron correlación negativa, entre la valoración ambiental y todos los índices analizados, oscilaron desde el índice SWAMPS (-0.16) hasta el

índice IIBLI (-0.60) (Tabla 33). Estos valores concuerdan con la Tabla 35, donde se aprecia que las lagunas Mayor, Pisciplaya, Menor y Mirador se caracterizaron por tener una condición crítica, regular y mala según los índices SWAMPS y IIBLI, respectivamente.

Tabla 35. Valores y calidades del agua según las siete métricas de bioindicación para las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú). Junio del 2015.

Laguna	V.A. MOSS	METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
Mayor	590	1,10	24	5,0	5	19	9	7
	Bueno	Moderadamente poluida	Critica	Buena	Dudosa	Mala	-	Muy pobre
Pisciplaya	429	1,13	32	5,0	5	22	9	6
	Regular	Moderadamente poluida	Critica	Buena	Dudosa	Regular	-	Muy pobre
Menor	631	0,89	17	4,0	3	16	5	6
	Bueno	Fuertemente poluida	Critica	Moderadamente pobre	Severo	Mala	-	Muy pobre
El Mirador	743	0,91	32	4,0	3	20	11	5
	Bueno	Fuertemente poluida	Critica	Moderadamente pobre	Severo	Mala	Muy pobre	Muy pobre

En agosto las métricas que presentaron mayor correlación con la valoración ambiental fueron los índices BMWP/col (0,40), IIBLI (0,37), Shannon- Wiener (H') (0,31), respectivamente (Tabla 33). Estos valores concuerdan con la Tabla 36, donde se aprecia que las lagunas Mayor, Pisciplaya, Menor y Mirador se caracterizaron por tener una condición dudosa, crítica para el índice BMWP/col, moderadamente poluida según el índice Shannon- Wiener (H') y regular, crítica para el índice IIBLI.

Tabla 36. Valores y calidades del agua según las siete métricas de bioindicación para las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú). Agosto del 2015.

Laguna	V.A. MOSS	METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
Mayor	607	1,39	27	5,0	7	21	9	8
	Bueno	Moderadamente poluida	Critica	Buena	Buena	Regular	-	Muy pobre
Pisciplaya	449	1,03	20	6,0	8	17	8	4
	Regular	Moderadamente poluida	Critica	Muy buena	Buena	Mala	-	Muy pobre
Menor	631	1,24	17	6,0	8	14	9	11
	Bueno	Moderadamente poluida	Critica	Muy buena	Buena	Mala	-	Muy pobre
El Mirador	743	1,74	44	4,0	4	23	14	9
	Bueno	Moderadamente poluida	Dudosa	Moderadamente pobre	Severo	Regular	Muy pobre	Muy pobre

Finalmente en octubre las métricas que presentaron mayor correlación con la valoración ambiental fueron los índices BMWP/col (1,00), Shannon- Wiener (H') (0,52), ASPT (0,45), respectivamente (Tabla 33).

Tabla 37. Valores y calidades del agua según las siete métricas de bioindicación para las lagunas en los Humedales de Ventanilla (Lima, Perú). Octubre del 2015.

Laguna	V.A. MOSS	METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
Mayor	617	1,22	24	5,0	6	25	7	9
	Bueno	Moderadamente poluida	Critica	Buena	Buena	Regular	-	Muy pobre
Pisciplaya	459	0,91	8	2,0	4	16	3	6
	Regular	Fuertemente poluida	Muy critica	Pobre	Moderado	Mala	-	Muy pobre
Menor	636	0,96	22	4,0	5	26	5	10
	Bueno	Fuertemente poluida	Critica	Moderadamente pobre	Dudosa	Regular	-	Muy pobre
El Mirador	748	0,76	35	4,0	3	15	6	10
	Bueno	Fuertemente poluida	Critica	Moderadamente pobre	Severo	Mala	-	Muy pobre

Estos valores concuerdan con la Tabla 37, donde se aprecia que las lagunas Mayor, Pisciplaya, Menor y Mirador se caracterizaron por tener una condición crítica, muy crítica para el índice BMWP/col siendo estos valores bajos pero en un rango ascendente correspondiente con la valoración ambiental, moderadamente poluida según el índice Shannon- Wiener (H') y buena, moderadamente pobre, pobre para el índice ASPT

6.9. Relación entre los factores abióticos y bióticos

Según la correlación no paramétrica de Spearman en marzo, se observó correlación positiva entre la riqueza de especies y el pH ($R=0,04$) y el oxígeno disuelto ($R=0,12$) y correlación negativa entre la riqueza de especies y la concentración de temperatura ($R=-0,09$). Sin embargo, los coeficientes de correlación no fueron significativos. La correlación entre la abundancia de especies y oxígeno disuelto del agua fue muy baja y no significativa ($R=0,18$) (Anexo 14).

En tanto según la correlación no paramétrica de Spearman en junio, se observó correlación negativa entre la riqueza de especies y la temperatura ($R=-0,12$), pH ($R=-0,14$) y el oxígeno disuelto ($R=-0,69$), sin embargo los coeficientes de

correlación fueron significativos solo para el oxígeno disuelto. La correlación entre la abundancia de especies y pH del agua fue muy alta y significativa ($R=0,71$). (Anexo 15).

Según la correlación no paramétrica de Spearman en agosto, se observó correlación positiva entre la riqueza de especies y el pH ($R= 0,56$) y correlación negativa entre la riqueza de especies y el oxígeno disuelto ($R=-0,67$) y la concentración de temperatura ($R=-0,65$). Sin embargo, los coeficientes de correlación no fueron significativos, con excepción del oxígeno disuelto. La correlación entre la abundancia de especies y el pH fue muy alta pero no significativa ($R=0,52$) (Anexo 16).

Finalmente la correlación no paramétrica de Spearman en octubre, se observó correlación negativa entre la riqueza de especies y el temperatura ($R=-0,01$), el oxígeno disuelto ($R=-0,03$) y la concentración de pH ($R=-0,04$). Sin embargo, los coeficientes de correlación no fueron significativos. La correlación entre la abundancia de especies y el oxígeno disuelto fue muy baja pero no significativa ($R=0.10$) (Anexo 17).

7. DISCUSIONES

En el estudio se planteó determinar la composición y diversidad de la entomofauna acuática en los humedales de Ventanilla, además de su uso como bioindicadores de la calidad ambiental, y presentar una aproximación para ecosistemas similares. Para el desarrollo de la problemática se abordaron 4 aspectos importantes: las características ambientales de las estaciones de muestreo considerando factores físicos y químicos, el inventario de los especies que conforman la entomofauna acuática en los humedales de Ventanilla, ecología de la entomofauna acuática en las diferentes estaciones de muestreo y los períodos de estudio y por último el uso de métricas biológicas que involucran la entomofauna acuática para estimar la condición ambiental en los humedales de Ventanilla.

Características ambientales

La valoración ambiental, utilizando la Matriz de Evaluación de Humedales propuesta por Moss (2006), de las estaciones de muestreo y las lagunas en los humedales de Ventanilla fue similar en ambas épocas de estudio, es decir no se notaron cambios a nivel temporal, debido principalmente a que en un corto tiempo no se aprecian cambios sustanciales en las características del humedal, sólo se pueden detectar cambios a menor escala como la contaminación por residuos sólidos. Sin embargo, permitió diferenciar las estaciones de muestreo por sus características ambientales y ser tipificadas como regulares, buenas y muy buenas, formando una gradiente de impacto. Se observó que la laguna El mirador tuvo el puntaje más alto, tipificándose como ambientalmente “muy buena”, esto se explicaría porque es una de la laguna de mayor extensión (1,67 Ha), además se encuentra en una zona cercada perteneciente al Parque ecológico el mirador y por ende la de mayor dinámica y recuperación ambiental (mayor resiliencia); en contraste la laguna Pisciplaya presentó el puntaje más bajo, tipificándose como ambientalmente “Regular”, esto se debería principalmente a la presión antrópica que se ciñe sobre ella, pese a estar dentro de la zona de área de conservación regional, en esta laguna se pudo observar el daño ocasionado por las personas que habitan alrededor de ella. Finalmente, las lagunas Mayor y Menor, fueron tipificadas como ambientalmente “Buenos”, son las de menor extensión y la presión antrópica no es tan fuerte como lo es en la laguna Pisciplaya, no observándose fuentes puntuales de impacto para cada una. Si bien la matriz de valoración utilizada se desarrolló para humedales de

Costa Rica, en este trabajo ha mostrado ser aplicable por tener varios ítems compatibles con la zona de estudio. Peralta (2012) realizó la misma valoración ambiental con la matriz de Moss, encontrando resultados similares al presente estudio; en tanto Vizcardo (2009) realizó un estudio similar en los humedales de Ventanilla, Callao, utilizando la Matriz de Leopold para determinar la situación ambiental del humedal, en este estudio se presentó la caracterización general de todo el ecosistema.

Analizando los parámetros fisicoquímicos del agua en las estaciones de muestreo, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (DS 015-2015-MINAM) para la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático) para las lagunas del área de conservación regional. Se observó que en marzo la concentración de pH estuvo en valores promedio de 7,92 unid pH, el oxígeno disuelto con un promedio de 8,30 mg.L⁻¹ cumpliendo con el ECA de agua antes mencionado, con excepción del punto E-2 (laguna mayor) para OD. En tanto la temperatura promedio fue de 29,26 °C con una diferencial $\pm \Delta 5,5$ °C, superando al ECA de agua. Seguido para el mes de junio se registraron valores promedio de pH y oxígeno disuelto de 7,15 unid pH y 7,15 mg.L⁻¹ respectivamente, cumpliendo a la totalidad con el DS 015-2015-MINAM para aguas estuarinas, mientras que se registra un valor superior a la norma para el parámetro de temperatura de una diferencial de $\pm \Delta 5,2$ °C. En el mes de agosto se observa valores promedio de pH y oxígeno disuelto de 7,91 unid pH y 7,55 mg.L⁻¹ respectivamente, cumpliendo a la totalidad con el DS 015-2015-MINAM para todas las estaciones evaluadas, en tanto la temperatura registro una diferencial de $\pm \Delta 2,5$ °C siendo estos superiores a la norma. Finalmente para el mes de octubre la concentración de pH estuvo en valores promedio de 8,03 unid pH, el oxígeno disuelto con un promedio de 8,44 mg.L⁻¹ cumpliendo con el ECA de aguas del DS 015-2015-MINAM, así como para los otros meses se observa una diferencial de la temperatura de unos $\pm \Delta 7$ °C, valor que supera a la norma antes mencionada.

Según la correlación de Spearman, para las temporadas evaluadas existe correlación positiva pero no significativa entre la riqueza de especies de insectos acuáticos y oxígeno disuelto así como el pH, estos resultados serían similares a los obtenidos por Vizcardo (2009), quien estudio la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los humedales de Ventanilla, Callao, siendo los insectos acuáticos

parte de dicha comunidad, en aquel trabajo se destaca el aumento de los taxa tolerantes con algunos parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica. En tanto Peralta (2012) menciona una correlación positiva pero no significativa entre la riqueza de especies y la conductividad eléctrica para la evaluación de la entomofauna en los Pantanos de Villa.

Inventario de la entomofauna acuática

De las 25 especies de insectos acuáticos identificados, 20 son nuevos registros para los humedales de Ventanilla. El último inventario faunístico en Ventanilla fue realizado por Vizcardo (2009), quien registró 5 especies de Oligochaeta, Arachnoidea y Molusca. El registro de un mayor número de especies, se debería principalmente al método de muestreo utilizado, ya que el número de estaciones de colecta fue similar, Vizcardo utilizó un método cualitativo con nucleador (cilindro de PVC) sin réplicas y en el presente estudio se aplicó un método de muestreo cuantitativo determinando superficies de 1 m² en el borde de las lagunas (por triplicado), utilizando una red acuática de fondo lo cual maximizo la colecta de especímenes (Domínguez y Fernández 2009). La gran cantidad de especies encontradas concuerda con lo registrado en Peralta (2012) donde su método mostro una diferencia con respecto al análisis de Blancas (1976) quien utilizo una red entomológica sin replicas, ambos casos en los Pantanos de Villa.

Se observó una mayor proporción de dípteros y coleópteros, lo cual coincide con la estructura característica de la comunidad de insectos acuáticos en ambientes del tipo léntico como los humedales (Deliz 2005, Fontanarrosa *et al.* 2004). La composición de la entomofauna acuática tuvo un comportamiento similar durante las temporadas de evaluación. El orden Diptera presentó la mayor riqueza con 12 especies, agrupadas en 8 familias, siendo Chironomidae la familia que presentó la mayor riqueza con 5 especies, resultados similares fueron obtenidos por Peralta *et al.* (2012) en los humedales de Pantanos de Villa, en cambio Vizcardo (2009) registro solo una especie de la familia en mención. Los Chironomidae son organismos tolerantes, capaces de vivir en condiciones de anoxia por varias horas. Se alimenta de materia orgánica depositada en el sedimento, favoreciendo su adaptación a los más diversos ambientes, no posee ningún tipo de exigencia en cuanto a diversidad

de hábitat y microhábitat refiere (Goulart et al., 2003). Los cuerpos de agua estudiados van de aguas dulces a salobres con detritus en el fondo, lo cual favorece a las larvas de *Chironomus*, quienes viven en los sedimentos como fango y arena pudiéndose encontrar en distintos tipos de agua, algunas viven en material vegetal en descomposición tolerando concentraciones bajas de oxígeno, por lo que los consideran indicadores de aguas contaminadas (aguas mesoeutróficas) (Cole, 1983; Roldán, 1992). En segundo lugar, el orden coleóptero con 6 especies, agrupadas en 5 familias, siendo Hydrophilidae la familia de mayor riqueza con 2 especies cada una, esto se debería principalmente a que estas dos familias son las más diversas dentro de los coleópteros acuáticos, además son más diversas en ambientes del tipo léntico (Torres et al. 2007, 2008). El orden Hemíptera presentó 3 especies, agrupadas en 3 familias; situación similar ocurrió con el orden Odonata que registró la misma cantidad de especies y familia; en el estudio realizado por Vizcardo (2009) en los humedales de Ventanilla solo se registró una especie de hemíptera (*Centrocorisa* sp) y ninguna familia del orden Odonata, por el contrario, Peralta (2012) reporto para pantanos de Villa 8 familias de hemíptera y 3 familias de Odonata. Ambos órdenes son menos diversos que los 2 primeros debido a su biología (Domínguez et al. 2006, Muzón et al. 2005).

Se debe destacar que la mayoría de familias registradas tienen un alto grado de sensibilidad (Baetidae, Coenagrionidae, Corixidae, Notonectidae y Psychodidae), luego están las familias con un grado de tolerancia intermedio o facultativas (Aeshnidae, Libellulidae, Mesoveliidae, Tabanidae, Stratiomyidae e Hydraenidae) y por último las familias tolerantes (Hydrophilidae, Tipulidae, Culicidae, Chironomidae, Syrphidae y Ephydriidae) (Tabla 3) (Alba 1996, Roldán 2003). Las especies dominantes por su presencia en todas las estaciones de muestreo durante las dos épocas de estudio fueron *Corixa* sp. (Corixidae) *Ischnura* sp. (Coenagrionidae) y Chironominae (Chironomidae), esto se debería principalmente a las especies son cosmopolitas y de amplia distribución, además habitan diferentes tipos de ambientes (cuerpos de agua lénticos y lóticos, ambientes urbanos y naturales) (Muzón et al. 2008, Zilli et al. 2009). En tanto la familia de Chironomidae es considera como una de las abundantes dentro de los insectos por Iannacone et al. (2003), así como Paredes et al. (2007) estudia la biodiversidad en los humedales de Puerto viejo, destacando a los Chironomini como una taxa abundante y constante.

Ecología de la entomofauna acuática

Las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y de Wilcoxon-Mann-Whitney para la riqueza específica y la estructura comunitaria de insectos acuáticos (diversidad de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou) en los humedales de Ventanilla registraron diferencias no significativas en todos los meses evaluados y en las estaciones.

Sin embargo, los análisis de Similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) para la entomofauna acuática, mostraron diferencias significativas a nivel temporal y espacial, determinadas por la hidrología del ecosistema y por el tamaño de las lagunas, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Vizcardo (2009), quien estudio la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los humedales de Ventanilla, Callao, de abril a setiembre del 2008, destacando la heterogeneidad temporal de dicha comunidad, explicada por la fluctuación del nivel del agua en las lagunas del humedal, siendo menor en los meses de abril-mayo y mayor en agosto-setiembre. Además, en el año 2010 Peralta realiza un estudio similar en humedales de Villa, trabajando con la entomofauna acuática en 12 estaciones repartidas en 4 lagunas, donde se obtiene una diferencia en espacial y temporal concordante con los niveles del agua del humedal.

La variación temporal en los humedales de Ventanilla está determinada principalmente por la hidrología del ecosistema, siendo el nivel de agua un factor muy importante que determinó la riqueza de especies y la abundancia de los mismos. Cabe mencionar que no se registraron variaciones significativas en todos los meses evaluados (Figuras 15, 17 y 18). Dejoux e Iltis (1991), mencionan que el aumento del nivel de agua en las lagunas conlleva a períodos de anoxia debido a la muerte y descomposición de algunas plantas sumergidas (como la totora) que ven afectado su límite batimétrico de desarrollo por el aumento del nivel de agua, ocasionando la disminución de especies de la comunidad de insectos acuáticos, dicha propuesta no se evidencia en el presente estudio, si bien no se registró el análisis del nivel de agua cuantitativamente, se observa que hubo una muy ligera variación entre los meses evaluados, sin embargo no fue significativa, esto se

debería principalmente a que entre los meses de abril y noviembre del año 2015 se registró un fenómeno del niño costero, según informo el Comité sectorial encargado del estudio Nacional del fenómeno del niño (N.T. ENFEN 01-2015). Esta estacionalidad del nivel de agua traería homogeneidad al ecosistema, siendo más evidente en la Mayor, donde la riqueza de especies se mantiene constante entre los meses evaluados (Figura 15). Además, se observó un aumento significativo de la abundancia de individuos en la segunda época de estudio (agosto), donde el mayor aporte lo determinó Chironominae (sub familia).

La variación espacial, estaría explicada por el tamaño de las lagunas y no tanto por la condición ambiental que presentaron las estaciones de muestreo. Observándose diferencias significativas entre la riqueza de especies de las estaciones de muestreo de la laguna Mayor, y las lagunas pequeñas, así como de las lagunas que solo se consideraron una sola estación de monitoreo. La laguna Mayor al tener una mayor extensión tendría una mayor dinámica y recuperación ambiental (mayor resiliencia), por lo tanto, el equilibrio natural del ecosistema es mayor en comparación a las demás lagunas que tienen menor extensión (MacArthur and Wilson 1967, Schnack *et al.* 2000).

En el análisis nMDS, se pudo observar el agrupamiento de las estaciones de la laguna Mayor para los meses evaluados a un 45% de similitud, esto indicaría que la variable temporalidad no tiene mucho efecto sobre esta laguna, debido a su mayor tamaño y mayor equilibrio ambiental, así como en la cantidad de estaciones consideradas en dicho punto, en cambio en las lagunas pequeñas la heterogeneidad espacial y temporal es mucho más marcada, debido a su menor equilibrio ambiental.

A la par de los estudios mencionados líneas arriba, se tomó en cuenta el análisis SIMPER, el cual permitió identificar los taxa que más influyen, de acuerdo a su porcentaje de contribución, en la estructura comunitaria de insectos acuáticos (Correa *et al.* 2010).

La especie *Corixa* sp. (Corixidae), destaca como especie indicadora de buena calidad, por el mayor porcentaje de contribución en las estaciones de buena condición ambiental. En tanto las especies *Ischnura* sp., (Coenagrionidae) y *Odontomyia* sp., (Stratiomyidae) indicarían un grado de tolerancia intermedio, considerándose especie facultativa, por el mayor porcentaje de contribución en las estaciones de buena y regular condición ambiental. Roldán (2003) destaca a las familias Corixidae y Coenagrionidae por su alto grado de sensibilidad, y a la familia Stratiomyidae como facultativas, acorde al presente estudio, ya que todas las familias indicaron condiciones buenas y regulares.

Las especies *Alotanypus* sp., y la sub familia Chironominae, todas de la familia Chironomidae, serían especies muy tolerantes, ya que presentan un gran porcentaje de contribución en todas las estaciones, desde las ambientalmente pobres hasta las muy buenas. Estos resultados concuerdan con Iannacone *et al.* (2003) donde mencionan que esta especie es muy tolerante, incluso puede incrementar sus poblaciones en condiciones de baja concentración de oxígeno.

Métricas biológicas

Analizando la métrica simple, se observó que el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') caracterizó la calidad ambiental de las estaciones de muestreo para los meses de agosto y octubre, al registrar una correlación alta (0,31 y 0,52) con la valoración ambiental de Moss (2006), a diferencia de los meses de Marzo y Junio, donde registró una correlación muy baja y no significativa (0,17 y -0,21) con la valoración ambiental de Moss (2006), esto concordaría a lo indicado por Millán *et al.* (2001) y Cirujano *et al.* (2003) en relación a la temporalidad en los humedales, donde ellos postulan que en lagunas sin mucha carga orgánica y maduras en su desarrollo, el valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener suele tomar valores altos (entre 3,00 y 4,00). Estos valores coinciden con los obtenidos para la laguna El mirador, considerada ambientalmente buena.

Los primeros 3 índices bióticos evaluados, se observó que el índice BMWP/Col utilizando la entomofauna acuática caracterizó muy bien la calidad ambiental de las estaciones de muestreo durante el mes de octubre y tuvo una correlación alta y significativa (1,00) con la valoración ambiental de Moss (2006), asimismo en agosto

esta correlación fue relativamente menor pero significativa (0,40), demostrando así su aplicabilidad en la caracterización ambiental de los humedales de Ventanilla. Según el estudio de Peralta (2012), se verificó la buena aplicabilidad de dicho índice para el estudio de entomofauna del humedal de Villa, estos resultados son similares a los obtenidos por Rizo y Trama (2008) al estudiar la contaminación agrícola en arrozales de Costa Rica, aquí el BMWP adaptado para dicho país (BMWP/CR) mostró ser útil como herramienta en la bioindicación de humedales artificiales, como los arrozales.

Otro índice biótico que mostro resultados parecidos que el índice BMWP/Col, fue el índice ASPT utilizando la entomofauna acuática en octubre, registrando una correlación regular y no significativa (0,45) con la valoración ambiental de Moss (2006), evidenciando su utilidad para la época de mayor estabilidad ambiental. Estos valores son similares a lo obtenido por Peralta (2012) donde registra al índice ASPT como el segundo mejor índice biótico para la representación de los humedales de Villa en el mes de febrero. Además, Galbrand *et al.* (2007) utilizaron este índice biótico para determinar la integridad biológica de los humedales que servían para tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario en Nueva Escocia, Canada, obteniendo altos valores para las zonas de referencia y valores bajos para los puntos de monitoreo, confirmando la hipótesis del trabajo, y la utilidad de este índice en la bioindicación. En el presente estudio, este índice funcionó solo para una época de estudio, probablemente porque no puede discriminar los cambios temporales derivados de la hidrología del humedal.

El índice SWAMPS, originalmente propuesto para humedales costeros en Australia (Davis *et al.* 1999) no mostró los resultados esperados, esto se debería principalmente a la diferente zona biogeográfica a la que pertenecería Australia y nuestro país, y por ende el grado de tolerancia de los taxa que conforman los humedales en Australia son diferentes a los que conforman los humedales costeros en Perú, sería muy útil contar con una lista de los grados de tolerancia de los taxa que conforman no solo los humedales costeros sino también otros ecosistemas acuáticos de importancia ambiental y ecológica, como ríos, quebradas, etc.

El análisis de los índices biológicos de integridad (IBI's) mostró que el índice que mejor se adaptaría a las condiciones ambientales de las estaciones de muestreo durante las dos épocas de estudio es el IIBLI, propuesto por Peralta (2007) para lagos interdunarios en México. Se observó una correlación regular y poco significativa (0,32) con la valoración ambiental de Moss (2006) solo para el mes de agosto (0,37). Estos resultados podrían mejorar si se calibran o estandarizan los rangos de cada ítem considerado en el IIBLI para determinar la calidad ambiental en los humedales de Ventanilla, y ecosistemas similares.

Los índices WWMI (USEPA 2004) y el IBI no mostraron los resultados esperados, esto se debería principalmente a que los taxa que intervienen en el cálculo de este índice no estarían distribuidos en nuestro país, ya que este índice se desarrolló para humedales de Norte América y/o aspectos relacionados a la relación temporal de los humedales. Estos resultados podrían mejorar si se calibran o estandarizan los rangos de cada ítem y los grupos que intervienen en el cálculo del IBI para determinar la calidad ambiental en los humedales de Ventanilla, y ecosistemas similares.

Analizando la calidad ambiental de las lagunas a partir de las siete métricas de bioindicación, se destacan los índices H', BMWP/Col, ASPT, por tener mayor correlación con la valoración ambiental de Moss (2006). En octubre funcionan más métricas que determinan la calidad ambiental, debido a que es la época de mayor estabilidad ambiental entonces los índices no se ven afectados por el factor hidrológico, sin embargo, esto no ocurre en los meses de marzo, junio y agosto donde las lagunas disminuyen sus parámetros comunitarios debido a los cambios ambientales presentes (fenómeno del niño). Entonces considerando solo a octubre, por ser la época de mayor estabilidad ambiental, los índices que mejor describirían la calidad ambiental en las estaciones de muestreo y las lagunas serían: H', BMWP/Col y ASPT (Figura 7.)

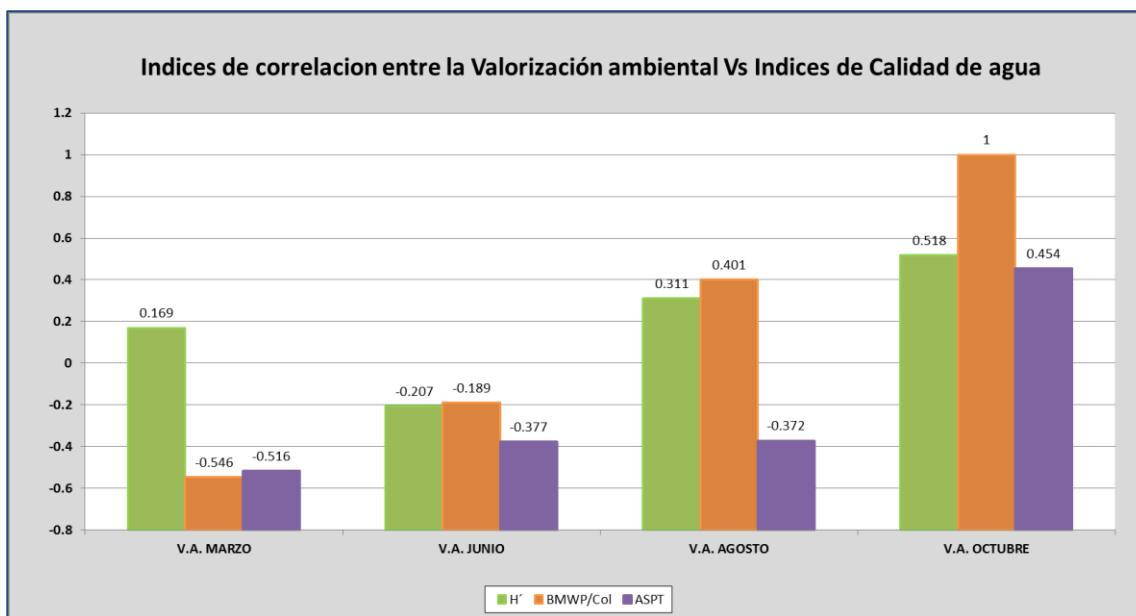


Figura 7. Índices de Correlación entre la valoración ambiental y los índices de calidad de agua en los Humedales de Ventanilla (Callao, Perú).

Se debe destacar que en este trabajo se registró un mayor número de especies de insectos acuáticos en comparación a estudios previos, debido principalmente a la metodología de colecta utilizada. Los análisis estadísticos de Similitud (ANOSIM) y de agrupamiento utilizando el método no Paramétrico de Escalamiento Multidimensional (nMDS) determinaron diferencias significativas a nivel temporal y espacial de la comunidad de insectos acuáticos. Adicionalmente, el análisis de Similitud Porcentual (SIMPER) permitió identificar las especies que más influyen en la estructura comunitaria.

Finalmente, según el análisis de correlación no paramétrico de Spearman entre la valoración ambiental de Moss y las siete métricas de bioindicación, los índices H', BMWP/Col y ASPT serían los más apropiados para determinar la calidad ambiental en los humedales de Ventanilla, ya que demostraron su validez estadística para el mes de octubre.

8. CONCLUSIONES

En el presente estudio se analizaron 4 022 individuos, y se identificaron 25 especies de insectos acuáticos, agrupadas en 5 órdenes y 20 familias, para los humedales de Ventanilla en los meses de evaluación (marzo, junio, agosto y octubre).

Se determinaron diferencias significativas a nivel temporal y espacial de la comunidad de insectos acuáticos. La variación temporal en los Humedales de Ventanilla no es muy notoria en los meses de evaluación, esto debido a que la hidrología del humedal se vio afectada por fenómenos climatológicos (fenómeno del niño 2015). La época de menor nivel del agua (octubre) es la temporada de mayor riqueza, diversidad a diferencia de los meses de mayor nivel de agua (junio). Mientras que en el nivel espacial la laguna Mayor posee el mayor tamaño y por lo tanto mayor equilibrio ambiental, registrando los valores más altos de riqueza y diversidad, en comparación a las lagunas pequeñas (Menor).

La especie *Corixa* sp. (Corixidae), se determinó como especie indicadora de buena calidad, seguido de las especies *Ischnura* sp., (Coenagrionidae) y *Odontomyia* sp., (Stratiomyidae) que indicarían un grado de tolerancia intermedio, considerándose especie facultativa, en tanto las especies *Alotanypus* sp., y la sub familia Chironominae, todas de la familia Chironomidae, serían especies muy tolerantes, ya que presentan un gran porcentaje de contribución en todas las estaciones.

Los índices H', BMWP/Col y ASPT serían los más apropiados para determinar la calidad ambiental en los humedales de Ventanilla, ya que demostraron su validez estadística para la época de mayor estabilidad ambiental (octubre).

9. RECOMENDACIONES

Probar la validez del uso de la entomofauna acuática y de los índices de bioindicación en otros humedales costeros de nuestro país, con el objetivo de diseñar una herramienta que nos sirva en los proyectos de conservación de ecosistemas tan frágiles como son los humedales.

Calibrar o estandarizar los grados de tolerancia de las familias, géneros e incluso especies de insectos acuáticos en nuestro país, y desarrollar métricas de bioindicación propias para nuestros ecosistemas acuáticos

Realizar estudios de ciclos biológicos de insectos acuáticos que habitan los humedales de Ventanilla, para contribuir con la identificación a nivel específico y analizar la dinámica poblacional de especies consideradas claves para este ecosistema

Tomar mediciones físicoquímicas y microbiológicas del agua de los humedales de Ventanilla, de forma permanente para obtener datos históricos y complementar los estudios de la comunidad de insectos acuáticos

Seguir con los estudios taxonómicos y ecológicos en los humedales de Ventanilla, y contribuir en el conocimiento de nuestra fauna

Promover la educación ambiental en la población y autoridades que viven en zonas donde existen ecosistemas tan importantes y sensibles como los humedales

10. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, C. 2007. Evaluación de la diversidad específica de las aves de los Humedales de Ventanilla, Callo, Perú. Tesis para optar el título de licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Aprueban el Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas (1999, diciembre). Decreto supremo N° 010-99-AG. Diario oficial el peruano.
- Aprueban el Reglamento de la ley de Áreas Naturales Protegidas (2001, junio 22). Decreto supremo N° 038-2001-AG. Diario oficial el peruano.
- Blancas H. 1976. Algunos aspectos bio-ecológicos de los Insectos Acuáticos de Villa y alrededores. Tesis, Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Blanco, D. y Carbonell, M. 2001. El censo neotropical de aves acuáticas. Los primeros 10 años: 1990-1999. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina y Ducks unlimited, Inc. Memphis, USA. 190 p.
- Bobadilla A. & Briones J. 2014. Contaminación antropogénica en humedales de Ventanilla. Universidad Privada del Norte
- Boorman L.A., G. Londo and E. Van der Maarel. 1997. Communities of dune slack. 275-295. In: E. Van der Maarel (Eds). Dry coastal ecosystems, general aspects. Elsevier. Amsterdam. 734 pp.
- Brower J.E. and J.H. Zar. 1984. Field and laboratory methods for General Ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.
- Brown K. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forest: insects as indicators for conservation monitoring. Journal of Insect Conservation 1: 25-42.
- Cieza M. 2014. Estimación de la captura de dióxido de carbono por la flora del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla. Tesis para optar el título de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima: UNFV; 123 pp.

- Clarke KR, Gorley RN. 2006. PRIMER v6. Primer-E Ltd. Plymouth, UK.
- Cole, G.A. 1983. Manual de limnología. 3ra edición. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- Concejo Nacional del Ambiente (CONAM). 2001. Situación ambiental de la provincia constitucional del Callao. Diagnostico participativo. Lima, Peru. 188 p.
- Correa F., R. Rivera, J. Urrutia, P. De los Ríos, A. Contreras y F. Encina. 2010. Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile. *Limnetica* 29(2): 183-194.
- Davis J.A., P.A. Horwitz, R. Norris, B. Chessman, M. McGuire, B. Sommer, and K.M. Trayler. 1999. Wetland bioassessment manual (macroinvertebrates). National Wetlands Research and Development Program, LWRRDC/EA, Canberra.
- Davis J.A., P.A. Horwitz, R. Norris, B. Chessman, M. McGuire, B. Sommer, and K.M. Trayler. 1999. Wetland bioassessment manual (macroinvertebrates). National Wetlands Research and Development Program, LWRRDC/EA, Canberra.
- De Groot, R. S., Stuij, M.A.M., Finlayson, C.M. y Davidson, N. 2007. Valoración de humedales: lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales, informe Técnico de RAMSAR N°3/N°27. de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Secretaria de la Convención de RAMSAR, Gland (Suiza), y secretaria del Convenio sobre Diversidad Biológica, Montreal (Canadá). ISBN 2-940073-31-7.
- Declaración de humedales de ventanilla (2006, diciembre 20). Decreto Supremo N° 074-2006. Diario oficial el peruano.
- Dejaux C. y A. Iltis. 1991. El lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. ORSTOM y HISBOL.
- Deliz K. 2005. Water quality assessment of a tropical freshwater marsh using aquatic insects. Thesis, Master of Science in Biology. University of Puerto Rico.
- Domínguez E, Fernández H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Primera edición. Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo.

- Domínguez E., C. Molineri, M.L. Pescador, M.D. Hubbard and C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. In: Adis J., J.R. Arias, G. Rueda and K.M. Wantzen (Eds.): Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofia, Moscow.
- Epler J.H. 2001. Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. North Carolina Department of Environment and Natural Resources Division of Water Quality.
- Fernández H.R. y E. Domínguez. 2001. Guía para la Identificación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Serie: Investigaciones de la UNT. Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. Editorial Universitaria de Tucumán, Argentina.
- Figueroa R, Valdovinos C, Araya E & Parra O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 275-285.
- Fontanarrosa M.S., P.L.M. Torres y M.C. Michat. 2004. Comunidades de insectos acuáticos de charcos temporarios y lagunas en la ciudad de Buenos Aires (Argentina). Rev. Soc. Entomol. Argent. 63 (3-4): 55-65.
- Galbrand C, Lemieux IG, Ghaly AE, Côté R & Verma M. 2007. Assessment of Constructed Wetland Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrates. OnLine Journal of Biological Sciences 7 (2): 52-65.
- Gamboa, Maribet. 2008. Macroinvertebrados bentonicos como bioindicadores de salud ambiental. Boletin de Malariologia y Salud Ambiental. Vol XLVIII.
- García A.I., G.R. Vivar, M.J. Quezada y P.M. Huamán. 1996. Insectos acuáticos biorreguladores de larvas de mosquito presentes en los Pantanos de Villa, Lima, Perú. Revista Cubana de Medicina Tropical 48: 227-228.
- Gobierno Regional del Callao. 2009 - 2014. Plan Maestro, área de conservación regional Humedales de Ventanilla – Callao.
- Gobierno Regional del Callao. 2015 - 2019. Plan Maestro, área de conservación regional Humedales de Ventanilla – Callao.
- Good R.E., D. F. Whigham and R. L. Simpson. 1978. Freshwater wetlands: ecological processes and management potential. Academic Press, New York.

- Goulart, M. D & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*. 2 (1): 156-164.
- Grubh A.R. and W.J. Mitsch. 2004. Distribution and abundance of macroinvertebrates in created wetland ecosystems. 105-116. In: W.J. Mitsch, L. Zhang and C. Tuttle (Eds). *Olentangy River Wetland Research Park Annual Report*. Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Iannacone, J. Masilla, J. y Ventura K. 2003. Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima - Perú. *Ecología aplicada*, 2 (1), 2003. ISSN 1726-2216.
- Iannacone, José, & Alvarino, Lorena. 2006. Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 171-174.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 1996. Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en el Perú. Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y Fauna Silvestre. INRENA. UNALM. PRONATURALEZA. WI-WWF. Lima-Perú. 220 p.
- Ley de áreas Naturales protegidas (Ley N° 26834, 1997, Junio 17). Diario oficial del peruano.
- MacArthur R.H. and E.O Wilson. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press. United States of America.
- Mazzucconi S.A., M.L. López Ruf y A.O. Bachmann. 2009. Hemiptera-Heteroptera: Gerromorpha y Nepomorpha. 167-231. En: Domínguez E. y H. Fernández (Eds.) *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y Biología* Ed. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina
- McCune, B. & M. J. Mefford. 1999. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*, version 4. MjM Software Design. Gleneden Beach. Oregon. USA.
- Melo A.S. y L.U. Hepp. 2008. Ferramentas Estadísticas para Análisis de dados provenientes de Biomonitoramento. *Oecol. Bras.* 12(3): 463-486.
- Merritt R.W., K.W. Cummins and M.B. Berg. 2008. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Fourth edition. Kendall/Hunt Publishing Company. United States of America.

- Microzonificación ecológica económica de la Provincia constitucional del Callao. 2011. Actualización de la microzonificación ecológica económica de la provincia constitucional del Callao.
- Millán A., J.L. Moreno y J. Velasco. 2001. Estudio faunístico y ecológico de los coleópteros y heterópteros acuáticos de las lagunas de Albacete (Alboraj, Los Patos, Ojos de Villaverde, Ontalafia y Pétrola). SABUCO. Revista de estudios albacetenses. N° 1.: 43-94.
- Minaya, G. 1978. Contribución al conocimiento de los dípteros con estadios inmaduros acuáticos de la laguna "Medio Mundo". Tesis Bach. CC. BB. Univ. Nac. May. San Marcos, Lima, Perú. 73 p.
- Moreno, A.R.P. 2003. Comunidades Hidrobiológicas en los Humedales de Ventanilla, Callao. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 67 pp. + Anexos.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA. Cooperación Iberoamericana CYTED. UNESCO Orcyt. Sociedad Entomológica Aragonesa. 1º Ed. México. 84 p.
- Moschella P. 2012. Variación y protección de humedales costeros frente a procesos de urbanización: casos Ventanilla y Puerto Viejo. Tesis para optar el título de Magíster en Desarrollo Ambiental. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Moss R. 2006. Guía de identificación y manejo para humedales en propiedades privadas en Costa Rica. Costa Rica.
- Municipalidad Distrital de Ventanilla. 2003. Plan maestro del balneario Costa Azul de Ventanilla. Callao, Perú.
- Muzón J., G.R. Spinelli, P. Pessacq, N. Von Ellenrieder, A.L. Estevez, P.I. Marino, P.J. Pérez, E. Angrisano, F. Díaz, L. Fernández, S. Mazzucconi, G. Rossi y O. Salomón. 2005. Insectos acuáticos de la Meseta del Somuncura, Patagonia, Argentina. Inventario preliminar. Rev. Soc. Entomol. Argent. 64 (3-4): 47-67.
- Muzón J., N. Von Ellenrieder, P. Pessacq, F. Lozano, A. Garré, J. Lambruschini, L. Ramos and M.S. Weigel. 2008. Odonata from Iberá Wetlands (Corrientes,

Argentina): preliminary inventory and biodiversity. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67 (1-2): 59-67.

- Nessimian J.L. 1995. Composição da fauna de invertebrados bentônicos em um brejo entre dunas no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. VII: 41-59.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1980. Inventario Nacional de Lagunas y Represamientos. Segunda Aproximación. Lima. 19 p.
- Paredes, C., Iannacone, J. y Alvaríño, L. 2007. Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo. Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, 1:21-30.
- Peralta L. 2007. Diseño de un Índice de Integridad Biótica para los lagos interdunarios de la Región Costera Central del Estado de Veracruz, México. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología AC Veracruz, México.
- Peralta, J. 2014. Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú. *Rev. Perú Entomol.* 49 (2): 109 – 120.
- Perkins P.D. 1980. Aquatic beetles of the family Hydraenidae in the Western Hemisphere: classification, biogeography and inferred phylogeny (*Insecta: Coleoptera*). *Quaestiones Entomologicae*, 16: 3-554.
- Poi de Neiff A. y J.J. Neiff. 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia* Vol. 31 N° 3: 220-225.
- Price P W. 1975. *Insect ecology*. Jhon Wiley & Sons, Inc. 1era E. 514 pp.
- ProNaturaleza, 2010. Documento base para la elaboración de una estrategia de conservación de los humedales de la costa peruana GYG Impresores SAC, S, Perú. Publicación financiada por conservación internacional y RAMSAR.
- Pulido, V. 2003. Influencia de la pérdida de hábitats en la conservación de las aves de los Pantanos de Villa. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 151 p.
- Ramírez W. y Cano A. 2010. Estado de la diversidad de la flora vascular de los Pantanos de Villa (Lima - Perú). *Revista Peruana de Biología*. 17(1): 111-114.

- RAMSAR, 2013. Manual de la conservación de Ramsar. Guía a la convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 6° edición.
- Ramsar. 2007. The Ramsar bolletin board, 2 the april. El documental “Corredor de vida”.
- Roldán G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/ Col. Primera Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
- Roldán, G. 1988. Guía de estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquía. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia
- Roldán, G. 1992. Fundamentos de limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia
- Sánchez, P. 2013. Diversidad de insectos asociados a las Comunidades Vegetales del Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. Tesis para optar el título de licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Schnack J.A., F.O. De Francesco, U.R. Colado, M.L. Novoa y E.J. Schnack. 2000. Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina. *Ecología Austral*. 10: 63-80.
- Segnini S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotrópicos* 16(2): 45-63.
- StatSoft Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.1. StatSoft, Inc.,Tulsa, OK, US.
- Tiner R.W. 2003. Geographically isolated wetlands in the United States. *Wetlands* 23: 494-516
- Torres P.L.M., S.A. Mazzucconi y M.C. Michat. 2007. Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional El Palmar (Provincia de Entre Ríos, Argentina): lista faunística, diversidad y distribución. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 66 (3-4): 127-154.
- Torres P.L.M., S.A. Mazzucconi, M.C. Michat y A.O. Bachmann. 2008. Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional Calilegua (Provincia de Jujuy, Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67 (1-2): 127-144

- USEPA. 2002. Methods for Evaluating Wetland Condition: Developing Metrics and Indexes of Biological Integrity. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-02-016.
- USEPA. 2004. Field Testing the Wisconsin Depressional Wetland Macroinvertebrate and Plant Indices of Biological Integrity for Application by Trained Volunteers. Final Report to the USEPA Region V. Wisconsin Department of Natural Resources. U.S.A.
- Varios autores, dirección y coordinación, Concha Durán y Miriam Pardos. (2007) Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro: protocolos de muestreo y análisis para, fitoplancton, fitobentos (microalgas bentónicas), macrófitos, invertebrados bentónicos, ictiofauna. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 232 p.: ISBN 978-84-8320-398-9.
- Vivar R., H. Larrea, P. Huaman, M. Yong and G. Perera. 1996. Some ecological aspects of the freshwater molluscan fauna of Pantanos de Villa, Lima, Peru. *Malacology Review* 29: 65-68.
- Vizcardo, C. 2009. Comunidad de Macroinvertebrados bentónicos como Bioindicadores de la Calidad ambiental de los Humedales de Ventanilla. Tesis para optar el título de licenciado en Biología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Wantzen K.M. y G. Rueda. 2009. Técnicas de muestreo de Macroinvertebrados bentónicos. 17-40. En: Domínguez E. y H. Fernández (Eds.) *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y Biología*. Ed. Fundación Miguel Tucumán, Argentina.
- Wust, W.; Luscombe, A.; Valqui, T. 1994. Las aves de Los Pantanos de Villa y alrededores. *Asociación de Ecología y Conservación (ECCO)*. 37 p.
- Young K.R. 1998. El Ecosistema. 3-20. En: Cano A. y K.R. Young (Eds). *Los Pantanos de Villa. Biología y Conservación. Serie de Divulgación N° 11*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Zilli F., M. Marchese and A. Paggi. 2009. Life Cycle of *Goeldichironomus holoprasinus* Goeldi (Diptera: Chironomidae) in Laboratory. *Neotropical Entomology* 38(4):472-476.

11. ANEXO

Anexo 1. Matriz de valoración ambiental propuesto por Moss (2006).

COMPONENTE	CATEGORIAS	VALORACIÓN	VALOR
Componente geográfico 250 puntos	Tamaño	Pequeño (< 10 Ha)	1 – 10
	Puntaje máximo 50	Mediano (10 Ha – 100 Ha)	11 – 25
		Grande (>100 Ha)	26 – 50
		Muy alterado	1 – 20
	Condición del humedal	Medianamente alterado	21 – 40
		Puntaje máximo 100	Poco alterado

		No alterado	71 – 100
	Representatividad del tipo de humedal	1	100
		2 – 4	26 – 75
	Puntaje máximo 100	> 4	1 – 25
Componente hidrológico	Condición hídrica	Permanente	100
	Puntaje máximo 100	Temporal	50
250 puntos	Contaminación	Muy contaminado	1
	Puntaje máximo 150	Poco contaminado	50 – 100
		No contaminado	150
	Diversidad de ecosistemas (Número de comunidades vegetales)	Muy diverso	50
		Diverso	25
	Puntaje máximo 50	Poco diverso	10
	Sitios de reproducción, alimentación, crianza o refugio	Muy importante	50
		Importante	25
	Puntaje máximo 50	Poco importante	10
Componente biológico	Sitios para especies migratorias	Muy importante	50
300 puntos	Puntaje máximo 50	Importante	25
		Poco importante	10
	Sitios para especies raras, vulnerables, en peligro o amenazadas	Muy importante	50
		Importante	25
	Puntaje máximo 50	Poco importante	10
	Presencia de especies endémicas	Muy importante	10 – 50
	Puntaje máximo 50	Sin importancia	1
	Conectividad espacial	Continua	50
	Puntaje máximo 50	Discontinua	25
		Aislada	1
	Bienes y servicios		
	- Abastecimiento de agua potable (0 – 15)	Muy importante	50 – 60
	- Plantas silvestres comerciales (0 – 10)		
	- Fauna comercial (0 – 10)	Importante	25 – 49
	- Pesquería (0 – 15)		
Componente social económico	- Abrevadero y riego (0 – 10) Puntaje máximo 60	Poco importante	1 – 10
	Valor ecoturístico (actual o potencial)		
	- Caminatas (0 – 5)	Muy importante	60
200 puntos	Contemplación del paisaje (0 – 20)		
	- Paseos en bote (0 – 10)	Importante	25 – 50
	- Pesca recreativa (0 – 10)		
	Observatorio de aves (0 – 15)	Poco importante	1 – 10
	Puntaje máximo 60		
	Investigación / educación	Adecuadas	30
	- Condiciones	Aceptables	15
	Facilidades para investigación	Inexistentes	1
	Puntaje máximo 30		
	Tenencia de la tierra	Tierras estatales	50

Puntaje máximo 50	Tierras privadas	1
	Tierras mixtas	25

Anexo 2. Escala de valoración ambiental propuesto por Moss (2006).

Valoración de los	
Puntaje	Val
0-	Pobre
251-500	Regular
501-750	Bueno
750-1000	Muy Bueno

Anexo 3. Prueba de Kruskal- Wallis para la Riqueza de Especies por estaciones de muestreo. 2015.

TEMPORADAS		Pruebas de chi-cuadrado		Significación asintótica (bilateral)
		Valor	gl	
MARZO	Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	32	,287
	Razón de verosimilitud	27,413	32	,698
	Asociación lineal por lineal	1,896	1	,168
	N de casos válidos	9		
JUNIO	Chi-cuadrado de Pearson	45,000 ^b	40	,271
	Razón de verosimilitud	31,232	40	,838
	Asociación lineal por lineal	3,456	1	,063
	N de casos válidos	9		
AGOSTO	Chi-cuadrado de Pearson	63,000 ^c	56	,243
	Razón de verosimilitud	36,777	56	,978
	Asociación lineal por lineal	,142	1	,706
	N de casos válidos	9		
OCTUBRE	Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	32	,287
	Razón de verosimilitud	25,687	32	,777
	Asociación lineal por lineal	,026	1	,872
	N de casos válidos	9		

a. 45 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.
b. 54 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.
c. 72 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.

Anexo 4. Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para la Riqueza de Especies. 2015.

Estadísticos de prueba^a

	Riqueza de especies - TEMPORADAS
Z	-4,811^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000
	a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon b. Se basa en rangos negativos.

Anexo 5. Prueba de Kruskal- Wallis para la Abundancia de individuos por estaciones de muestreo. 2015.

		Pruebas de chi-cuadrado		
	TEMPORADAS	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
MARZO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,226	1	,635
	N de casos válidos	9		
JUNIO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	2,104	1	,147
	N de casos válidos	9		
AGOSTO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,000	1	,991
	N de casos válidos	9		
OCTUBRE	Chi-cuadrado de Pearson	63,000 ^b	56	,243
	Razón de verosimilitud	36,777	56	,978
	Asociación lineal por lineal	1,589	1	,207
	N de casos válidos	9		

a. 81 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.
b. 72 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.

Anexo 6. Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para la Abundancia de individuos. 2015.

	Estadísticos de prueba^a
	Abundancia de individuos - TEMPORADAS
Z	-5,216^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000
	a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon b. Se basa en rangos negativos.

Anexo 7. Prueba de Kruskal-Wallis para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') por estaciones de muestreo.

		Pruebas de chi-cuadrado		Significación asintótica (bilateral)
TEMPORADAS		Valor	gl	
MARZO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	2,321	1	,128
	N de casos válidos	9		
JUNIO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,099	1	,753
	N de casos válidos	9		
AGOSTO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,225	1	,635
	N de casos válidos	9		
OCTUBRE	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,870	1	,351
	N de casos válidos	9		

a. 81 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.

Anexo 8. Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

Estadísticos de prueba^a	
Diversidad SHANNO-WIENER - TEMPORADAS	
Z	-5,216^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Anexo 9. Prueba de Kruskal-Wallis para el Índice de Equidad de Pielou (J') por estaciones de muestreo. 2015.

		Pruebas de chi-cuadrado		Significación asintótica (bilateral)
TEMPORADAS		Valor	gl	

MARZO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,662	1	,416
	N de casos válidos	9		
JUNIO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	2,462	1	,117
	N de casos válidos	9		
AGOSTO	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,371	1	,543
	N de casos válidos	9		
OCTUBRE	Chi-cuadrado de Pearson	72,000 ^a	64	,230
	Razón de verosimilitud	39,550	64	,993
	Asociación lineal por lineal	,999	1	,318
	N de casos válidos	9		

a. 81 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,11.

Anexo 10 Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney para el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H')

	Equidad Junio - Equidad Marzo	Equidad Octubre - Equidad Agosto
Z	-1,007 ^b	-1,955^b
Sig. asintótica (bilateral)	,314	,051

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud de las estaciones de muestreo. Parte 1

Groups E-1 & E-2

Average dissimilarity = 63.79

Species	Group E-1	Group E-2	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	51.00	27.00	22.28	1.19	34.92	34.92
Ischnura sp	25.75	15.00	14.40	1.16	22.57	57.49
Corixa sp	47.75	1.00	11.81	0.54	18.52	76.01
Orthocladiinae	9.50	0.00	4.34	0.79	6.80	82.81
Podonominae	10.75	0.75	3.00	0.63	4.71	87.51
Odontomyia	2.00	1.75	2.42	1.29	3.80	91.31

Groups E-1 & E-3

Average dissimilarity = 84.20

Species	Group E-1	Group E-3	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	51.00	21.25	20.64	2.17	24.52	24.52
Corixa sp	47.75	24.75	20.53	0.90	24.39	48.90
Ischnura sp	25.75	15.50	12.11	0.94	14.38	63.28
Alotanypus	0.00	29.25	8.90	0.58	10.56	73.85
Odontomyia	2.00	27.75	8.16	1.40	9.69	83.54
Orthocladiinae	9.50	0.25	4.00	0.75	4.75	88.28
Tropisternus sp.	2.00	10.75	3.62	0.59	4.30	92.58

Groups E-2 & E-3

Average dissimilarity = 57.64

Species	Group E-2	Group E-3	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.00	24.75	14.16	0.63	24.57	24.57
Odontomyia	1.75	27.75	12.27	1.80	21.28	45.85
Alotanypus	0.00	29.25	10.90	0.61	18.91	64.76
Chironominae	27.00	21.25	9.89	2.51	17.15	81.91
Tropisternus sp.	0.00	10.75	3.89	0.50	6.76	88.66
Ischnura sp	15.00	15.50	2.19	1.38	3.80	92.46

Groups E-1 & E-4

Average dissimilarity = 73.64

Species	Group E-1	Group E-4	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	51.00	13.50	25.70	1.33	34.90	34.90
Ischnura sp	25.75	18.00	20.32	1.59	27.60	62.50
Corixa sp	47.75	1.50	12.12	0.59	16.46	78.96
Odontomyia	2.00	6.75	3.94	0.78	5.35	84.30
Orthocladiinae	9.50	2.50	3.34	0.87	4.53	88.83
Erithrodiplax sp.	1.25	3.00	2.48	0.82	3.37	92.20

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud de las estaciones de muestreo. Parte 2

Groups E-2 & E-4

Average dissimilarity = 61.71

Species	Group E-2 Av.Abund	Group E-4 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Chironominae	27.00	13.50	21.60	1.75	35.00	35.00
Ischnura sp	15.00	18.00	14.06	1.76	22.78	57.79
Odontomyia	1.75	6.75	8.26	0.86	13.39	71.17
Corixa sp	1.00	1.50	3.23	1.43	5.23	76.40
Podonominae	0.75	4.00	2.93	0.67	4.75	81.15
Erithrodiplax sp.	0.50	3.00	2.67	0.61	4.33	85.48
Tropisternus sp.	0.00	1.50	2.01	1.32	3.26	88.74
Culex sp	0.00	3.00	1.73	0.50	2.81	91.55

Groups E-3 & E-4

Average dissimilarity = 72.71

Species	Group E-3 Av.Abund	Group E-4 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Odontomyia	27.75	6.75	17.01	2.63	23.40	23.40
Corixa sp	24.75	1.50	14.21	0.52	19.54	42.94
Chironominae	21.25	13.50	11.71	1.18	16.10	59.04
Alotanypus	29.25	0.75	10.05	0.60	13.83	72.87
Ischnura sp	15.50	18.00	6.47	1.72	8.90	81.77
Tropisternus sp.	10.75	1.50	4.54	0.71	6.24	88.01
Culex sp	4.00	3.00	2.57	0.86	3.54	91.54

Groups E-1 & E-5

Average dissimilarity = 69.44

Species	Group E-1 Av.Abund	Group E-5 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Corixa sp	47.75	26.50	24.94	0.91	35.92	35.92
Chironominae	51.00	18.75	15.11	3.06	21.76	57.67
Ischnura sp	25.75	14.50	13.89	2.31	20.01	77.68
Alotanypus	0.00	7.50	3.36	0.50	4.84	82.52
Orthoclaadiinae	9.50	0.00	3.12	0.86	4.50	87.02
Podonominae	10.75	2.25	2.27	0.50	3.26	90.29

Groups E-2 & E-5

Average dissimilarity = 59.34

Species	Group E-2 Av.Abund	Group E-5 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Corixa sp	1.00	26.50	20.65	0.55	34.80	34.80
Chironominae	27.00	18.75	18.87	0.94	31.80	66.60
Ischnura sp	15.00	14.50	7.13	1.28	12.01	78.61
Alotanypus	0.00	7.50	4.36	0.50	7.35	85.96
Podonominae	0.75	2.25	2.58	0.63	4.35	90.31

Groups E-3 & E-5

Average dissimilarity = 77.62

Species	Group E-3	Group E-5	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	24.75	26.50	30.48	0.83	39.27	39.27
Chironominae	21.25	18.75	16.84	0.98	21.70	60.97
Odontomyia	27.75	3.00	12.15	1.17	15.66	76.63
Alotanypus	29.25	7.50	7.11	0.73	9.15	85.79
Tropisternus sp.	10.75	0.00	3.11	0.50	4.00	89.79
Ischnura sp	15.50	14.50	2.42	1.17	3.12	92.91

Groups E-4 & E-5

Average dissimilarity = 60.16

Species	Group E-4	Group E-5	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	13.50	18.75	15.64	1.65	26.00	26.00
Corixa sp	1.50	26.50	14.53	0.50	24.16	50.17
Ischnura sp	18.00	14.50	7.00	1.39	11.64	61.81
Odontomyia	6.75	3.00	4.91	1.68	8.16	69.97
Alotanypus	0.75	7.50	4.55	0.60	7.57	77.54
Culex sp	3.00	0.00	2.50	0.50	4.16	81.69
Orthocladiinae	2.50	0.00	2.33	0.66	3.87	85.57
Hemerodromia sp.	1.75	0.50	1.70	0.72	2.83	88.40
Tropisternus sp.	1.50	0.00	1.46	0.95	2.43	90.83

Groups E-1 & E-6

Average dissimilarity = 55.80

Species	Group E-1	Group E-6	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	51.00	29.75	23.94	0.61	42.91	42.91
Corixa sp	47.75	0.25	11.59	0.51	20.76	63.68
Ischnura sp	25.75	20.00	6.79	1.83	12.17	75.85
Orthocladiinae	9.50	1.00	2.77	0.86	4.97	80.82
Podonominae	10.75	0.25	2.51	0.50	4.50	85.32
Odontomyia	2.00	1.00	2.16	0.68	3.88	89.19
Hemerodromia sp.	2.50	0.50	1.56	1.57	2.80	91.99

Groups E-2 & E-6

Average dissimilarity = 55.70

Species	Group E-2	Group E-6	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ischnura sp	15.00	20.00	22.00	1.56	39.50	39.50
Chironominae	27.00	29.75	21.37	1.01	38.36	77.86
Dimecoenia sp.	1.25	0.00	2.45	0.50	4.40	82.26
Corixa sp	1.00	0.25	2.16	0.57	3.87	86.13
Podonominae	0.75	0.25	1.64	0.58	2.94	89.08
Enochrus sp.	0.00	1.25	1.44	0.50	2.58	91.66

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud de las estaciones de muestreo. Parte 4

Groups E-3 & E-6

Average dissimilarity = 74.60

Species	Group E-3		Group E-6		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Av.Diss			
Chironominae	21.25	29.75	16.14	0.95	21.63	21.63	
Alotanypus	29.25	0.75	12.65	0.56	16.96	38.59	
Odontomyia	27.75	1.00	11.79	1.40	15.80	54.39	
Ischnura sp	15.50	20.00	11.58	1.57	15.52	69.91	
Corixa sp	24.75	0.25	10.77	0.54	14.43	84.34	
Tropisternus sp.	10.75	0.00	4.78	0.50	6.40	90.75	

Groups E-4 & E-6

Average dissimilarity = 70.99

Species	Group E-4		Group E-6		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Av.Diss			
Ischnura sp	18.00	20.00	30.52	0.97	42.99	42.99	
Chironominae	13.50	29.75	17.41	4.04	24.53	67.52	
Odontomyia	6.75	1.00	5.05	1.05	7.11	74.63	
Erithrodiplax sp.	3.00	0.00	4.08	0.53	5.75	80.38	
Orthoclaadiinae	2.50	1.00	2.44	1.00	3.44	83.82	
Podonominae	4.00	0.25	2.30	0.50	3.24	87.06	
Culex sp	3.00	0.00	1.84	0.50	2.59	89.66	
Tropisternus sp.	1.50	0.00	1.64	1.36	2.31	91.97	

Groups E-5 & E-6

Average dissimilarity = 74.15

Species	Group E-5		Group E-6		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Av.Diss			
Chironominae	18.75	29.75	25.27	1.31	34.07	34.07	
Ischnura sp	14.50	20.00	18.88	1.43	25.46	59.54	
Corixa sp	26.50	0.25	13.49	0.52	18.19	77.73	
Alotanypus	7.50	0.75	6.99	0.58	9.42	87.15	
Podonominae	2.25	0.25	2.11	0.50	2.84	89.99	
Baetodes sp.	2.00	0.00	1.77	0.75	2.38	92.37	

Groups E-1 & E-7

Average dissimilarity = 65.06

Species	Group E-1		Group E-7		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Av.Diss			
Chironominae	51.00	14.00	26.22	1.09	40.30	40.30	
Corixa sp	47.75	1.75	11.40	0.51	17.52	57.82	
Ischnura sp	25.75	14.25	9.35	1.00	14.38	72.20	
Orthoclaadiinae	9.50	6.25	8.78	1.14	13.50	85.70	
Podonominae	10.75	1.75	2.18	0.50	3.35	89.05	
Odontomyia	2.00	0.00	1.49	0.61	2.28	91.33	

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud de las estaciones de muestreo. Parte 5

Groups E-2 & E-7

Average dissimilarity = 51.63

Species	Group E-2	Group E-7	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ischnura sp	15.00	14.25	16.80	0.95	32.53	32.53
Chironominae	27.00	14.00	12.54	1.34	24.28	56.81
Orthoclaadiinae	0.00	6.25	7.27	0.50	14.07	70.88
Odontomyia	1.75	0.00	3.99	0.65	7.73	78.61
Corixa sp	1.00	1.75	2.47	1.07	4.78	83.39
Podonominae	0.75	1.75	2.10	0.84	4.06	87.45
Dimecoenia sp.	1.25	0.00	1.45	0.50	2.81	90.26

Groups E-3 & E-7

Average dissimilarity = 78.71

Species	Group E-3	Group E-7	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	21.25	14.00	14.59	1.44	18.53	18.53
Odontomyia	27.75	0.00	14.36	2.64	18.24	36.78
Corixa sp	24.75	1.75	13.87	0.63	17.62	54.40
Ischnura sp	15.50	14.25	13.64	0.81	17.33	71.73
Alotanypus	29.25	1.00	11.04	0.57	14.03	85.76
Tropisternus sp.	10.75	0.50	4.15	0.52	5.28	91.04

Groups E-4 & E-7

Average dissimilarity = 68.01

Species	Group E-4	Group E-7	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Ischnura sp	18.00	14.25	19.97	1.18	29.36	29.36
Chironominae	13.50	14.00	15.05	0.93	22.13	51.50
Odontomyia	6.75	0.00	8.11	0.67	11.92	63.41
Orthoclaadiinae	2.50	6.25	7.76	0.71	11.41	74.83
Erithrodiplax sp.	3.00	1.25	3.51	0.84	5.17	79.99
Corixa sp	1.50	1.75	2.81	1.45	4.13	84.12
Culex sp	3.00	0.50	2.37	0.66	3.49	87.61
Alotanypus	0.75	1.00	2.01	0.69	2.96	90.57

Groups E-5 & E-7

Average dissimilarity = 67.45

Species	Group E-5	Group E-7	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	26.50	1.75	20.48	0.58	30.37	30.37
Ischnura sp	14.50	14.25	14.62	1.47	21.68	52.05
Chironominae	18.75	14.00	13.27	1.82	19.68	71.73
Alotanypus	7.50	1.00	5.92	0.65	8.78	80.50
Orthoclaadiinae	0.00	6.25	4.01	0.50	5.94	86.44
Odontomyia	3.00	0.00	2.46	2.58	3.65	90.09

Groups E-6 & E-7

Average dissimilarity = 61.51

Species	Group E-6	Group E-7	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	29.75	14.00	21.21	1.22	34.49	34.49
Orthoclaadiinae	1.00	6.25	18.92	0.54	30.76	65.25
Ischnura sp	20.00	14.25	10.04	0.90	16.33	81.58
Erithrodiplax sp.	0.00	1.25	1.55	1.67	2.52	84.10
Culex sp	0.00	0.50	1.43	0.50	2.32	86.43
Alotanypus	0.75	1.00	1.33	0.85	2.17	88.59
Enochrus sp.	1.25	0.00	1.33	0.50	2.16	90.75

Groups E-1 & E-8

Average dissimilarity = 65.67

Species	Group E-1	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	47.75	51.25	30.46	1.36	46.39	46.39
Ischnura sp	25.75	9.75	11.10	1.28	16.90	63.29
Chironominae	51.00	42.50	8.48	0.83	12.92	76.21
Odontomyia	2.00	15.00	3.49	0.82	5.31	81.52
Orthoclaadiinae	9.50	0.00	3.33	0.85	5.08	86.59
Podonominae	10.75	0.25	2.42	0.50	3.69	90.29

Groups E-2 & E-8

Average dissimilarity = 71.41

Species	Group E-2	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.00	51.25	28.62	0.90	40.08	40.08
Chironominae	27.00	42.50	18.57	1.24	26.00	66.07
Odontomyia	1.75	15.00	9.22	0.90	12.91	78.99
Dimecoenia sp.	1.25	3.00	4.34	0.63	6.08	85.07
Ischnura sp	15.00	9.75	3.99	2.24	5.58	90.65

Groups E-3 & E-8

Average dissimilarity = 62.17

Species	Group E-3	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	21.25	42.50	17.68	2.01	28.44	28.44
Corixa sp	24.75	51.25	17.16	0.68	27.60	56.04
Alotanypus	29.25	1.25	8.15	0.56	13.10	69.15
Odontomyia	27.75	15.00	4.26	2.06	6.86	76.00
Dimecoenia sp.	0.00	3.00	3.49	0.50	5.61	81.62
Tropisternus sp.	10.75	0.25	3.03	0.50	4.88	86.50
Gymnochthebius sp.	0.00	2.25	2.62	0.50	4.21	90.71

Anexo 11. Análisis SIMPER. Disimilitud de las estaciones de muestreo. Parte 7

Groups E-4 & E-8

Average dissimilarity = 74.99

Species	Group E-4	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.50	51.25	24.34	0.82	32.46	32.46
Chironominae	13.50	42.50	18.96	1.15	25.29	57.74
Odontomyia	6.75	15.00	10.28	1.35	13.71	71.45
Ischnura sp	18.00	9.75	5.93	1.01	7.91	79.36
Dimecoenia sp.	0.50	3.00	2.76	0.57	3.68	83.04
Hemerodromia sp.	1.75	3.00	2.47	2.23	3.30	86.34
Podonominae	4.00	0.25	2.11	0.50	2.81	89.15
Culex sp	3.00	0.75	2.08	0.65	2.77	91.92

Groups E-5 & E-8

Average dissimilarity = 61.69

Species	Group E-5	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	26.50	51.25	20.83	0.79	33.76	33.76
Chironominae	18.75	42.50	13.41	2.22	21.75	55.50
Odontomyia	3.00	15.00	10.58	0.64	17.15	72.66
Ischnura sp	14.50	9.75	4.58	1.93	7.43	80.08
Alotanypus	7.50	1.25	4.24	0.72	6.87	86.95
Podonominae	2.25	0.25	1.82	0.50	2.95	89.90
Dimecoenia sp.	0.25	3.00	1.42	0.50	2.31	92.21

Groups E-6 & E-8

Average dissimilarity = 82.10

Species	Group E-6	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Chironominae	29.75	42.50	32.00	1.24	38.97	38.97
Corixa sp	0.25	51.25	20.37	0.84	24.81	63.78
Ischnura sp	20.00	9.75	12.18	1.60	14.83	78.62
Odontomyia	1.00	15.00	9.43	0.84	11.49	90.10

Groups E-7 & E-8

Average dissimilarity = 79.12

Species	Group E-7	Group E-8	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.75	51.25	27.75	0.93	35.07	35.07
Chironominae	14.00	42.50	15.68	0.67	19.81	54.88
Ischnura sp	14.25	9.75	11.47	1.73	14.49	69.37
Odontomyia	0.00	15.00	9.00	0.74	11.37	80.74
Orthoclaadiinae	6.25	0.00	4.01	0.50	5.06	85.81
Dimecoenia sp.	0.00	3.00	3.33	0.50	4.21	90.02

Groups E-1 & E-9

Average dissimilarity = 78.46

Species	Group E-1	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Notonecta sp.	2.75	131.25	17.72	0.51	22.58	22.58
Chironominae	51.00	26.50	15.45	1.41	19.69	42.27
Corixa sp	47.75	78.25	15.28	0.60	19.48	61.75
Ischnura sp	25.75	0.25	13.11	0.82	16.71	78.46
Orthocladiinae	9.50	0.00	3.76	0.68	4.80	83.26
Dimecoenia sp.	0.25	15.25	3.32	0.91	4.23	87.49
Odontomyia	2.00	23.25	2.97	0.78	3.79	91.28

Groups E-2 & E-9

Average dissimilarity = 81.34

Species	Group E-2	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.00	78.25	28.26	1.12	34.74	34.74
Notonecta sp.	0.25	131.25	19.73	0.54	24.25	58.99
Ischnura sp	15.00	0.25	8.95	0.97	11.01	70.00
Odontomyia	1.75	23.25	7.37	1.32	9.06	79.06
Chironominae	27.00	26.50	6.76	2.35	8.31	87.37
Dimecoenia sp.	1.25	15.25	4.07	0.87	5.00	92.37

Groups E-3 & E-9

Average dissimilarity = 56.74

Species	Group E-3	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Notonecta sp.	1.00	131.25	16.08	0.55	28.34	28.34
Corixa sp	24.75	78.25	12.61	1.00	22.23	50.57
Odontomyia	27.75	23.25	6.68	2.12	11.77	62.34
Ischnura sp	15.50	0.25	6.52	1.03	11.50	73.83
Alotanypus	29.25	4.00	3.80	0.67	6.70	80.54
Dimecoenia sp.	0.00	15.25	3.26	0.97	5.74	86.28
Hemerodromia sp.	0.25	11.75	1.92	0.69	3.39	89.67
Tropisternus sp.	10.75	2.75	1.91	0.87	3.37	93.04

Groups E-4 & E-9

Average dissimilarity = 84.54

Species	Group E-4	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.50	78.25	26.15	0.82	30.93	30.93
Notonecta sp.	0.00	131.25	19.22	0.54	22.73	53.66
Odontomyia	6.75	23.25	10.42	0.83	12.32	65.98
Chironominae	13.50	26.50	8.86	1.06	10.48	76.47
Ischnura sp	18.00	0.25	7.02	0.88	8.30	84.77
Dimecoenia sp.	0.50	15.25	4.47	0.91	5.28	90.05

Groups E-5 & E-9

Average dissimilarity = 90.89

Species	Group E-5	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	26.50	78.25	43.88	1.36	48.27	48.27
Notonecta sp.	0.00	131.25	18.12	0.54	19.94	68.21
Chironominae	18.75	26.50	8.15	1.05	8.97	77.18
Dimecoenia sp.	0.25	15.25	4.73	1.03	5.21	82.38
Odontomyia	3.00	23.25	4.27	1.26	4.69	87.08
Ischnura sp	14.50	0.25	3.44	2.40	3.78	90.86

Groups E-6 & E-9

Average dissimilarity = 87.70

Species	Group E-6	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	0.25	78.25	23.31	0.95	26.58	26.58
Notonecta sp.	0.00	131.25	21.32	0.53	24.31	50.89
Chironominae	29.75	26.50	14.07	0.73	16.04	66.93
Ischnura sp	20.00	0.25	11.21	0.95	12.79	79.72
Odontomyia	1.00	23.25	4.56	0.98	5.20	84.92
Dimecoenia sp.	0.00	15.25	4.04	0.98	4.61	89.53
Hemerodromia sp.	0.50	11.75	2.38	0.73	2.71	92.24

Groups E-7 & E-9

Average dissimilarity = 93.88

Species	Group E-7	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	1.75	78.25	27.04	1.07	28.80	28.80
Notonecta sp.	0.00	131.25	20.25	0.54	21.57	50.37
Ischnura sp	14.25	0.25	17.42	0.63	18.56	68.93
Chironominae	14.00	26.50	10.07	1.36	10.72	79.65
Odontomyia	0.00	23.25	4.81	1.18	5.13	84.78
Dimecoenia sp.	0.00	15.25	4.30	0.96	4.58	89.36
Hemerodromia sp.	0.00	11.75	2.38	0.73	2.54	91.90

Groups E-8 & E-9

Average dissimilarity = 73.54

Species	Group E-8	Group E-9	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	51.25	78.25	23.77	0.94	32.32	32.32
Notonecta sp.	0.00	131.25	17.99	0.54	24.46	56.78
Chironominae	42.50	26.50	10.93	3.27	14.86	71.64
Dimecoenia sp.	3.00	15.25	6.91	1.17	9.39	81.04
Odontomyia	15.00	23.25	3.87	1.32	5.26	86.30
Hemerodromia sp.	3.00	11.75	3.02	1.16	4.10	90.40

Anexo 12. Análisis SIMPER. Disimilitud de las temporadas de muestreo. Parte 1

Groups MARZO & JUNIO

Average dissimilarity = 62.41

Species	Group MARZO	Group JUNIO	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	17.78	44.11	24.88	0.82	39.87	39.87
Chironominae	13.22	26.00	16.43	0.97	26.33	66.20
Ischnura sp	11.33	13.78	7.22	1.18	11.57	77.77
Odontomyia	3.78	6.33	6.16	0.61	9.87	87.63
Dimecoenia sp.	1.44	2.22	1.67	0.47	2.68	90.31

Groups MARZO & AGOSTO

Average dissimilarity = 71.91

Species	Group MARZO	Group AGOSTO	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	17.78	40.44	21.48	0.85	29.88	29.88
Chironominae	13.22	42.78	19.76	0.99	27.48	57.36
Odontomyia	3.78	12.89	8.02	0.80	11.16	68.52
Ischnura sp	11.33	16.33	6.87	1.11	9.56	78.08
Podonominae	0.00	8.78	4.19	0.92	5.83	83.90
Dimecoenia sp.	1.44	4.22	2.07	0.59	2.87	86.77
Alotanypus	0.00	3.89	1.79	0.95	2.48	89.26
Hemerodromia sp.	0.33	5.22	1.78	0.63	2.47	91.73

Groups JUNIO & AGOSTO

Average dissimilarity = 55.77

Species	Group JUNIO	Group AGOSTO	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund				
Corixa sp	44.11	40.44	15.87	0.80	28.46	28.46
Chironominae	26.00	42.78	15.16	1.87	27.18	55.64
Ischnura sp	13.78	16.33	6.84	0.96	12.26	67.91
Podonominae	0.00	8.78	5.14	0.83	9.21	77.12
Odontomyia	6.33	12.89	3.04	1.07	5.45	82.57
Hemerodromia sp.	1.22	5.22	1.87	0.76	3.36	85.94
Orthoclaadiinae	0.11	3.89	1.51	0.52	2.70	88.64
Alotanypus	1.00	3.89	1.51	1.12	2.70	91.34

Anexo 12. Análisis SIMPER. Disimilitud de las temporadas de muestreo. Parte 2

Groups MARZO & OCTUBRE
Average dissimilarity = 84.86

Species	Group MARZO Av.Abund Cum. %	Group OCTUBRE Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%
Chironominae	13.22 23.16	26.56	19.66	1.05	23.16
Ischnura sp	11.33 44.97	17.67	18.51	1.74	21.81
Notonecta sp.	0.00 55.65	56.33	9.06	0.34	10.67
Corixa sp	17.78 65.80	1.22	8.62	0.57	10.15
Orthoclaadiinae	1.89 73.40	2.78	6.45	0.43	7.60
Alotanypus	0.00 80.69	14.89	6.19	0.43	7.29
Odontomyia	3.78 87.38	12.78	5.68	1.19	6.69
Tropisternus sp.	0.22 90.10	5.33	2.31	0.39	2.72

Groups JUNIO & OCTUBRE
Average dissimilarity = 70.32

Species	Group JUNIO Av.Abund Cum. %	Group OCTUBRE Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%
Ischnura sp	13.78 27.59	17.67	19.40	0.92	27.59
Chironominae	26.00 46.00	26.56	12.95	1.04	18.42
Corixa sp	44.11 61.28	1.22	10.75	0.72	15.28
Notonecta sp.	0.44 71.58	56.33	7.24	0.35	10.29
Alotanypus	1.00 79.38	14.89	5.49	0.56	7.80
Orthoclaadiinae	0.11 84.22	2.78	3.40	0.35	4.83
Odontomyia	6.33 87.89	12.78	2.58	1.06	3.67
Erithrodiplax sp.	0.33 90.77	1.89	2.03	0.48	2.88

Anexo 12. Análisis SIMPER. Disimilitud de las temporadas de muestreo. Parte 3

Groups AGOSTO & OCTUBRE
Average dissimilarity = 74.09

Species	Group AGOSTO Av.Abund Cum. %	Group OCTUBRE Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%
Chironominae	42.78 33.12	26.56	24.54	1.21	33.12
Ischnura sp	16.33 48.47	17.67	11.37	1.06	15.34
Corixa sp	40.44 58.54	1.22	7.46	0.53	10.07
Alotanypus	3.89 66.93	14.89	6.22	0.65	8.40
Notonecta sp.	3.33 74.56	56.33	5.65	0.36	7.63
Podonominae	8.78 80.19	0.89	4.17	1.05	5.63
Orthoclaadiinae	3.89 85.67	2.78	4.06	0.49	5.48
Odontomyia	12.89 90.34	12.78	3.46	0.69	4.68

Anexo 13. Correlación de Spearman entre variables bióticas 2015.

Rho de Spearman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN						
		H'	BMWP/Col	ASPT	SWAMPS	IIBLI	IBI	WWMI
V.A. MARZO	Spearman	0.169	-0.546	-0.516	-0.826	-0.569	0.124	-
	Sig.	0.663	0.129	0.155	0.006	0.11	0.751	-
V.A. JUNIO	Spearman	-0.207	-0.189	-0.377	-0.164	-0.598	0.06	-
	Sig.	0.593	0.626	0.318	0.674	0.089	0.879	-
V.A. AGOSTO	Spearman	0.311	0.401	-0.372	-0.113	0.371	0.06	0.286
	Sig.	0.416	0.285	0.325	0.771	0.325	0.879	0.456
V.A. OCTUBRE	Spearman	0.518	1.000	0.454	0.053	-0.111	0.189	0.189
	Sig.	0.154	0.000	0.22	0.892	0.777	0.626	0.626

Anexo 14. Correlación de Spearman entre variables bióticas y abióticas. Marzo 2015.

Rho de Spearman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN				
		RIQUEZA	AMBD.	TEMP.	OD	pH
RIQUEZA	Spearman	1	.838**	-0.094	0.12	0.043
	Sig.		0.005	0.81	0.759	0.913
AMBD.	Spearman	.838**	1	-0.25	0.183	-0.083
	Sig.	0.005	.	0.516	0.637	0.831
TEMPERATURA	Spearman	-0.094	-0.25	1	0.45	0.533
	Sig.	0.81	0.516	.	0.224	0.139
OXIGENO DISUELTO	Spearman	0.12	0.183	0.45	1	.883**
	Sig.	0.759	0.637	0.224	.	0.002
pH	Spearman	0.043	-0.083	0.533	.883**	1
	Sig.	0.913	0.831	0.139	0.002	.

Anexo 15. Correlación de Spearman entre variables bióticas y abióticas. Junio 2015.

Rho de Spearman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN				
		RIQUEZA	AMBD.	TEMP.	OD	pH
RIQUEZA	Spearman	1	-0.11	-0.119	-0.692	-0.136
	Sig.	.	0.779	0.761	0.039	0.728
AMBD.	Spearman	-0.11	1	-0.51	-0.317	0.711*
	Sig.	0.779	.	0.16	0.406	0.032
TEMPERATURA	Spearman	-0.119	-0.51	1	.720*	-0.218
	Sig.	0.761	0.16	.	0.029	0.572
OXIGENO DISUELTO	Spearman	-0.692	-0.317	0.720*	1	-0.042
	Sig.	0.039	0.406	0.029	.	0.915
pH	Spearman	-0.136	.711*	-0.218	-0.042	1
	Sig.	0.728	0.032	0.572	0.915	.

Anexo 16. Correlación de Spearman entre variables bióticas y abióticas. Agosto 2015.

Rho de Sperman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN				
		RIQUEZA	AMBD.	TEMP.	OD	pH
RIQUEZA	Sperman	1	0.678*	-0.651	-0.669	0.042
	Sig.	.	0.045	0.057	0.049	0.915
AMBD.	Sperman	0.678*	1	-0.008	-0.25	0.517
	Sig.	0.045	.	0.983	0.516	0.154
TEMPERATURA	Sperman	-0.651	-0.008	1	0.753*	0.351
	Sig.	0.057	0.983	.	0.019	0.354
OXIGENO DISUELTO	Sperman	-0.669	-0.25	0.753*	1	0.45
	Sig.	0.049	0.516	0.019	.	0.224
pH	Sperman	0.042	0.517	0.351	0.45	1
	Sig.	0.915	0.154	0.354	0.224	.

Anexo 17. Correlación de Spearman entre variables bióticas y abióticas. Oct 2015.

Rho de Sperman		METRICAS DE BIOINDICACIÓN				
		RIQUEZA	AMBD.	TEMP.	OD	pH
RIQUEZA	Sperman	1	0.904**	-0.009	-0.026	-0.035
	Sig.	.	0.001	0.982	0.947	0.929
AMBD.	Sperman	0.904**	1	0.142	0.1	0.192
	Sig.	0.001	.	0.715	0.797	0.62
TEMPERATURA	Sperman	-0.009	0.142	1	0.767*	0.750*
	Sig.	0.982	0.715	.	0.016	0.02
OXIGENO DISUELTO	Sperman	-0.026	0.1	0.767*	1	.900**
	Sig.	0.947	0.797	0.016	.	0.001
pH	Sperman	-0.035	0.192	0.750*	.900**	1
	Sig.	0.929	0.62	0.02	0.001	.