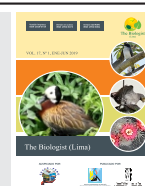




The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

DIVERSITY OF TERRESTRIAL INSECTS IN FOUR VEGETABLE COMMUNITIES OF THE REGIONAL CONSERVATION AREA (ACR) VENTANILLA WETLAND, CALLAO, PERU

DIVERSIDAD DE INSECTOS TERRESTRES EN CUATRO COMUNIDADES VEGETALES DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL (ACR) HUMEDALES DE VENTANILLA, CALLAO, PERÚ

Pável Sivrac Sánchez-Flores¹; Lorena Alvaríño¹ & José Iannacone^{1,2}

¹Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad Nacional Federico Villarreal. El Agustino, Lima, Perú.

²Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Santiago de Surco, Limas, Perú.
Corresponding author: E-mail: joseiannacone@gmail.com

ABSTRACT

The Area of Regional Conservation (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Peru, belongs to a group of coastal ecosystems of great ecological importance in Peru. With the objective of evaluating the diversity of terrestrial insects in four plant communities in this ecosystem: Salicornia grassland, grassland, rushes, and cattail stands, monthly samplings were carried out between December-2010 and April-2011. Five collection methods were used: (1) pitfall traps (simple) (2) pitfall traps (necrotraps), (3) Malaise traps, (4) aerial collection with a hand held net, and (5) manual collection. It Alpha and beta diversity indexes at the level of morphospecies, families and orders for terrestrial insects were quantified, as is the most adequate to evaluate wetlands. We identified 150 morphospecies, 73 families and nine orders of terrestrial insects. The largest number of specimens collected was from the Malaise traps (57%). The vegetal community with the richest species was the Salicornia grassland, rushes, grassland, and cattail stands in that order. The proportion of trophic guilds based on the abundance of terrestrial insects was 39% for phytophagous, 34% for predators, 20% for detritivores, and 7% for parasitoids. Only, the Margalef index at the level of morphospecies and families correlated with the environmental temperature. Alpha diversity indices were not associated with relative humidity. The qualitative and quantitative beta diversity dendrograms indicate that in the community of terrestrial insects in the Salicornia grassland, and the rushes they are quite similar to each other. The greatest abundance of terrestrial insects was observed in Diptera in the months of March-2011 and December-2010. The results show that the family taxonomic resolution is adequate to evaluate the diversity of terrestrial entomofauna in the wetlands of Ventanilla, Callao, Peru.

Keywords: alpha diversity – beta diversity – entomofauna – plant communities – trophic guilds – wetlands

RESUMEN

El Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú, pertenece a un grupo de ecosistemas costeros de gran importancia ecológica en el Perú. Con el objetivo de evaluar la diversidad de insectos terrestres en cuatro comunidades vegetales en este ecosistema: Salicornial, Gramadal, Juncal y Totoral, se efectuaron muestreos mensuales entre diciembre-2010 a abril-2011. Cinco métodos de colecta fueron empleados: (1) trampas pitfall (simples) (2) trampas pitfall (necrotrampas), (3) trampas Malaise, (4) colecta con red aérea, y (5) colecta manual. Se comparó cual los índices de diversidad alfa y beta a nivel de morfoespecies, familias y órdenes para los insectos terrestres es el más adecuado para evaluar humedales. Se identificaron 150 morfoespecies, 73 familias y nueve órdenes de insectos terrestres. El mayor número de especímenes colectados fue para las trampas Malaise (57%). La comunidad vegetal con mayor riqueza de especies fue la Salicornial, seguida de Juncal, Gramadal y Totoral. Los resultados de acumulación de *taxas*, indicaron que el muestreo registró la mayoría de morfoespecies, familias, y órdenes esperadas en este estudio. La proporción de gremios tróficos en base a la abundancia de insectos terrestres fue del 39% para fitófagos, 34% para depredadores, 20% para detritívoros, y 7% para parasitoides. Únicamente, el índice de Margalef a nivel de morfoespecies y de familias se correlacionó con la temperatura ambiental. Los índices de diversidad alfa no se asociaron con la humedad relativa. Los dendrogramas de diversidad beta cualitativos y cuantitativos nos indican que en la comunidad de insectos terrestres en el Salicornial y el Juncal son bastante similares entre sí. La mayor abundancia de insectos terrestres se observó en Diptera en los meses de marzo-2011 y diciembre-2010. Los resultados muestran que la resolución taxonómica de familia es adecuada para evaluar la diversidad de la entomofauna terrestre en los humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

Palabras clave: comunidades vegetales – diversidad alfa – diversidad beta – entomofauna – gremios tróficos – humedales

INTRODUCCIÓN

La importancia de los humedales como ecosistemas proveedores de servicios en beneficio del ser humano ha sido reconocida en las últimas décadas, y ha dado lugar a la creación de una convención denominada Ramsar, firmada en la ciudad del mismo nombre, en Irán, en el año de 1971, relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas (ECM, 2005; De Groot *et al.*, 2007; MINAM, 2015; Servat *et al.*, 2018). Los humedales son considerados grandes reguladores del cambio climático (Gumbrecht *et al.*, 2017).

Los Humedales de Ventanilla no figuran dentro de la lista de sitios Ramsar en el Perú (GRC-GRRNGMA, 2009), pero han sido reconocidos como lugar de descanso de alrededor de 70 especies de aves acuáticas entre residentes y migratorias (Álvarez & Iannacone, 2007; Álvarez & Iannacone, 2008), y se le ha dado la categoría de Área de Conservación Regional (ACR) para la región Callao, Perú (GRC-GRRNGMA, 2009).

El ACR Humedales de Ventanilla ha sido sometido a diferentes presiones y amenazas, como las invasiones urbanas, la acumulación de residuos sólidos, la contaminación biológica y química, entre otros (GRC-GRRNGMA, 2009; Fajardo-Vidal *et al.*, 2017; Rodríguez *et al.*, 2017), que han dado como resultado la pérdida de un gran porcentaje de su extensión, siendo en la actualidad 275,45 ha, las reconocidas como ACR (GRC-GRRNGMA, 2009) y con potencial para el desarrollo de investigaciones, así como para el aprovechamiento económico de sus servicios, como por ejemplo el turismo y recreación, entre otros (GRC-GRRNGMA, 2009; Rojas-Rieckhof, 2010).

En este ecosistema, se han hecho principalmente investigaciones sobre aves acuáticas, invertebrados y sobre la composición vegetal del mismo (Álvarez & Iannacone, 2007; GRC-GRRNGMA, 2009; Aponte & Ramírez, 2014; Carazas *et al.*, 2015; Vizcardo & Gil-Kodaka, 2015). Sin embargo, es importante el rol que cumplen los insectos en este tipo de ecosistemas, pues realizan funciones como la polinización,

descomposición y eliminación de residuos orgánicos del medio, y hacen disponible la energía para otros niveles tróficos (Batzer & Wissinger, 1996; Paredes *et al.*, 2007; UICN, 2008; Alarcón & Iannacone, 2014; Chowdhury *et al.*, 2017), siendo por esto vitales para el sostenimiento de estos ecosistemas, caracterizados por una alta productividad vegetal (ECM, 2005; Alarcón & Iannacone, 2014; Aponte *et al.*, 2018).

Desde un punto de vista ecológico, los insectos juegan un rol importante en diversos procesos: traslocación de energía, consumidores primarios y secundarios, aporte de nutrientes, alimento para los otros grupos animales e indicadores de las funciones de los ecosistemas (Medianero & Samaniego, 2004; Amalina *et al.*, 2009; Alarcón & Iannacone, 2014; Huauya & Huamaní, 2014; Mone *et al.*, 2014; Alvarado *et al.*, 2015; Gu *et al.*, 2016; Chowdhury *et al.*, 2017; Noriega *et al.*, 2018). En el caso de los humedales los insectos presentan una función fundamental como alimento para las aves acuáticas que visitan estos ecosistemas (Blanco, 1999; Alarcón & Iannacone, 2014).

Por otro lado, muchas especies de insectos son de alto interés para el hombre. Como plagas agrícolas al causar importantes pérdidas económicas anuales, o por su importancia médica como vectores de enfermedades (Gilbert & Hamilton, 1983; Center *et al.*, 1999; Mone *et al.*, 2014; Pearsons & Tooker, 2017). En los humedales la presencia de mosquitos esta regulada por otros insectos (García *et al.*, 1996), cuya composición y riqueza de especies estan relacionadas con factores de perturbación antrópica: depósito de rellenos, establecimiento de ganados, y acumulación de basura (Sánchez & Amat, 2005), factores antrópicos de gran relevancia en los humedales costeros (Ubillús & Ramírez, 2011) y que para el caso del ACR Humedales de Ventanilla es de gran importancia (GRC-GRRNGMA, 2009).

La diversidad de insectos terrestres puede estar relacionada con la diversidad de la vegetación en los humedales (Brose, 2003). Gu *et al.* (2011) señalan que los diferentes tipos de hábitats en los humedales tienen una influencia en la diversidad de insectos. Bailey *et al.* (2001) señalan que la resolución taxonómica de la *taxa* familia en algunas bioevaluaciones de diversidad pudiera ser apropiada y adecuada. Otros autores argumentan

que la identificación taxonómica de alto nivel como la de *taxa* familia denominada “especie subrogada” en evaluaciones biológicas en algunos grupos de insectos, justifica esta resolución taxonómica por factores como la relación costo-beneficio, y la falta de taxónomos e información confiable sobre la distribución y diversidad de las especies (Giehl *et al.*, 2014; Bozzuto & Blanckenhorn, 2017).

A la fecha, no se han realizado investigaciones que evalúen la relación entre la diversidad de insectos terrestres y las comunidades vegetales en el humedal de Ventanilla, Callao, Perú. Además para estudios de diversidad de la entomofauna terrestre será suficiente la resolución taxonómica de familia, o se requerirá siempre el nivel taxonómico de morfoespecies en el humedal de Ventanilla, Callao, Perú?

El objetivo del presente estudio fue evaluar la diversidad de insectos terrestres en las comunidades vegetales del ACR Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población y muestra de estudio: El ACR Humedales de Ventanilla se localiza en el distrito de Ventanilla, Callao, Perú, en la zona norte y contigua a la faja costera de la región Callao (77° 7' 43" 77° 9' 32" LO; 11° 51' 23" - 11° 52' 42" LS) (Figura 1). Su extensión total es 275,45 has. Es administrado por el Gobierno Regional del Callao. Corresponde al sector menos lluvioso de la cuenca del río Chillón, zona de clima muy seco, y con una temperatura media anual de 19,75°C. Se reconocen cuatro biotopos o comunidades vegetales dominantes: Salicornial, Juncal, Gramadal y Ttotal (Figura 1) (GRC-GRRNGMA, 2009).

Vegetación: Se reconocieron 4 Biotopos o comunidades vegetales dominantes en el ACR Humedales de Ventanilla (Sánchez-Flores, 2012): (1) Salicornial, (2) Gramadal, (3) Juncal y (4) Ttotal.

Salicornial: Es la asociación vegetal dominante,

con 79,3 has. La especie predominante es *Sarcocornia neei* (Lag.) M.A. Alonso & M.B. Crespo (Amaranthaceae). Se desarrolla principalmente en sustratos arenosos de humedad variable, asociados a espejos de agua temporales que afloran en algunas zonas. El salicornial se caracteriza por la presencia de plantas suculentas de hasta 1 m de alto, tolerantes a suelos con altas concentraciones de sales.

Gramadal: Con 43,2 ha es la segunda asociación dominante dentro del ecosistema, las especies vegetales predominantes son *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth y *Distichlis spicata* (L.) Greene (Grana salada) (Poaceae). Se desarrollan en suelos arenosos de humedad variable, asociados a espejos de agua temporales que afloran en algunas zonas. El gramadal se caracteriza por la presencia de manojos o almohadillas de 20 a 50 cm, alcanzando 1 m en algunos sectores.

Juncal: Se encuentra cubriendo 4,2 ha. Las especies vegetales dominantes son *Schoenoplectus americanus* (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller y *Cyperus laevigatus* Humb. & Bonpl. ex Willd (Cyperaceae). Se desarrolla en suelos de sustratos inundados, asociados principalmente a espejos de agua permanentes. Se caracteriza por la presencia de plantas de 0,5 a 1 m, donde las comunidades de *S. americanus* de tamaño significativo se conocen como “juncales”, siendo extraídas para artesanías por personas de las zonas aledañas como parte de un intento de acercar a los habitantes de estas zonas en el manejo del ACR.

Total: Se encuentra cubriendo 4,2 ha. La especie vegetal predominante es *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják 1972 (Cyperaceae): Además, está presente *Typha domingensis* Pers. 1807 (Thypaceae). Se desarrollan siempre en suelos de sustrato inundado, asociándose a espejos de agua permanentes. El total se caracteriza por la presencia de plantas de hasta 3 m de altura, con raíces fuertemente adheridas al sustrato inundado. Esta comunidad presentó problemas durante su muestreo, pues el área era frecuentada por pobladores de las zonas aledañas. Hubo pérdida de dos trampas Malaise, las trampas pitfall no pudieron ser instaladas por lo inundado de esta comunidad. Debido a ésto, el muestreo de esta comunidad se limitó a la colecta directa, y a la colecta con red aérea.

Espejos de agua: Superficies cubiertas de agua, temporales o permanentes que caracterizan a los Humedales. Se encuentran cubriendo 11,7 has.

Temperatura y Humedad Relativa: Se obtuvieron de los datos históricos de la estación meteorológica de Ancón (ESMAR) disponible en la página web del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) (T °C y HR %).

Métodos de colecta (Márquez, 2005; Triplehorn & Johnson, 2005): Las cinco técnicas de colecta de ejemplares de la entomofauna fueron las siguientes.

Trampas Pitfall (simples y necrotrampas): Este método recogió la fauna de la superficie del suelo de manera estandarizada para determinar su densidad en un período de tres días/mes. Se instalaron dos series de 10 trampas de caída en un transecto de 100 m por cada serie. Se hicieron hoyos en el suelo, y fueron colocadas las trampas, las cuales consistieron en vasos plásticos descartables de 18 oz, a los cuales se les agregó agua con detergente y sal. La separación entre cada trampa fue de 10 m. Se utilizaron dos variedades, trampa pitfall simple para la primera serie, y necrotrampas para la segunda serie de trampas, en este caso se utilizó carne de vacuno en descomposición como cebo. La lectura de trampas se realizó a las 72 h (Vélez-Azañero & Lizárraga-Travaglini, 2013; Boetzl *et al.*, 2018; Gomes *et al.*, 2018).

Trampas Malaise: Este método determinó la densidad de los insectos voladores en un período tiempo de cinco días/mes. Se instaló una trampa de intersección de vuelo tipo Malaise por cada comunidad estudiada, por un período de cinco días. Esta trampa fue diseñada con tubos y tul a manera de tienda de campaña para la captura de los insectos voladores. En la parte más alta se colocó un frasco colector con alcohol etílico al 70 % para la muerte y preservación de los insectos colectados. La lectura de trampas se realizó a las 120 h (Campbell & Hanula, 2007; Sheikh *et al.*, 2016).

Colecta con Red aérea (activa): Se utilizó una red entomológica para la búsqueda activa de insectos voladores en un transecto de 100 m, realizándose pases dobles sobre la vegetación durante un

período de 1 h/mensual en cada comunidad vegetal.

Colecta Manual (activa): Se hizo la búsqueda directa de insectos sobre sustratos florales, caulinares, herbáceos, debajo de piedras durante un período de 1h en cada comunidad vegetal.

Preservación del material biológico: Los ejemplares colectados fueron preservados en alcohol etílico al 70% en frascos de vidrio debidamente etiquetados con el lugar de colecta, fecha, y nombre del colector. Algunas especies se sacrificaron en cámara letal, y luego fueron conservadas en alcohol etílico al 70%. Las mariposas y polillas se conservaron en sobres entomológicos de papel "glassine" con el fin de evitar la pérdida de escamas (Márquez, 2005; Triplehorn & Johnson, 2005).

Montaje de muestras: En esta etapa se efectuó el conteo de los ejemplares por morfoespecie, y la identificación taxonómica a nivel de familia, o hasta especie de ser posible. Para la clasificación taxonómica se utilizaron claves especializadas dicotómicas disponibles, y para la diferenciación de las morfoespecies se comparó la venación alar, el patrón de coloración y el tamaño de los individuos adultos. Así como la presencia de pubescencias y microesculturas (McAlpine *et al.*, 1981; Triplehorn & Johnson, 2005). Para el montaje de especímenes, se seleccionaron las muestras mejor conservadas, las cuales fueron retiradas del alcohol etílico y se depositaron sobre placas petri para su manipulación. Se utilizaron alfileres entomológicos, y el procedimiento se realizó de acuerdo a lo propuesto por la bibliografía para cada orden de insectos. Fue necesario el uso de extensores alares para el caso de los lepidópteros (Márquez, 2005; Triplehorn & Johnson, 2005).

Procesamiento de datos:

El análisis se efectuó a nivel de morfoespecies, a nivel de familias (excluyéndose para el análisis las morfoespecies no identificadas), y a nivel de órdenes. Se analizó diversidad de insectos para: (1) cada comunidad vegetal, (2) meses de muestreo y (3) gremio trófico. La data completa de la entomofauna puede ser consultada en Sánchez-Flores (2012) o solicitada al autor por correspondencia.

Diversidad alfa: Se determinó la riqueza de especies (S), la abundancia de especímenes en base al número de individuos (N) y el índice de Margalef (d) para la entomofauna terrestre. También se utilizaron índices basados en la estructura de las comunidades, como equidad de Pielou (J), Shannon-Wiener (H') y dominancia de Simpson (I) (Moreno, 2001). Para evaluar la influencia del menor esfuerzo de muestreo para el caso de la comunidad vegetal de Totoral, se repitió el análisis tomando en cuenta solo aquellos métodos de muestreo comunes a las cuatro comunidades vegetales (red aérea y colecta directa). El programa estadístico *Past 3.22* para Windows fue usado para determinar la diversidad alfa (Hammer *et al.*, 2001). Asimismo, se hizo el análisis de acumulación de especies, según el modelo de Clench (Sppacum), para las cuatro comunidades vegetales (Moreno, 2001). Para los cálculos de acumulación de especies se utilizaron los programas *EstimateSWin752* (Colwell, 2005), y *Species Accumulation* (CIMAT, 2003).

Los índices mensuales de diversidad alfa para la entomofauna terrestre y los datos mensuales de temperatura y humedad relativa fueron analizados mediante una correlación de Spearman (r_s) ($p < 0,05$), con el programa estadístico SPSS versión 18,0 (IBM, 2009).

Diversidad beta: Se hizo la comparación de la diversidad entre las diferentes comunidades vegetales, en base a los índices de similitud cualitativo de Jaccard y cuantitativo de Bray-Curtis (Moreno, 2001). Para el cálculo de estos dos índices se empleó el programa estadístico *Past 3.22* para Windows (Hammer *et al.*, 2001).

Para la asignación de gremios tróficos se utilizó la información sobre los comportamientos alimenticios a nivel de familia disponible en la literatura especializada, y se utilizaron los criterios propuestos por Iannacone *et al.* (2000) y Noriega *et al.* (2018). Se asignaron 4 categorías: detritívoros (D), fitófagos (F), depredadores (P) y parasitoides (Par).

RESULTADOS

Caracterización general de la entomofauna: La

riqueza taxonómica de la entomofauna terrestre para todo el ecosistema fue 9 órdenes, 72 familias y 150 morfoespecies de insectos, colectándose un total de 3622 especímenes (Tablas 1 y 2). El orden Diptera fue el más abundante, y el más diverso (34 % del total de morfoespecies colectadas). El segundo orden en número de especímenes fue Coleoptera, seguido de Hymenoptera y Lepidoptera. En menores proporciones estuvieron presentes los órdenes Hemiptera, Odonata, Orthoptera, y Neuroptera (Tablas 1 y 2). El orden que presentó mayor diversidad de familias fue Diptera y Coleoptera. Las familias que presentaron las mayores abundancias de individuos fueron Tabanidae y Gelechiidae (Tabla 2).

La proporción de gremios tróficos respecto de las familias presentes en el ecosistema fue mayor para los fitófagos (49%), seguido de depredadores (28%), detritívoros (15%) y parasitoides (8%).

La proporción de gremios tróficos en base a la abundancia de insectos terrestres fue de 39% para fitófagos, 34% para depredadores, 20% para detritívoros, y de 7% para los parasitoides en relación al número de especímenes (Tabla 3).

Sobre los métodos de muestreo, el mayor número de especímenes colectados fue para las trampas Malaise (57%), seguido de la red aérea (14%), pitfall mas cebo (11%), colecta directa (10%) y finalmente, pitfall simple (8%) (Tabla 4).

Comunidades vegetales

Diversidad alfa: A nivel de morfoespecies y de familias de insectos terrestres, la comunidad vegetal con mayor riqueza específica e índice de Margalef fue la Salicornial (Tabla 5). A nivel de órdenes las comunidades de Salicornial, Juncal, y Gramadal presentaron valores iguales, con representantes para los nueve órdenes colectados en cada una de ellas, mientras que el Ttotal solo presentó representantes para 6 órdenes de insectos. A nivel de órdenes fue el Gramadal el que presentó el mayor valor, seguido de Salicornial, Juncal y Ttotal (Tabla 5). El índice de dominancia de Simpson, a nivel de morfoespecies y de familias, mostró el mayor valor para la comunidad de Gramadal. Esta tendencia cambió a nivel de órdenes, donde: Salicornial > Juncal > Ttotal > Gramadal (Tabla 5).

El índice Shannon–Wiener, a nivel de morfoespecies y órdenes, arrojó el valor más alto para Salicornial. A nivel de familias el valor más alto se obtuvo para la comunidad de Gramadal. El índice de equidad de Pielou a nivel de morfoespecies y familias y órdenes, mostró el valor más alto para la comunidad de Ttotal (Tabla 5).

Los resultados de acumulación de especies mostraron altos porcentajes de entomofauna muestreada sobre la estimada para las cuatro comunidades vegetales, a nivel de morfoespecies, familias y órdenes. Así, para el análisis a nivel de morfoespecies y familias, la comunidad con el mayor porcentaje estimado fue la de ttotal (Tabla 5). A nivel de órdenes el mayor porcentaje estimado lo presentaron las comunidades vegetales de Juncal y Gramadal (Tabla 5).

Diversidad Beta: Los valores de similitud a nivel de morfoespecies de los insectos terrestres mediante el dendrograma empleando el índice cualitativo de Jaccard y el cuantitativo de Bray-Curtis, para el análisis general y para el análisis que excluye los métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, son mostrados en la figuras 2abcd. Estas figuras muestran el mismo patrón con dos grupos fácilmente distinguibles, el más grande formado por las comunidades de Juncal y Salicornial, seguidos de Gramadal, y otro mas pequeño y de baja similitud que es el Ttotal.

Los valores de similitud a nivel de familias de los insectos terrestres mediante el dendrograma empleando el índice cualitativo de Jaccard y el cuantitativo de Bray-Curtis, para el análisis general y para el análisis que excluye los métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, son mostrados en la figuras 3abcd. Estas figuras muestran el mismo patrón con dos grupos fácilmente distinguibles, el más grande formado por las comunidades de Juncal y Salicornial, seguidos de Gramadal, y otro más pequeño y de baja similitud que es el Ttotal. Únicamente para el índice cualitativo de Jaccard, que excluye los métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, el Gramadal mostró la más baja similitud.

Los valores de similitud a nivel de Órdenes de los insectos terrestres mediante el dendrograma empleando el índice cualitativo de Jaccard y el

cuantitativo de Bray-Curtis, para el análisis general y para el análisis que excluye los métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, son mostrados en la figuras 4abcd. Estas figuras muestran el mismo patrón con dos grupos fácilmente distinguibles, el más grande formado por las comunidades de Juncal y Salicornial y Gramadal, y el otro de baja similitud que es el Totoral.

Meses de colecta

Diversidad alfa: La mayor abundancia de insectos terrestres se observó en Diptera en los meses de mar y dic. En cambio en Coleoptera, se vio en feb y mar (Tabla 6). A nivel de morfoespecies de insectos terrestres se muestra que el mes de colecta de mayor riqueza específica (S) fue feb. Mientras que a nivel de familias el mes de mayor riqueza fue el de mar. A nivel de órdenes, en casi todos los meses el número de órdenes fue similar (Tabla 7). El índice de Margalef (d), a nivel de morfoespecies, familias y órdenes arroja valores altos para el mes de feb (Tabla 7). El índice de equidad de Pielou y el de Shannon-Wiener a nivel de morfoespecies, familias y órdenes mostraron los valores más altos para el mes de ene (Tabla 7). El índice de Simpson, a nivel de morfoespecies, familia y órdenes presentaron los valores más bajos en ene (Tabla 7).

Correlación de Spearman: El análisis de

correlación entre los índices de diversidad alfa a nivel de morfoespecies de los insectos terrestres y los datos de temperatura mensual muestran una correlación significativa con la riqueza de especies y con el índice de Margalef ($p < 0,05$). Los resultados del análisis de correlación entre los índices de diversidad alfa a nivel de familia y los datos de temperatura muestran una correlación significativa únicamente con el índice de Margalef ($p < 0,05$). La humedad relativa no mostró correlación significativa con ninguno de los índices de diversidad alfa a nivel de morfoespecies y de familia ($p > 0,05$). El análisis de correlación a nivel de órdenes entre los índices de diversidad alfa y los datos de temperatura y humedad relativa no mostraron correlación significativa ($p > 0,05$).

Diversidad Beta: Los valores de similitud a nivel de morfoespecies, de familias y de órdenes de los insectos terrestres mediante el dendrograma empleando el índice cualitativo de Jaccard y el cuantitativo de Bray-Curtis se muestran en la figuras 5abcdef. Estas figuras para morfoespecies y familias muestran un patrón similar con dos grupos fácilmente distinguibles, uno formado por ene y feb, luego dic y el otro grupo por mar y abr. El dendrograma de similitud a nivel órdenes mostró un patrón diferente, siendo dic el menos asociado según Jaccard, y mar según Bray-Curtis (fig. 5ef).

Tabla 1. Abundancia de insectos por orden en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

Orden	Salicornial	Juncal	Gramadal	Totoral	Total
Coleoptera	172	203	172	37	584
Dermaptera	11	25	34	0	70
Diptera	557	616	443	32	1648
Hemiptera	92	65	49	1	207
Hymenoptera	118	127	74	32	351
Lepidoptera	210	215	75	17	517
Neuroptera	6	1	1	0	8
Odonata	61	61	39	29	190
Orthoptera	19	11	17	0	47
Total general	1246	1324	904	148	3622

Tabla 2. Abundancia de insectos por Familia en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

Orden	Familia	Salicornial	Juncal	Gramadal	Totoral	Total
Coleoptera	Bostrichidae	0	2	1	0	3
	Carabidae	11	12	1	15	39
	Cerambycidae	4	6	1	0	11
	Chelonariidae	1	0	5	0	6
	Chrysomelidae	43	10	6	0	59
	Coccinellidae	40	108	27	20	195
	Cucurlionidae	6	14	59	0	79
	Elateridae	14	6	0	0	20
	Mordellidae	3	0	0	0	3
	Nitidulidae	4	3	1	0	8
	Ptiliidae	6	0	0	0	6
	Scarabaeidae	1	0	2	0	3
	Staphylinidae	6	2	59	0	67
	Tenebrionidae	33	39	8	2	82
	No identificado	0	1	2	0	3
	Dermaptera	Labiduridae	11	25	34	0
Diptera	Agromyzidae	0	0	3	0	3
	Asilidae	6	5	0	1	12
	Bombyliidae	11	2	2	8	23
	Calliphoridae	4	7	6	0	17
	Ceratopogonidae	7	14	20	0	41
	Chironomidae	80	62	12	0	154
	Chyromyidae	3	0	2	0	5
	Culicidae	15	21	10	0	46
	Dolichopodidae	21	35	28	0	84
	Ephydriidae	10	48	56	0	114
	Lauxaniidae	1	2	1	0	4
	Muscidae	23	43	25	1	92
	Otitidae	107	24	28	0	159
	Phoridae	52	16	73	0	141
	Pipunculidae	0	0	4	0	4
	Sarcophagidae	1	11	12	4	28
	Stratiomyidae	15	18	17	4	54
	Syrphidae	2	11	5	1	19
	Tabanidae	122	156	72	13	363
	Tachinidae	4	2	1	0	7
	Tephritidae	1	0	0	0	1
	Tipulidae	38	47	35	0	120
	No identificado	34	92	31	0	157
Hemiptera	Cicadellidae	19	15	12	0	46
	Cixiidae	31	30	28	0	89
	Lygaeidae	12	0	0	0	12
	Miridae	4	1	0	0	5
	Nabidae	1	0	0	0	1
	Pentatomidae	23	17	4	1	45
	Reduviidae	2	2	5	0	9

Continúa Tabla 2

Continúa Tabla 2

Hymenoptera	Apidae	1	0	1	0	2
	Braconidae	4	4	1	0	9
	Chalcididae	18	8	5	0	31
	Crabronidae	25	26	13	14	78
	Cynipidae	0	0	3	0	3
	Halictidae	4	14	0	0	18
	Ichneumonidae	3	22	5	1	31
	Mutillidae	37	19	15	10	81
	Pompilidae	16	20	27	5	68
	Sphecidae	7	6	4	2	19
	Vespidae	2	5	0	0	7
	No identificado	1	3	0	0	4
	Lepidoptera	Arctiidae	14	30	12	17
Gelechiidae		147	122	44	0	313
Hesperiidae		5	9	4	0	18
Lycaenidae		7	2	1	0	10
Noctuidae		36	48	12	0	96
Nymphalidae		0	1	0	0	1
Pieridae		1	0	0	0	1
Pterophoridae		0	3	2	0	5
Neuroptera	Chrysopidae	2	1	1	0	4
	Hemerobiidae	2	0	0	0	2
	Myrmeleontidae	2	0	0	0	2
Odonata	Aeshnidae	5	5	0	5	15
	Coenagrionidae	41	34	31	15	121
	Libellulidae	15	22	8	9	54
Orthoptera	Acrididae	0	0	1	0	1
	Gryllidae	19	8	13	0	40
	Tettigoniidae	0	3	3	0	6
Total general		1246	1324	904	148	3622

Tabla 3. Abundancia de insectos por gremio trófico en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. D = detritívoro. F= fitófago. P = Depredador. Par = Parasitoide.

Gremio trófico	Salicornial	Juncal	Gramadal	Totoral	Total
D	314	207	168	7	696
F	487	488	342	31	1348
P	328	458	307	94	1187
Par	82	75	54	16	227
Total general	1211	1228	871	148	3458

Tabla 4. Abundancia de insectos por tipo de trampa en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. * = Pérdida de trampas por inundaciones.

Método de colecta	Salicornial	Juncal	Gramadal	Totoral	Total
Colecta directa	111	109	85	47	352
Pitfall	95	91	109	*	295
Pitfall + Cebo	109	121	174	*	404
Red aérea	155	149	119	101	524
Trampa Malaise	776	854	417	*	2 047
Total general	1246	1324	904	148	3622

Tabla 5. Análisis de diversidad alfa de los insectos en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. S = riqueza de especies; N = número de individuos; d = índice de Margalef; J' = equidad de Pielou; H' = índice de Shannon-Wiener; λ = índice de Simpson; Sppaccum = acumulación de especies. A = Morfoespecies; B = Familias; C = Órdenes.

		S	N	d	J'	H'	λ	Sppaccum (%)
Salicornial	A	111	1246	15,43	0,80	3,77	0,04	73,97
	B	64	1231	8,85	0,83	3,45	0,04	88,59
	C	9	1246	1,12	0,74	1,62	0,26	94,83
Juncal	A	101	1324	13,91	0,80	3,72	0,04	81,27
	B	56	1310	7,66	0,85	3,42	0,04	94,77
	C	9	1324	1,11	0,71	1,57	0,28	100
Gramadal	A	93	904	13,52	0,82	3,72	0,03	73,80
	B	57	885	8,25	0,85	3,45	0,04	91,92
	C	9	904	1,17	0,71	1,57	0,29	100
Totoral	A	32	148	6,20	0,86	3,00	0,06	84,16
	B	20	148	3,80	0,88	2,63	0,07	117,80
	C	6	148	1,00	0,89	1,61	0,29	82,96

Tabla 6. Abundancia de insectos por Orden por mes de evaluación del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

Orden	2010			2011			Total
	dic	ene	feb	mar	abr		
Coleoptera	108	100	140	135	101		584
Dermaptera	21	5	25	12	7		70
Diptera	340	199	281	504	324		1648
Hemiptera	29	42	40	49	47		207
Hymenoptera	52	61	67	98	73		351
Lepidoptera	115	93	108	99	102		517
Neuroptera		3	2	1	2		8
Odonata	48	36	32	41	33		190
Orthoptera	8	6	12	13	8		47
Total general	721	545	707	952	697		3622

Tabla 7. Análisis de diversidad alfa de los insectos asociados para los cinco meses de colecta del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. S = riqueza de especies; N = número de individuos; d = índice de Margalef; J' = equidad de Pielou; H' = índice de Shannon-Wiener; λ = índice de Simpson. A = Morfoespecies; B = Familias; C = Órdenes.

meses		S	N	d	J'	H'	λ
dic	A	75	721	11,25	0,81	3,49	0,05
	B	47	687	7,04	0,83	3,20	0,06
	C	8	721	1,06	0,76	1,58	0,28
ene	A	87	545	13,65	0,87	3,90	0,03
	B	54	540	8,42	0,88	3,53	0,03
	C	9	545	1,27	0,78	1,72	0,21
feb	A	97	707	14,63	0,82	3,77	0,04
	B	57	684	8,57	0,85	3,44	0,04
	C	9	707	1,21	0,77	1,70	0,23
mar	A	96	952	13,85	0,83	3,79	0,03
	B	59	873	8,56	0,85	3,47	0,04
	C	9	952	1,16	0,67	1,49	0,32
abr	A	89	697	13,44	0,83	3,73	0,04
	B	55	674	8,29	0,85	3,43	0,04
	C	9	697	1,22	0,72	1,59	0,27

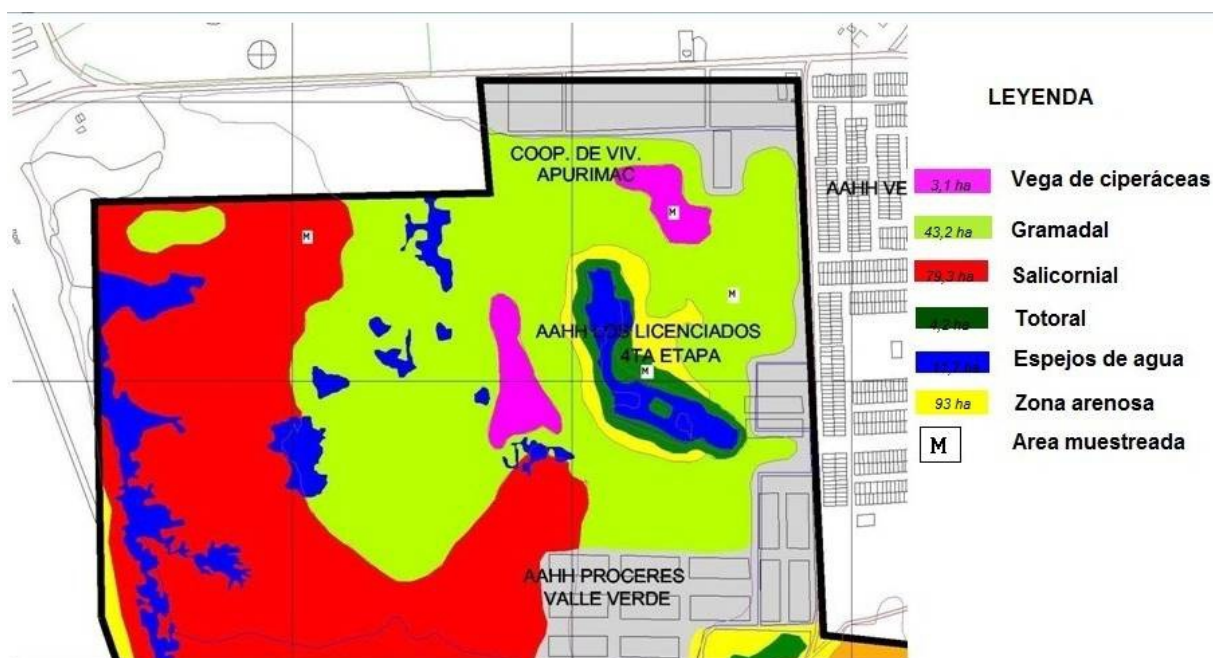


Figura 1. Área de muestreo del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.

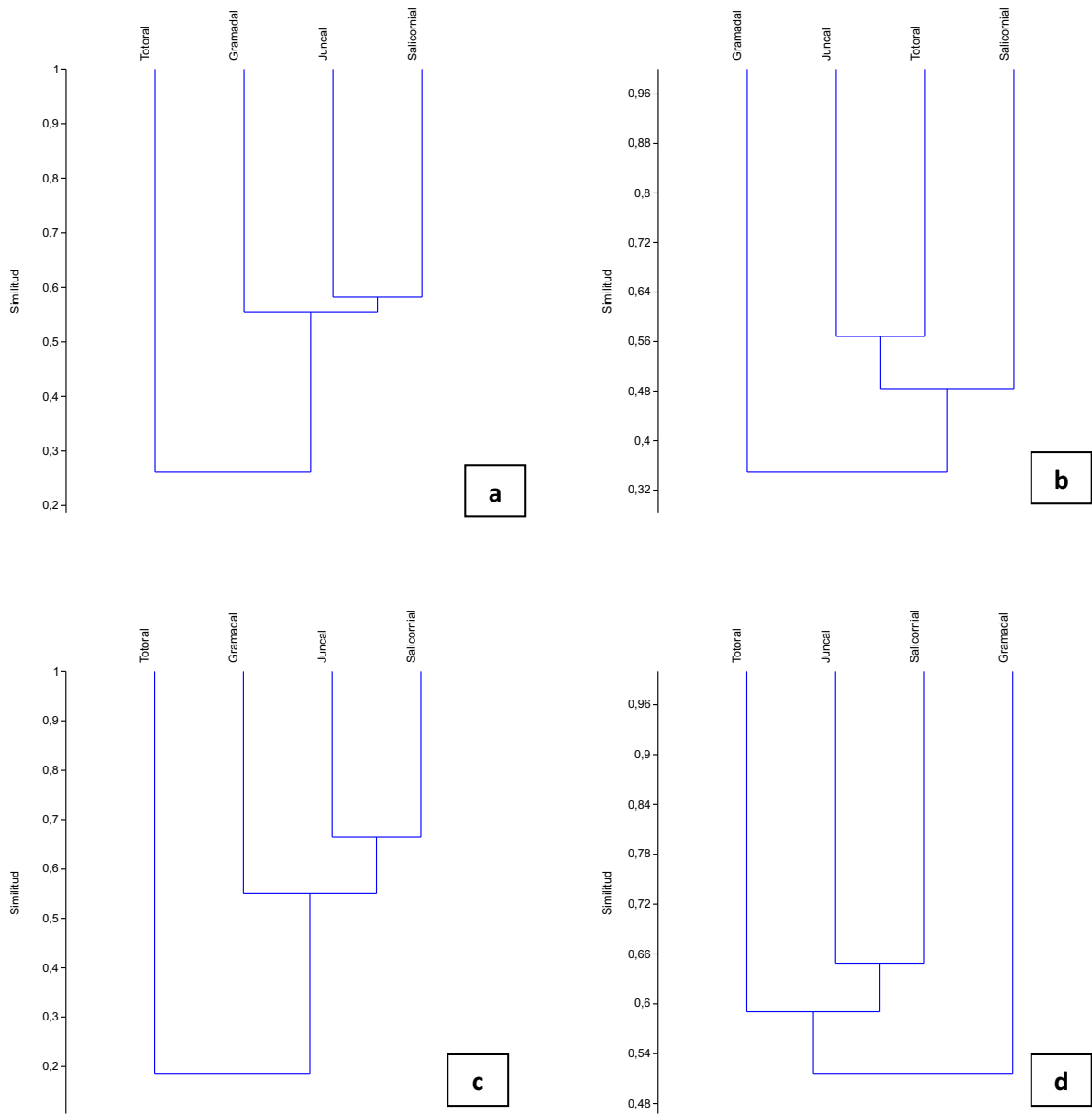


Figura 2. Diversidad beta con el análisis de similitud a nivel de morfoespecies de insectos en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. a. Jaccard. b. Jaccard. Excluyendo métodos de colecta no comunes. c. Bray - Curtis. d. Bray - Curtis. Excluyendo métodos de colecta no comunes.

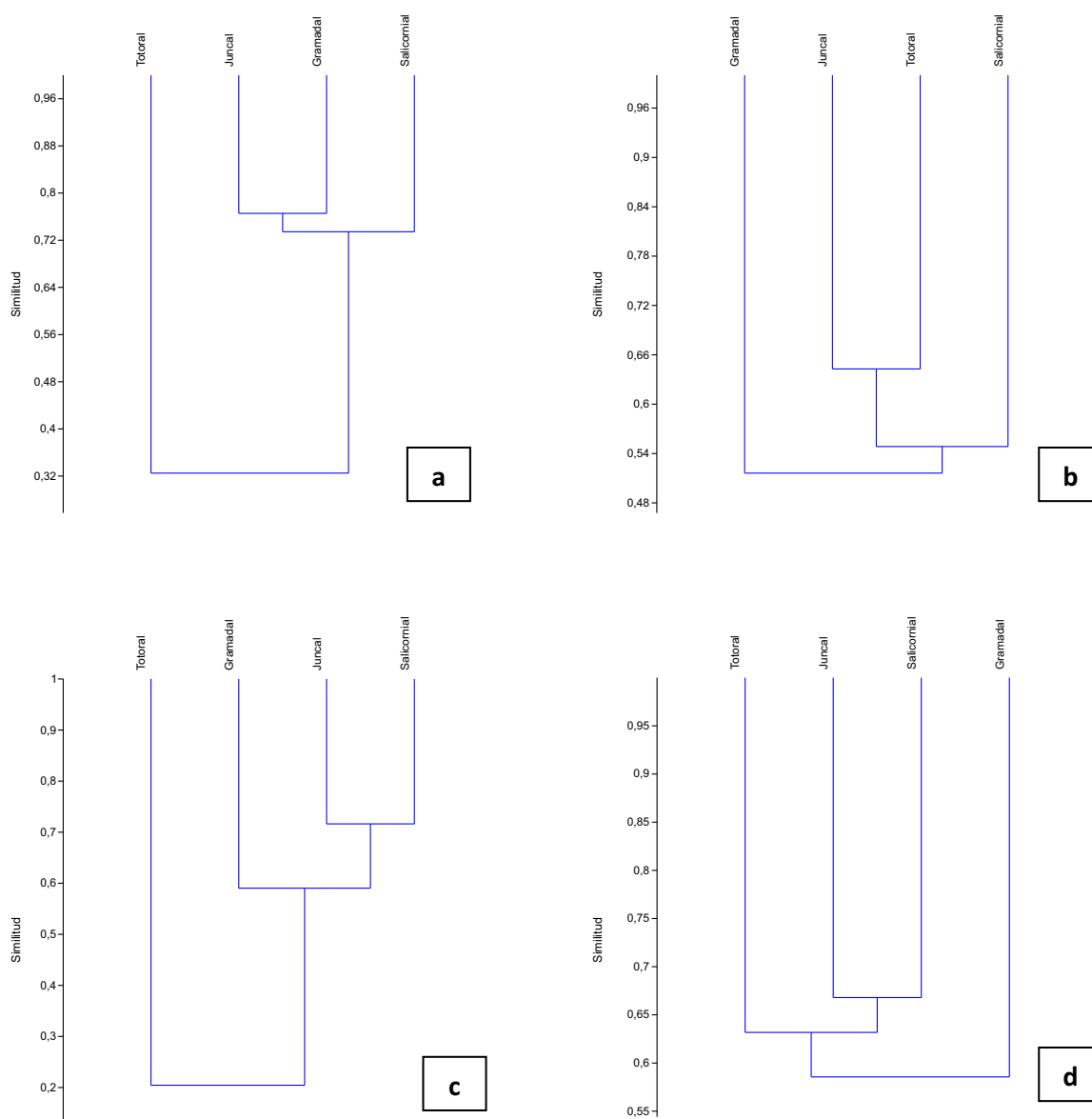


Figura 3. Diversidad beta con el análisis de similitud a nivel de familias de insectos en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. a. Jaccard. b. Jaccard. Excluyendo métodos de colecta no comunes. c. Bray - Curtis. d. Bray - Curtis. Excluyendo métodos de colecta no comunes.

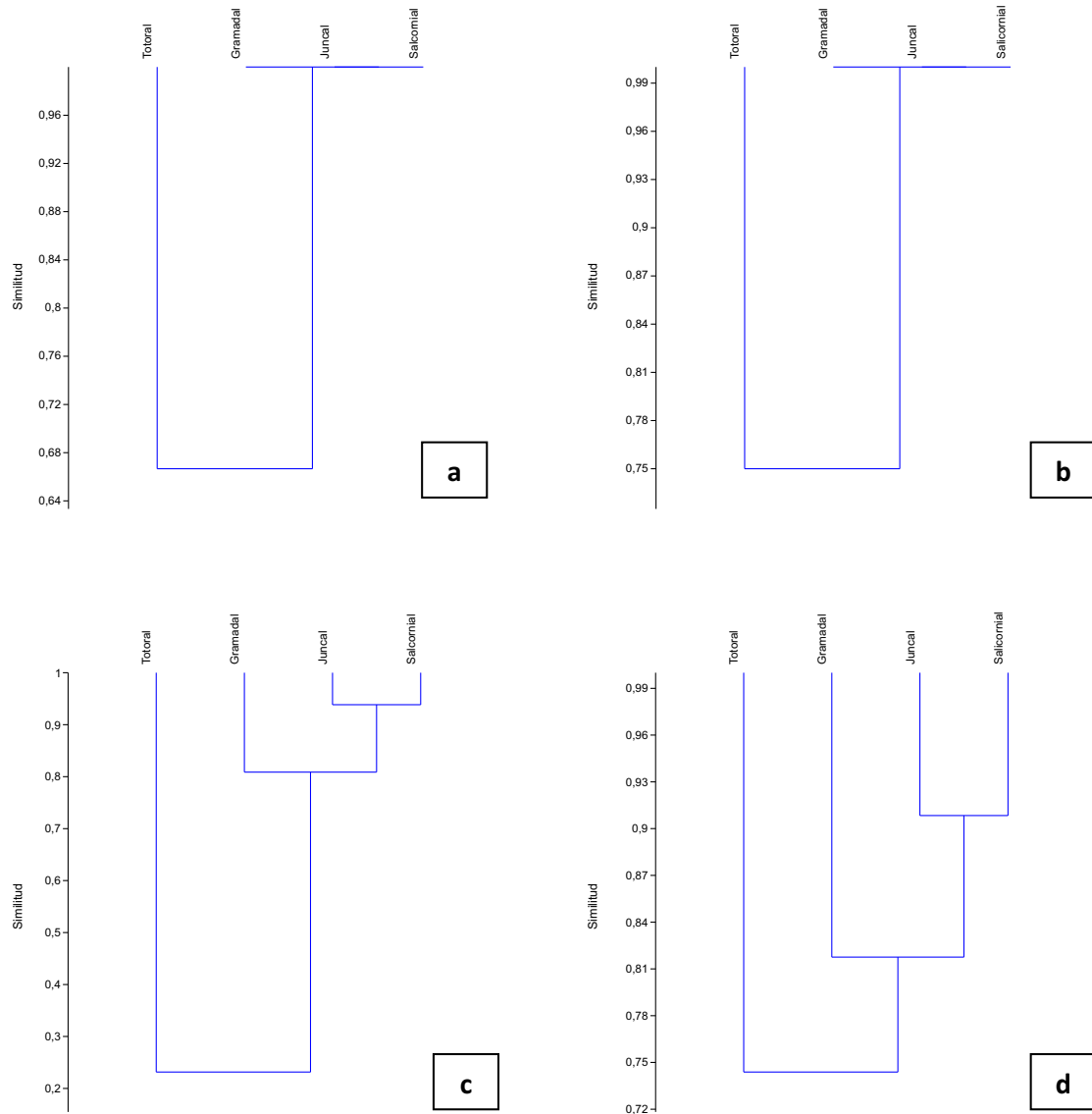


Figura 4. Diversidad beta con el análisis de similitud a nivel de Órdenes de insectos en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. a. Jaccard. b. Jaccard. Excluyendo métodos de colecta no comunes. c. Bray - Curtis. d. Bray - Curtis. Excluyendo métodos de colecta no comunes.

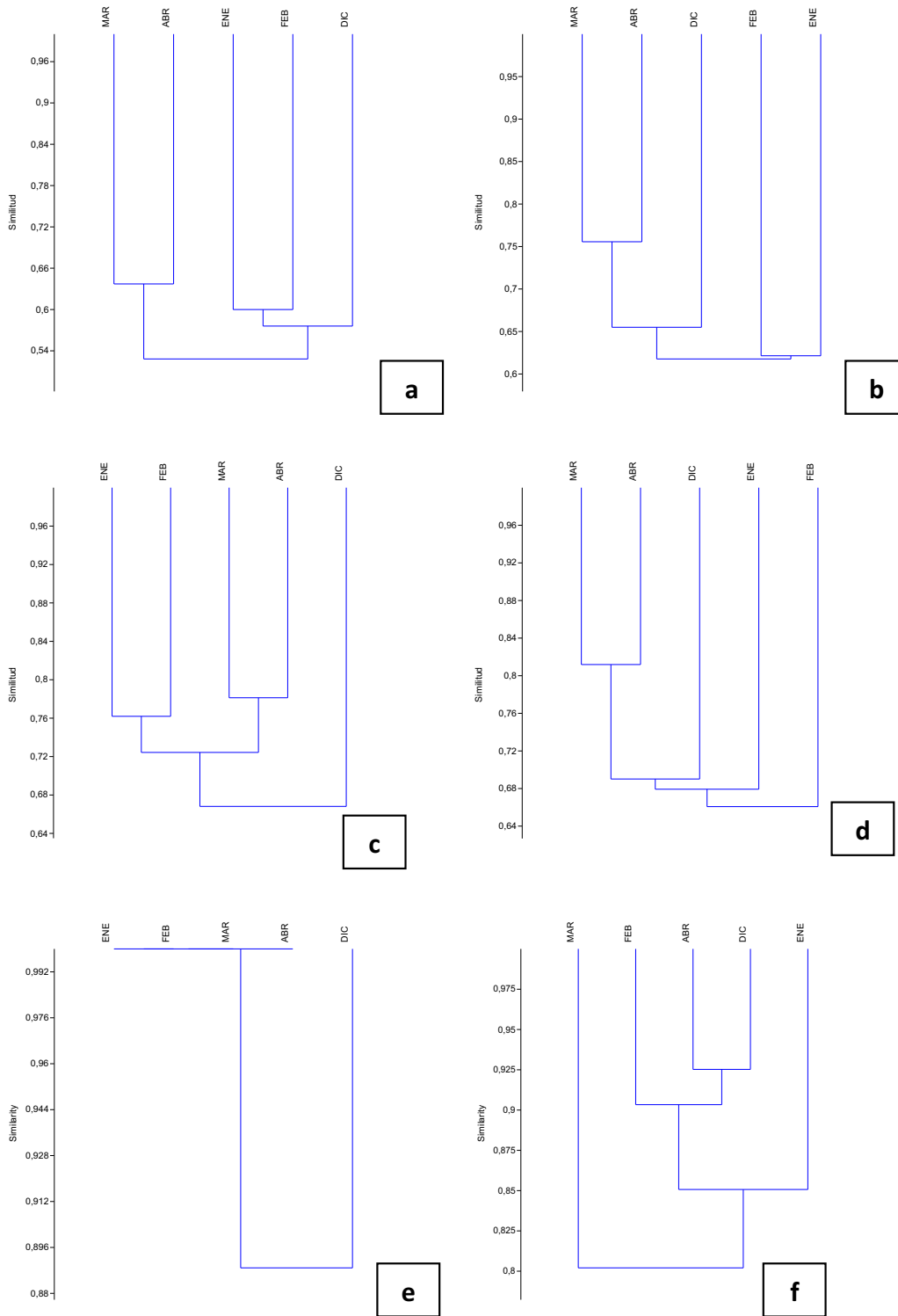


Figura 5. Diversidad beta con el análisis de similitud a nivel de insectos entre cinco meses de colecta en el área de conservación regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. a. Jaccard. Análisis a nivel de morfoespecies. b. Bray - Curtis. Análisis a nivel de morfoespecies. c. Jaccard. Análisis a nivel de familias. d. Bray - Curtis. Análisis a nivel de familias. e. Jaccard. Análisis a nivel de órdenes. f. Bray - Curtis. Análisis a nivel de órdenes.

DISCUSIÓN

Los estudios realizados sobre insectos terrestres en ecosistemas costeros, han sido escasos, y ninguno de estos anteriormente en Humedales de Ventanilla. Alarcón & Iannacone (2014) evaluaron la diversidad de los artrópodos terrestres asociado a las formaciones vegetales en el humedal “Pantanos de Villa”, Lima, Perú. De igual forma escasos estudios sobre insectos en este tipo de ecosistemas costeros de Lima, Perú han sido realizados sobre la entomofauna acuática o semiacuática (Peralta & Huamantínco, 2014). El presente estudio no consideró dentro de su protocolo de muestreo a los insectos acuáticos, pues se limitó a comparar la diversidad de los insectos terrestres entre las comunidades vegetales (Alarcón & Iannacone, 2014). Sin embargo debido a la naturaleza de los insectos, la variación del comportamiento entre los estadios juveniles y los adultos, y a la influencia del aspecto hidrológico en este tipo de estudios, se suelen registrar también *taxa* acuáticos al evaluar la diversidad de insectos terrestres (Cepeda *et al.*, 2006).

El orden más abundante y diverso fue Diptera, el cual fue colectado principalmente con la trampa Malaise. Esto es coincidente con lo obtenido por Cepeda *et al.* (2006) en el humedal Tambo-Puquios en Chile y en varios humedales (Batzer & Wissinger, 1996). La gran diversidad, y plasticidad ecológica en familias de este orden podría ayudar a explicar las diferencias entre las comunidades vegetales dentro de los humedales de Ventanilla, pues para aquellas comunidades asociadas a espejos de agua temporales (Salicornial y Gramadal) los insectos pueden desarrollarse más rápido que en espejos de agua permanentes (Batzer & Wissinger, 1996). Una mayor diversidad de insectos en humedales está relacionada con una mayor humedad en los hábitat muestreados (Gu *et al.*, 2011). Otros autores señalan que los tipos de vegetación de los humedales en base a las cercanías a las fuentes de agua tiene alta influencia en la diversidad de invertebrados terrestres, principalmente en los dípteros (Holmquist *et al.*, 2011). Los dípteros empiezan a ser más activos mucho más temprano que otros grupos y por lo general completan más de una generación en el verano, e incluyen a familias denominadas colonizadores tempranos o de ciclos

rápidos (Chironomidae, Muscidae, Ephydriidae y Sphaeroceridae) (Cepeda *et al.*, 2006), de las cuales las tres primeras fueron registradas para este estudio. El segundo orden más abundante fue Coleoptera. Otros estudios evidencian la importancia de este *taxa* en humedales costeros (Balakrishnan *et al.*, 2014).

Los resultados de riqueza de especies muestran una variación según el *taxa* elegido para el análisis; así, si bien la comunidad vegetal de Salicornial se muestra como la más diversa a nivel de morfoespecies y familias, esto no ocurre con las otras comunidades, pues la comunidad de Gramadal fue más diversa a nivel de familias, pese a presentar una menor abundancia y menor riqueza a nivel de morfoespecies. Por otro lado, el Ttotal se mantuvo siempre alejado de las otras comunidades, incluso a nivel de órdenes (las otras comunidades mostraron la misma riqueza de órdenes), esto se pudiera deberse al menor esfuerzo de colecta para esta comunidad vegetal, y esto se confirmaría cuando el análisis se limitó a aquellos métodos comunes a las cuatro comunidades, pues la riqueza de especies para las otras tres comunidades disminuye notablemente. Los valores para el índice de Margalef están expresados en función del número de especímenes colectados, por esto la diferencia de valores para los distintos análisis a nivel de *taxa*. Sin embargo, a nivel de morfoespecies y familias estos valores indican alta diversidad para las cuatro comunidades, incluso para el Ttotal. Esto se aprecia también para el caso del análisis que excluye los métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, donde si bien los valores cambian a números menores, estos aún indican alta diversidad respecto al número de especímenes colectados. Alarcón & Iannacone (2014) señalaron para el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú, que el Gramadal fue la formación vegetal que obtuvo mayor riqueza y abundancia de artrópodos. Esta alta diversidad no se vio a nivel de órdenes. Gu *et al.* (2011) encontraron que la diversidad de especies y los índices de diversidad alfa de insectos en los humedales eran diferentes según el tipo de vegetación y las fuentes de agua. Wettstein & Schmid (2001) señalaron que la diversidad de artrópodos en humedales, pero no la abundancia de artrópodos se relaciona positivamente con la estructura de la vegetación.

Los índices de equidad utilizados para evaluar la diversidad de los insectos terrestres, arrojan valores altos para las cuatro comunidades vegetales, e indican una alta diversidad y equidad de las comunidades. Así, el índice de Pielou indica que las comunidades presentan mayor equidad a nivel de familias, estando estas bien representadas dentro de cada comunidad vegetal, de igual manera a nivel de morfoespecies se aprecian valores de equidad altos, e incluso esto se da a nivel de órdenes, lo que indica que la mayoría de estos están bien representados. Por otro lado, los valores del índice de Shannon indican valores altos de diversidad, estos valores normalmente se sitúan entre 1,5 a 3,5, tanto para la evaluación a nivel de morfoespecies y familias, y nuevamente valores bajos para el análisis nivel de órdenes. Se ha indicado que una alta heterogeneidad ambiental como son las comunidades vegetales en los humedales, se caracterizan por una mayor riqueza de especies y la abundancia de insectos (Pereira de Sousa *et al.*, 2016). Alarcón & Iannacone (2014) señalaron para el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú, que el índice de Pielou (J') alcanzó su valor más alto para los insectos terrestres en el herbazal de Salicornia.

Los valores del índice de Simpson nos indican la dominancia del ecosistema, el análisis de acuerdo a los taxa nos permite apreciar que no si existe dominancia de morfoespecies, familias o incluso de órdenes. Para las cuatro comunidades estos valores fueron cercanos y mostrarón una baja dominancia tanto a nivel de morfoespecies como de familias. Lo que evidencia a nivel de diversidad de insectos que la resolución taxonómica de morfoespecie y de familia da resultados similares. A nivel de órdenes los valores muestran valores menos bajos de dominancia, y esto se puede explicar debido que a nivel de órdenes si es posible observar algunos grupos predominantes como es el caso de Diptera. Asimismo, esta baja dominancia se apreció incluso para el análisis excluyendo métodos de colecta no comunes a las cuatro comunidades, esto debido a que este índice representa la probabilidad de que dos especímenes escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (familia, u orden) lo cual se puede apreciar incluso cuando el tamaño de muestra no es tan grande, ya que los diferentes *taxas* de insectos están bien representados.

El análisis de acumulación de especies nos permite evaluar la efectividad de los métodos de muestreo y del esfuerzo realizado para cada uno de ellos. Así para el caso de este estudio, los valores obtenidos indican que los métodos utilizados, y el esfuerzo realizado en ellos, fueron suficientes para registrar la mayoría de especies, familias y órdenes presentes en las diferentes comunidades vegetales de los Humedales de Ventanilla, siendo la mayor eficiencia a nivel de órdenes, seguido de familias, y luego morfoespecies. Sin embargo el que los valores obtenidos sean altos también para el caso de la comunidad vegetal del total (donde los métodos de colecta utilizados fueron menos), indica que lo que se mide es precisamente la efectividad del muestreo, así pues se registran la mayoría de insectos que se pueden obtener mediante los métodos de muestreo utilizados, mas no necesariamente la mayoría de insectos del ecosistema, así podemos decir que agregando otros métodos de muestreo se podría registrar más morfoespecies, familias, y con menor probabilidad, órdenes. Un estudio reciente señala que la curva de acumulación de familias de insectos terrestres, reveló que el método utilizado a base únicamente de trampas pitfalls, y el esfuerzo realizado, fueron suficientes para registrar la mayoría de familias y órdenes presentes en los hábitats terrestres del humedal Pantanos de Villa (Alarcón & Iannacone, 2014).

Los índices de similitud utilizados para medir la diversidad beta nos permiten ver que tan similares son las comunidades estudiadas, así, el índice de Jaccard nos permite ver la similitud en presencia y ausencia de especies, mientras que el índice de Bray-Curtis toma en cuenta además la abundancia de especies (Moreno, 2001). Esto se puede apreciar mejor en el análisis a nivel de órdenes, pues para las tres comunidades donde el esfuerzo de muestreo fue el mismo (Salicornial, Gramadal y Juncales), el índice de Jaccard alcanza el máximo valor, la unidad, pues las tres comunidades presentan los mismos órdenes, siendo los valores del índice de Bray-Curtis menores debido a las diferencias en las abundancias de estos órdenes. Para el análisis a nivel de otros *taxa* la similitud varía según el índice utilizado, mostrando comunidades bastante similares, que comparten sobre el 50 % de los taxa, pero que aportan por sí solas a la diversidad y abundancia del ecosistema total. Según lo anterior, la similitud hallada entre las comunidades

vegetales concuerda con lo propuesto por Moreno (2001), pues estas comunidades no están aisladas entre sí, y cada una aporta en la diversidad total del ecosistema, así mismo, esta similitud se puede explicar por muchos factores, como la cercanía y colonización entre comunidades debido a la gran movilidad de algunos órdenes como el caso de Diptera (Cepeda *et al.*, 2006). Además la diversidad y abundancia de cada comunidad vegetal está influenciada por la estructura de las mismas (Sánchez & Amat, 2005), por la depredación de las aves acuáticas asociadas a cada comunidad vegetal (Keiper *et al.*, 2002; Cepeda *et al.*, 2006), un factor muy importante en Humedales de Ventanilla donde la avifauna presenta una alta diversidad (Álvarez & Iannacone, 2007). Otro factor importante, tal como sugieren Batzer & Wissinger (1996) y Cepeda *et al.* (2006) puede ser la depredación por vertebrados acuáticos para aquellas comunidades asociadas a espejos de agua permanentes, y las fuertes interacciones competitivas entre los insectos en espejos de agua temporales donde no hay vertebrados acuáticos y donde los dípteros son los más abundantes y diversos.

En el caso de los meses de colecta, los resultados muestran que si bien el mes de feb fue el más diverso en insectos terrestres, principalmente a nivel de familias y morfoespecies, los demás meses también muestran una alta diversidad, tanto a nivel de riqueza de especies como en dominancia y equidad, al correlacionar los índices de diversidad obtenidos con los factores de temperatura y humedad se obtiene que existe una correlación positiva significativa con la temperatura a nivel de riqueza de especies. De esto podríamos plantear que la riqueza de especies se incrementaría con un incremento de la temperatura, y viceversa. Sin embargo para entender la diversidad del ecosistema de humedales de Ventanilla en su conjunto es importante tener en cuenta la “Hipótesis de disturbio intermedio” (Connell, 1978); así, si observamos que los cambios de temperatura durante el período de muestreo no fueron dramáticos, y tomamos a la temperatura como “disturbio” podemos plantear que la alta diversidad del ecosistema está relacionada con las intensidades medias del “disturbio” que evitan que las especies más competitivas excluyan a las demás, Si la intensidad del disturbio fuera baja, las especies más competitivas no serían inhibidas; si

fuera alta, ninguna de las especies podría compensar la gran mortalidad causada por el disturbio. Los resultados evidencian que hubo similitud entre los cinco meses de colecta; sin embargo, cada mes aporta nuevos registros al ecosistema, estos resultados también pueden explicarse por la “hipótesis del disturbio” intermedio en función de los datos de temperatura.

Se trabajó con cuatro categorías para el aspecto de roles tróficos de los insectos terrestres, y existe una dominancia de familias fitófagas; sin embargo, la abundancia de depredadores es también numerosa. La predominancia de familias fitófagas es fácilmente explicable por estar íntimamente ligadas a las plantas y a los cuerpos de agua donde las algas son una fuerte importante de alimento, así también los depredadores son por lo general abundantes convirtiéndose en importantes biorreguladores (Batzer & Wissinger, 1996). Otro factor que influye en la abundancia de los insectos, y por lo tanto en los valores obtenidos a nivel de gremios tróficos, es la depredación por aves acuáticas, pues varios estudios demuestran la fuerte depredación de larvas y adultos emergentes de, por ejemplo, chironómidos y tabanidos en humedales (Keiper *et al.*, 2002; Cepeda *et al.*, 2006). Con relación a la posición trófica, Alarcón & Iannacone (2014) observaron para el humedal costero Pantanos de Villa, que el gremio alimentario cualitativamente dominante en relación al porcentaje de familias fue: fitófagos (32%) = depredadores (32%) > detritívoros (23%) > parasitoides (13%); sin embargo, por la abundancia individuos fue: detritívoros (61%) > depredadores (21%) > fitófagos (15%) > parasitoides (3%).

Los insectos cumplen en el ecosistema de Humedales de Ventanilla funciones muy importantes, siendo no solo diversos en número de especies, sino en la variedad de roles que cumplen en este ecosistema, pues ocupan nichos ecológicos muy variados, incluso entre los diferentes estadios de la misma especie (Noriega *et al.*, 2018). Así pues, en muchos casos los comportamientos del adulto difieren completamente de los de los estadios juveniles. Muchas de las especies de insectos colectados cumplen un rol importante como alimento para otros grupos de organismos, sobre todo para las aves acuáticas residentes y migratorias asociadas a este tipo de ecosistemas,

así como la regulación de especies de importancia médica. La riqueza de especies del ecosistema parece estar favorecida por el hecho de que los factores físicos no alcanzan valores extremos, lo cual evita que aquellas especies más competitivas frente a los cambios bruscos en estos parámetros no excluyan a las demás.

La resolución taxonómica de la *taxa* familia es adecuada para evaluar la diversidad de insectos terrestres en los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. Sin embargo, aunque el uso de niveles taxonómicos más altos como la *taxa* familia de insectos terrestres en este estudio se demuestra que es bien aplicable, hay que recordar que los ecosistemas terrestres presentan una riqueza de especies y una heterogeneidad ecológica mayor que los ambientes acuáticos, y que los niveles taxonómicos más altos (ej. familia) a menudo contienen especies con una diversidad de tipos de alimentación y niveles tróficos, y como resultado las respuestas de las especies individuales puede ser enmascaradas por un análisis en un nivel más alto de resolución taxonómica. Se ha observado un "efecto de cancelación" para los invertebrados que viven en el suelo a nivel de la *taxa* familia (Ward & Larivière, 2004).

En conclusión la comunidad vegetal que presentó la mayor riqueza de especies fue la de Salicornial seguida de Juncal, Gramadal, y finalmente Totoral. Los índices equidad muestran comunidades con alta diversidad de especies, las cuales están bien representadas dentro de cada una de las comunidades vegetales. Los resultados sobre la acumulación de especies indicaron que el protocolo utilizado fue suficiente en esfuerzo para coleccionar la mayoría de morfoespecies, familias y órdenes en las cuatro comunidades vegetales estudiadas. Los coeficientes de similitud utilizados en el presente estudio, nos indican que las comunidades son bastante similares entre sí, siendo las comunidades de Salicornial y Juncal las más similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, G. & Iannacone, J. 2014. Terrestrial arthropod fauna associated with plant formation in the Pantanos de Villa wildlife Refuge, Lima, Peru. *The Biologist (Lima)*, 12: 253–274.
- Alvarado, L.; Iannacone, J. & Gamarra, O. 2015. Entomological diversity between and ecosystem in process of natural regeneration and primary forest, Amazonas, Peru. *The Biologist (Lima)*, 13: 279–296.
- Álvarez, C. & Iannacone, J. 2007. Aves de los humedales y playa de Ventanilla, Callao, Perú. *The Biologist (Lima)*, 5: 70–78.
- Álvarez, C. & Iannacone, J. 2008. Nuevos registros de aves en los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *The Biologist (Lima)*, 6: 68–71.
- Amalina, D.M.; Peña, J.E.; Duncan, R.; Leavengood, J. & Koptur, S. 2009. Effects of pesticides on the arthropod community in the agricultural areas near the Everglades National Park. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 122: 429–437.
- Aponte, H. & Ramírez, D. 2014. Riqueza florística y estado de conservación del área de conservación regional humedales de ventanilla, callao, Perú. *The Biologist (Lima)*, 12: 283–295.
- Aponte, H.; Ramírez, D.W. & Lértora, G. 2018. *Los Pantanos de Villa. Un Oasis de vida en Lima Metropolitana*. Fondo Editorial Universidad Científica del Sur. Lima.
- Bailey, R.C.; Norris, R.H. & Reynoldson, T.B. 2001. Taxonomic resolution of benthic macroinvertebrate communities in bioassessments. *Freshwater Science*, 20: 280–286.
- Balakrishnan, S.; Srinivasan, M. & Mohanraj, J. 2014. Diversity of some insect fauna in different coastal habitats of Tamil Nadu, southeast coast of India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 7: 408–414.
- Batzer, D. & Wissinger, S. 1996. Ecology of insect communities in Nontidal Wetlands. *Annual Review of Entomology*, 41: 75–100.
- Blanco, D.E. 1999. Los humedales como hábitat de aves acuáticas. *Boletín Unesco, Uruguay*: 208–217.
- Boetzel, F.A.; Ries, E.; Schneider, G. & Krauss, J. 2018. It's a matter of design – how pitfall trap design affects trap samples and possible predictions. *PeerJ*, 6: e5078.
- Bozzuto, C. & Blanckenhorn, W.U. 2017. Taxonomic resolution and treatment effects – alone and combined – can mask significant

- biodiversity reductions. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13:1, 86-99.
- Brose, U. 2003. Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity?. *Oecologia*, 135:407–413.
- Campbell, J.W. & Hanula, J.L. 2007. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11: 399–408.
- Carazas, N.; Gil, F.; Liviác, R.; Zárate, R. & Montalvo, J. 2015. Nuevos registros de fauna en el Área de Conservación Regional (ACR) humedales de ventanilla. *Científica*, 12: 42-60.
- Cepeda, P.J.; Pola, M.; Zuleta, C. & Gonzáles, C. 2006. *Relaciones de abundancia y diversidad de la entomofauna del humedal Tambo – Pucúños*. Geoecología de los andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Ed. Universidad de la Serena, Chile. pp. 475-521.
- Center, T.D., Dray, Jr., F.A.; Jubinsky, G.P. & Grodowitz, M.J. 1999. *Insects and other arthropods that feed on aquatic and wetland Plants*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Technical Bulletin No. 1870.
- Chowdhury, G.R.; Datta, U.; Zaman, S. & Mitra, A. 2017. Ecosystem services of insects. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1: 1-3.
- CIMAT (Centro de investigación en Matemáticas). 2003. *Species accumulation functions freeware*. Version beta. www.cimat.mx leído el 15 de agosto del 2012.
- Colwell, R.K. 2005. *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.5. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates> leído el 15 de agosto del 2012.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*, 199: 1302–1310.
- De Groot, R.S.; Stuij, M.A.M.; Finlayson, C.M. & Davidson, N. 2007. *Valoración de humedales: Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales*, Informe Técnico de Ramsar núm. 3/núm. 27 de la serie de publicaciones técnicas del CDB. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), y Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal (Canadá).
- ECM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio) 2005. *Los Ecosistemas y El Bienestar Humano: Humedales y Agua*. Informe de Síntesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Fajardo-Vidal, N.; Solís-Acosta, H. & Gil-Villacres, F. 2017. Determinación de metales pesados en los cuerpos de agua del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Región Callao, Perú. *Revista de del instituto de investigación, FIGMMG-UNMSM*, 20: 149-158.
- García, I.; Vivar, R.; Quezada, J. & Huaman P. 1996. Insectos acuáticos biorreguladores de larvas de mosquito presentes en los “Pantanos de Villa”, Lima, Perú. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 48:227-228.
- Giehl, N.F.d.S.; Dias-Silva, K.; Juen, L.; Batista, J.D. & Cabette, H.S.R. 2014. Taxonomic and numerical resolutions of *Nepomorpha* (Insecta: Heteroptera) in Cerrado Streams. *PLoS ONE*, 9: e103623.
- Gilbert, P. & Hamilton, C.J. 1983. *Entomology. A guide to information sources*. Mansell Publishing Limited, London. 1^{era} E. 237p.
- Gomes, C.B.; Souza, J.L.P. & Franklin, E. 2018. A comparison between time of exposure, number of pitfall traps and the sampling cost to capture ground-dwelling poneromorph ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology, An International journal of social insects*, 65: 138-148.
- GRC-GRRNGMA. 2009. *Plan maestro Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla*. Decreto Regional N°-2009-Gobierno Regional del Callao. Callao – Perú. 207 p.
- Gu, W.; Ma, L.; Ding, X.H.; Zhang, J. & Han, Z.W. 2011. [Insect diversity of different habitat types in Zhalong Wetland, northeast China]. [Article in Chinese]. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 9: 2405-2412.
- Gu, J.; Zhou, J.; Wilson, M.; Jia, K.; Lv, K. & Xu, Z. 2016. Species diversity and functional diversity of insects in Wuxijiang National Wetland Park, East China. *Acta Ecologica Sinica*, 36: 386–391.
- Gumbrecht, T. Román-Cuesta, R.M.; Verchot, L.V.;

- Herold, M.; Wittmann, F.; Householder, E.; Herold, N. & Murdiyarsa, D. 2017. An expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands reveals South America as the largest contributor. *Global Change Biology*, 23: 3581-3599.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. *Paleontología Electrónica*, 4: 1-9.
- Holmquist, J.G.; Jones, J.R.; Schmidt-Gengenbach, J.; Pierotti, L.F. & Love, J.P. 2011. Terrestrial and aquatic macroinvertebrate assemblages as a function of wetland type across a mountain landscape. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 43: 568-584.
- Huauya, M. & Huamani, H. 2014. Edaphic macrofauna and heavy metals in the Cacao crop *Theobroma cacao* L. (Malvaceae). *The Biologist (Lima)*, 12: 45-55.
- IBM 2009. *PASW Statistics 18*. IBM SPSS Statistics Standard version 18.0.0. <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>
- Iannacone, J.; Alayo, M. & Sánchez, J. 2000. Biodiversidad de la arthropofauna del bosque Zarate, Lima-Perú. *Wiñay Yachay*, 4: 27-46.
- Keiper, J.; Walton, W.E. & Foote, B.A. 2002. Biology and ecology of higher Diptera from freshwater wetlands. *Annual Review of Entomology*, 47: 207-232.
- Márquez, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 385-408.
- McAlpine, J.F.; Peterson, B.V.; Shewell, G.E.; Teskey, H.J.; Vockeroth, J.R. & Wood, D.M. 1981. *Manual of Nearctic Diptera*. Biosystematics Research Institute Ottawa. Ontario.
- Medianero, E. & Samaniego, M. 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de Contaminación en el río Curundú. Panamá. *Folia Entomológica Mexicana*, 43: 279-294.
- MINAM (Ministerio del ambiente). 2015. *Estrategia Nacional de Humedales*. MINAM. Lima, 53 p.
- Mone, S.; Kusha, K.M.; Jathanna, D.; Ali, M. & Goel, A. 2014. Comparison of insect biodiversity between organic and conventional plantations in Kodagu, Karnataka, India. *Journal of Threatened Taxa*, 6: 6186-6194.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Noriega, J.A.; Hortal, J.; Azcárate, F.M.; Berg, M.P.; Bonada, N.; Briones, M.J.I.; Del Toro, I.; Goulson, D.; Ibanez, S.; Landis, D.A.; Moretti, M.; Potts, S.G.; Slade, E.L.; Stout, J.C.; Ulyshen, M.D.; Wackers, F.L.; Woodcock, B.A. & Santos, A.M.C. 2018. Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, 26: 8-23.
- Peralta, J. & Huamantico, A. 2014. Diversidad de la entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 49: 109-121.
- Paredes, C.; Iannacone, J. & Alvarino, L. 2007. Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, 1: 21-30.
- Pereira de Sousa, J.R.; Carvalho-Filho, F.d.S.; Juen, L. & Esposito, M.C. 2016. Evaluating the effects of different vegetation types on necrophagous fly communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for conservation. *PLoS ONE*, 11: e0164826.
- Pearson, K.A. & Tooker, J.F. 2017. In-field habitat management to optimize pest control of novel soil communities in agroecosystems. *Insects*, 8:82; doi.10.3390/insects8030082.
- Rodríguez, R.; Retamozo-Chavez, R.; Aponte, H. & Valdivia, E. 2017. Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR humedales de ventanilla (Callao, Perú) y su importancia para la salud pública local. *Ecología Aplicada*, 16: 15-21.
- Rojas-Rieckhof, M.A. 2010. Situación actual y perspectivas turísticas de los humedales de Ventanilla – Callao. *Cultura: Lima (Perú)*, 24: 1-20.
- Sánchez, D. & Amat, G. 2005. Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el Humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. *Caldasia*, 27: 311-329.
- Sánchez-Flores, P. 2012. *Diversidad de insectos asociados a las Comunidades Vegetales del Área de Conservación Regional (ACR)*

- Humedales de Ventanilla, Callao, Perú.* Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. En: http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/20170411165349_132.pdf leído el 10 enero 2018.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2011. Datos históricos Estación Ancón (ESMAR). www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_data_esta_tipo.php?estaciones=111157. Leído el 20 de Noviembre del 2011
- Servat, G.; Alcocer, R.; Larico, M.V.; Olarte, M.E.; Linares-Palomino, R.; Alonso, A. & Ledesma, K. 2018. The effects of area and habitat heterogeneity on bird richness and composition in high elevation wetlands (“Bofedales”) of the Central Andes of Peru. *Wetland*, 38: 1133–1145.
- Sheikh, A.H.; Thomas, M.; Bhandari, R. & Meshram, H. 2016. Malaise trap and insect sampling: Mini Review. *Bio Bulletin*, 2: 35-40.
- Triplehorn, Ch. A. & Johnson, N.F. 2005. *Borror and DeLong's. Introduction to the Study of Insects*. Thomson Brooks/Cole. 7^{ma} E. 864 p.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2008. *Biodiversidad, personas y cambio climático*. Proyecto Conclima. Artes gráficas J. Martínez, S.L. España. 26 p.
- Ubillús, H.A. & Ramírez, D.W. 2011. *Humedales de la costa central del Perú: estructura y amenazas de sus comunidades vegetales*. *Ecología Aplicada*, 10: 31-39.
- Vélez-Azañero, A. & Lizárraga-Travaglini, A. 2013. Diversidad de Carabidae (Coleoptera) asociados a la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú. *The Biologist (Lima)*, 11: 97-106.
- Vizcardo, C. & Gil-Kodaka, P. 2015. Estructura de las comunidades macrozoobentónicas de los humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *Anales Científicos*, 76: 1-11.
- Ward, D.F. & Larivière, M.C. 2004. Terrestrial invertebrate surveys and rapid biodiversity assessment in New Zealand: lessons from Australia. *New Zealand Journal of Ecology*, 28: 151-159.
- Wettstein, W. & Schmid, B. 2001. Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, 36: 363-373.

Received October 20, 2018.
Accepted February 18, 2019.