

**VARIACIÓN ESTACIONAL EN LA DISPONIBILIDAD DE  
PRESAS DE LA VIUDA, *Himantopus mexicanus*, EN LAS  
SALINAS DE CABO ROJO, PUERTO RICO**

Por

DIANA PATRICIA TAMARIS TURIZO

Tesis sometida como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS  
en  
BIOLOGIA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO DE MAYAGUEZ  
2008

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
Jaime Acosta Martínez, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Adrienne G. Tossas Cavalliery, Ph.D.  
Miembro, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Carlos Santos Flores, Ph.D.  
Presidente, Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Dallas E. Alston, Ph.D.  
Representante de Estudios Graduados

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nanette Diffoot Carlo, Ph.D.  
Directora de Departamento

\_\_\_\_\_  
Fecha

## Abstract

The purpose of this study was to determinate the availability of potential preys for the Black-necked Stilt, *Himantopus mexicanus* (Aves, Charadriiformes, Recurvirostridae), and to document details of its foraging ecology in two hypersaline lagoons (salt ponds) at Cabo Rojo, Puerto Rico. Between July 2007 and March 2008, we established three sampling stations, two in the Fraternidad Lagoon and one in the Candelaria Lagoon. Monthly, we took invertebrate samples from the water and sediment and made observations on foraging and ecology of the birds, and attempted to capture them to practice a stomach wash. The potential preys of this system are represented by dipterans of the genera *Ephydra* and *Dashyelea*, hemipterans of the genus *Trichocorixa*, the brine shrimp *Artemia franciscana* (Anostraca), and coleopterans of the genus *Berosus* (Hydrophilidae). In both stations of Fraternidad Lagoon, the brine shrimp were the most abundant prey, and there were no statistically significant differences in the density of the invertebrates during the study. In the Candelaria Lagoon, the larvae of *Ephydra* spp. were in major proportion and there were significant differences in the density of the invertebrates during the study ( $P < 0.05$ ; K-W=0.99; n=48). Also, it was the station with the highest diversity ( $H' = 1.09$ ). The capture of a Stilt showed the ingestion of brine shrimp, adults of *Trichocorixa* spp., and larvae, pupae and adults of *Ephydra* spp., being the pupae the most abundant item in the sample. Foraging observations showed that the Stilts ate their food during the day and night; the main strategy for capture was visual, but they also employed sweeping tactics and submerging their head inside the water. The densities of potential preys were variable, following the rain fall patterns. The observations also showed that the salt ponds of Cabo Rojo offer the Black-Necked Stilt population the preys that form part of their diet, but these birds tends to visit with more frequency other saline wetlands nearby.

## Resumen

El propósito de este estudio fue determinar la disponibilidad de presas potenciales para la viuda, *Himantopus mexicanus* (Aves, Charadriiformes, Recurvirostridae), y conocer detalles de su ecología de forrajeo en dos lagunas hipersalinas (salitrales) en Cabo Rojo, Puerto Rico. Entre julio de 2007 y marzo de 2008 se establecieron tres estaciones, dos en la Laguna Candelaria y una en la Laguna Fraternidad. Mensualmente se tomaron muestras de invertebrados de la columna de agua y sedimentos, se realizaron observaciones de la ecología de forrajeo y se intentó capturar a las aves para practicar un lavado estomacal. Las presas potenciales del sistema están representadas por dípteros de los géneros *Ephydra* y *Dasyhelea*, hemípteros del género *Trichocorixa*, el anostrácodo *Artemia franciscana* (Anostraca) y coleópteros del género *Berosus* (Hydrophilidae). La artemia fue la especie mejor representada en las dos estaciones de la laguna Fraternidad y no hubo diferencia estadística en las densidades de los invertebrados a través del tiempo. En la Laguna Candelaria las larvas de *Ephydra* spp. estuvieron en mayor proporción y hubo diferencia significativa en las densidades de los invertebrados a través del tiempo ( $P < 0.05$ ;  $K-W=0.99$ ;  $n=48$ ). También ésta fue la estación con mayor diversidad ( $H'=1.09$ ). La captura de una viuda, evidenció el consumo de artemias, adultos de *Trichocorixa* sp., larvas, pupas y adultos de *Ephydra* spp. Las pupas de *Ephydra* fueron el ítem de mayor proporción en la muestra. Las observaciones de forrajeo revelan que las viudas consumen su alimento en periodos diurnos y nocturnos. La principal estrategia de captura es visual, aunque también hacen barridos e introducen la cabeza dentro del agua. La densidad de las presas potenciales fluctuó periódicamente con el régimen de la precipitación. Las observaciones también demuestran que las Salinas de Cabo Rojo le ofrecen a la población de viudas las presas que hacen parte de su alimentación, pero éstas visitan otras charcas salinas cercanas.

## **Dedicatoria**

*Esta obra se la dedico a mis padres Berta y Víctor, a mis hermanos Iván y Cesar, gracias por confiar en mí y por apoyarme en todo momento. A mi abuelito Miguel (Q.E.P.D.), porque siempre estuviste contento por el progreso de tus nietos. A ti Yeison, siempre serás muy una persona muy especial e importante para mí. Finalmente le dedico a toda mi familia, a mi sobrino Miguelangel, tíos, primos y abuelos.*

*A todos, gracias por su amor y por creer en mí.*

## **Agradecimientos**

En primer lugar le agradezco Dios porque me dio la oportunidad de hacer mi maestría y por darme la fuerza necesaria para terminar este objetivo lejos de las personas que amo. Expreso todo mi agradecimiento al Dr. Carlos J. Santos Flores, porque ciegamente depositó su confianza en mí al admitirme como su estudiante graduada, por orientarme en todo momento, por brindarme todo su apoyo en el transcurso de la maestría y durante la ejecución de este trabajo. A los doctores Allen Lewis, Jaime Acosta Martínez, especialmente a Adrienne G. Tossas Cavallieri, miembros de mi comité graduado, quienes siempre me brindaron sus valiosos consejos durante la investigación; a ti Adrienne, te agradezco el esfuerzo, la paciencia, tu activa participación y tus valiosos aportes en este estudio.

También agradezco al Servicio de Pesca y Vida Silvestre (FWS, por sus siglas en inglés), especialmente al Director del Refugio de Boquerón, Oscar Díaz, por permitirme trabajar en un área protegida, y quien participó y me ayudó generosamente en las actividades de campo. Agradezco la valiosa ayuda que me brindó el Sr. José Colón, persona con un gran conocimiento en la ornitología puertorriqueña, quien me ayudó en las actividades de campo y que siempre estuvo dispuesto a colaborar en las necesidades relacionadas a este trabajo.

Expreso un especial agradecimiento a Donato Seguí Crespo, por ser aquella persona que cuidó de mi en todo momento durante mis vistas a campo; le agradezco por su gran ayuda, sus consejos, interés y paciencia. Deseo reconocer y agradecer la ayuda de Ricardo Colón y Oscarito, quienes me ayudaron pacientemente en mis intentos de captura de viudas. También agradezco a mi amiga Angélica Peluffo y a mis amigos Ricardo Colón, Irvin Estremera y José Eduar Guerrero; ustedes han sido un gran apoyo para mí, sobre todo en los momentos difíciles. Por último, a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la ejecución de este trabajo.

¡A todos, muchas gracias por su paciencia y valiosa colaboración!

## CONTENIDO

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.2 PUBLICACIONES PREVIAS .....	5
1.2.1 <i>Ecología de Forrajeo</i> .....	5
1.2.2 <i>Disponibilidad de presas</i> .....	10
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	14
3.2 DIVERSIDAD Y DENSIDAD DE PRESAS POTENCIALES .....	17
3.3 ECOLOGÍA DE FORRAJEO .....	17
3.4 ANÁLISIS DE DATOS .....	18
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
4.1 DIVERSIDAD Y DENSIDAD DE PRESAS POTENCIALES LIMNÉTICAS.....	20
4.2 DIVERSIDAD Y DENSIDAD DE PRESAS POTENCIALES ASOCIADAS AL SEDIMENTO .....	35
4.3 ECOLOGÍA DE FORRAJEO .....	38
<b>5 DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
<b>6 CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>7 RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>8 LITERATURA CITADA.....</b>	<b>56</b>
<b>APENDICE A. PRUEBA DE DIVERSIDAD SHANNON-WEINER.....</b>	<b>60</b>

<b>A.1 ÁREA A .....</b>	<b>60</b>
<b>A.2 ÁREA B .....</b>	<b>60</b>
<b>A.3 ÁREA F .....</b>	<b>60</b>
<b>APENDICE B. ANOVA NO PARAMÉTRICO: KRUSKAL-WALLIS PARA PRESAS POTENCIALES LIMNÉTICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>B.1 ÁREA A .....</b>	<b>61</b>
<b>B.2 ÁREA B.....</b>	<b>62</b>
<b>B.3 ÁREA F .....</b>	<b>63</b>
<b>APENDICE C. ANOVA NO PARAMÉTRICO: KRUSKAL-WALLIS PARA PRESAS POTENCIALES ASOCIADAS AL SEDIMENTO .....</b>	<b>65</b>
<b>C.1 ÁREA A.....</b>	<b>65</b>
<b>C.2 ÁREA B.....</b>	<b>66</b>
<b>C.3 ÁREA F .....</b>	<b>67</b>
<b>APÉNDICE D. ANOVA A DOS VÍAS ENTRE LA FRECUENCIA DE PICOTAZOS CON RESPECTO A LOS MESES Y A LA DISTANCIA DE FORRAJEO .....</b>	<b>68</b>
<b>APÉNDICE E. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y DENSIDAD DE PRESAS POTENCIALES LIMNÉTICAS EN LAS ÁREAS A, B Y F.....</b>	<b>73</b>

## Lista de Tablas

<b>Tablas</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Presas potenciales limnéticas colectadas de las áreas A, B y F en las Salinas de Cabo Rojo, entre julio de 2007 y marzo de 2008.....	20
Tabla 2. Ubicación geográfica de los sitios de alimentación más visitados por <i>Himantopus mexicanus</i> en las salinas de Cabo Rojo.....	38
Tabla 3. Frecuencia de cada estrategia que usó <i>Himantopus mexicanus</i> para capturar presas (n= 36).....	39
Tabla 4. Información de forrajeo de la viuda <i>Himantopus mexicanus</i> en las Salinas de Cabo Rojo.....	40

## Lista de Figuras

Figura 1. Localización de las lagunas Fraternidad (A, B, C y D) y Candelaria (F) en las Salinas de Cabo Rojo, suroeste de Puerto Rico. ....	15
Figura 2. Esquema de una parcela de muestreo. ....	16
Figura 3. Invertebrados colectados en las Salinas de Cabo Rojo entre julio de 2007 y marzo de 2008: a) <i>Artemia franciscana</i> , b) <i>Trichocorixa</i> sp., c-e) larva, pupa y adulto de <i>Ephydra</i> spp., f) pupa de la familia Empididae (Diptera), vista ventral, g) pupa de la familia Empididae, vista dorsal. ....	22
Figura 4. Densidad de las presas potenciales limnéticas colectadas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. (L: larva; P: pupa). ....	25
Figura 5. Promedio de las densidades de presas potenciales limnéticas según la prueba de Tukey en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. Las barras indican el error estándar para la media de cada grupo. ....	27
Figura 6. Dendrograma de disimilaridad de la abundancia de presas potenciales limnéticas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. ....	29
Figura 7. Variación de la salinidad y la profundidad en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. ....	32
Figura 8. Regresión lineal simple entre la salinidad y la diversidad de presas potenciales limnéticas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. ....	33
Figura 9. Valores de temperatura en las áreas A, B y F, desde noviembre de 2007 hasta marzo de 2008. ....	34
Figura 10. Densidad de las presas potenciales asociadas al sedimento en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. (L: larva; P: pupa). ....	37
Figura 11. Presas consumidas por la viuda <i>Himantopus mexicanus</i> . 1: Parte posterior de una larva de <i>Ephydra</i> spp.; 2: ala de <i>Trichocorixa</i> spp.; 3: abdomen de un adulto de <i>Ephydra</i> spp.; 4: Parte de una pupa de <i>Ephydra</i> spp. ....	41
Figura 12. Sitios de alimentación 1, 2 y 3 visitados por la viuda ( <i>Himantopus mexicanus</i> ). .	42
Figura 13. Sitios de alimentación 4, 5 y 6 visitadas por la viuda ( <i>Himantopus mexicanus</i> ). ..	43

## 1 INTRODUCCIÓN

Las aves de la familia Recurvirostridae (viudas y avocetas) están relacionadas con los humedales de agua dulce y salobre de zonas interiores o costeras. Dentro de esta familia, las especies del género *Himantopus*, o viudas, reflejan mayor relación con los sistemas salinos (Cuervo, 2003). Las viudas tienden a usar humedales con vegetación emergente, sin embargo los individuos se congregan en estanques de evaporación hechas por el hombre donde abundan moscas de salmuera de la familia Ephydriidae (Robinson *et al.*, 1999).

Las especies del género *Himantopus* se han registrado en sectores de Europa, como en la Península Ibérica y las Islas Canarias, España, entre otras localidades (Cuervo, 2003). *Himantopus mexicanus* se distribuye ampliamente a través de Norte, Centro y Sur América, en el oeste de la India, así como en el archipiélago de Hawai. Otros registros reportan a la especie al norte de la costa pacífica de la bahía de Humboldt, Canadá (Robinson *et al.*, 1999).

La viuda también es una especie común en los humedales costeros de Cuba. Su presencia es notable cuando las lluvias propician mayor abundancia de invertebrados acuáticos en los lodazales intermareales de poca profundidad, porque favorece el desarrollo larval de éstos. Las mayores congregaciones de individuos se observan entre septiembre y diciembre cuando llegan individuos provenientes de Norteamérica (Mugica *et al.*, 2006).

*Himantopus mexicanus* nidifica en playas barrosas, pastizales y en masas flotantes de vegetación (Canevari, et al., 2001). Utiliza ampliamente las arroceras de Cuba durante su periodo de reproducción, donde construye nidos en el suelo de los campos recién sembrados y zonas aledañas. Los huevos son de coloración críptica, casi imperceptibles en el terreno, y eclosionan antes de que los campos sean inundados. Mugica *et al.* (2006) mencionan que la camada es generalmente de cuatro huevos; los autores sugieren que los individuos con mayor experiencia elaboran nidos altos en el centro de la colonia, mientras que los nidos de individuos inexpertos se sitúan en los alrededores del área.

*Himantopus mexicanus* tiene una población residente en Puerto Rico; la isla también recibe individuos migratorios provenientes de Norteamérica. Durante la época de migración *H. mexicanus* recorre largas y medianas distancias entre Estados Unidos, México y América Central; los migrantes se detienen durante prolongados periodos de tiempo en sitios intermedios de la ruta de migración. La mayor concentración de individuos migratorios se localiza en los Estados Unidos, en el centro de California, en el mar Salton al Sur de California, y en Gran Lago Salado de Utah (Robinson et al., 1999).

Los ambientes hipersalinos comerciales consisten en una serie de estanques usados para almacenar y evaporar agua marina. Algunos de los factores que permite la cristalización de la sal en los estanques salinos son las altas temperaturas, la baja humedad, los vientos y la

alta concentración de sal (Javor, 1989). Por su extensión, entre otras características, las Salinas de Cabo Rojo son las lagunas hipersalinas más importantes de Puerto Rico. Se caracterizan, además por tener altas temperaturas, limitada comunicación con el mar y se encuentran en una zona de escasa precipitación (Departamento de Recursos Naturales, 1986); también se aprecia la formación de tapetes microbianos dominados por arqueas, bacterias, algas y diatomeas que participan en la productividad primaria de este sistema (Casillas et al., 2005). Esta zona alberga especies de flora y fauna, como chorlos y playeros, adaptados a condiciones de alta salinidad. Se han registrado cerca de 118 especies de aves terrestres y acuáticas en este sistema (Fish & Wildlife Service, 1988; Collazo *et al.*, 1995). Además, de este lugar hipersalino se extrae sal para uso industrial (Departamento de Recursos Naturales, 1986).

La viuda (*Himantopus mexicanus*) es una de las especies más abundantes de las Salinas de Cabo Rojo, junto con otras especies del género *Calidris* (Collazo *et al.* 1995). Esta especie se caracteriza por ser un ave esbelta, de tamaño mediano (35 a 39 cm de longitud), pico largo y delgado, patas largas delgadas de color rosado, y plumaje blanco y negro (Rivera y Mojica; 1981; Raffaele, 1989).

En ambientes salinos la dieta de la viuda (*Himantopus mexicanus*) está constituida principalmente por artemias, larvas de dípteros de las familias Ephydriidae y Stratiomyiidae, coleópteros de las familias Dytiscidae, Haliplidae, Hydrophilidae y Curculionidae,

hemípteros de la familia Corixidae y camarones (Robinson *et al.*, 1999). Es común encontrar pequeñas piedras en el estómago (gastrolitos) usadas como elementos trituradores de las presas; cuando habitan en sistemas salinos suelen ser granos de cuarzo (Serrano y Cabot, 1983). Se ha observado a la viuda capturar coríxidos en las Salinas de Cabo Rojo (Cullen, 1994), que habitan en este sistema con las artemias y los dípteros de la familia Ephydriidae (Tripp y Collazo, 2003; Broche, 2006).

## **1.1 Justificación**

*Himantopus mexicanus* es una especie abundante en Puerto Rico, mantiene una población residente en sistemas interiores y costeros de la isla, como en el refugio de Boquerón, las Salinas de Cabo Rojo, Vieques, Guánica y en Laguna Cartagena (Rivera y Mojica, 1981; A. R. Lewis, Sociedad Ornitológica Puertorriqueña, com. pers., 2006). A la isla también llegan individuos migratorios provenientes de Norteamérica (Collazo *et al.*, 1995).

Sin embargo, los estudios realizados con esta especie en las Salinas de Cabo Rojo se limitan a observaciones hechas entre septiembre y noviembre de 1991 (Cullen, 1994), lo cual no refleja la variación y disponibilidad de las presas a través del año. Broche (2006) observó cambios en la densidad de los coríxidos, artemias y efídridos, según los cambios de salinidad, durante 11 semanas, entre el 28 de septiembre y el 8 de diciembre de 2004. Adicionalmente, Broche (op. cit.) encontró una relación positiva entre la cantidad de aves

playeras y la densidad de invertebrados y confirmó que la disponibilidad de presas de las viudas estuvo afectada por cambios estacionales.

La presente investigación propuso extender las observaciones durante ocho meses en las Salinas de Cabo Rojo y aportar información más detallada sobre la ecología de forrajeo en los periodos de sequía y lluvia, para conocer cómo se relaciona la disponibilidad de las presas de la viuda con cambios en el régimen de precipitación.

## **1.2 Publicaciones Previas**

### **1.2.1 Ecología de Forrajeo**

Las viudas y avocetas (Familia Recurvirostridae) se alimentan de una diversidad de invertebrados acuáticos, principalmente pequeños crustáceos y larvas de insectos. Los representantes del género *Himantopus* consumen adicionalmente gusanos, moluscos, peces pequeños e incluso materia vegetal (Jackson *et al.* 2002). Las especies de esta familia capturan las presas en la columna de agua (Jackson *et al.*, op. cit.).

Cullen (1994) realizó un estudio sobre la selección de sitios de forrajeo y comportamiento de *Himantopus mexicanus* en las Salinas de Cabo Rojo, durante tres semanas entre septiembre y noviembre de 1991. La mayoría de los individuos se encontraron en el extremo noreste (área A) de la Laguna Fraternidad (figura 1). El autor registró la velocidad

del viento, profundidad y técnica de forrajeo, y colectó muestras de invertebrados presentes en la columna de agua. Encontró que los individuos forrajearon entre 10 y 16 cm de profundidad. En la colecta de invertebrados sólo capturó coríxidos (Hemiptera: Corixidae: *Trichocorixa* sp.). Los individuos de *Himantopus* seleccionaron a sus presas con técnicas visuales y táctiles. El autor mencionó que cuando aumentó la velocidad del viento fue más probable que los individuos tomaran su alimento por barrido que por picotazo ya que las ondas de la superficie del agua generadas por el viento reflejan y difractan la luz solar reduciendo así la visión de las aves en la columna de agua, creando así dificultad para localizar a las presas. Consecuentemente, los individuos usaron técnicas táctiles para localizar a sus presas.

Por su parte, Pierce (1986) estudió la respuesta de forrajeo de *Himantopus himantopus leucocephalus* y *H. novaezealandiae* ante los cambios de comportamiento y abundancia de sus presas en el río Cass de Nueva Zelanda. El autor realizó observaciones de forrajeo desde julio de 1977 hasta febrero de 1980. También analizó muestras fecales e hizo autopsias. El autor encontró que las especies consumieron 17 taxones de invertebrados. Las larvas del género *Delatidium* (Ephemeroptera: Leptophlebiae) fueron las presas más importantes y representaron cerca del 90% de los invertebrados presentes en el sistema. La disponibilidad de presas varió según la estación del año y, cuando las larvas fueron abundantes y altamente disponibles, las viudas tuvieron una alta tasa de ingestión en las primeras horas de mañana y altas horas de la tarde. El autor también mencionó que la forma de

alimentación no varió con la presencia o ausencia de otros representantes del género *Himantopus*; sin embargo, la especie *H. h. leucocephalus* forrajeó visualmente en presencia de *H. novaezealandiae*.

Barbosa y Moreno (1999) hicieron un estudio en el Parque Natural Ebro Delta, noreste de España, entre noviembre y abril de 1990-1991 y 1991-1992, sobre la evolución de las estrategias de forrajeo en 17 especies de playeros, entre ellos *Himantopus himantopus* y *Recurvirostra avoceta*. Los autores encontraron que *H. himantopus* puede forrajear en sitios visitados por *R. avoceta* o *Haematopus ostralegus*, ya que estas especies tiene picos y patas largas (longitud del pico de 71 a 80 mm y tibiotarso de 84 a 106 mm) que les facilita explorar sectores más profundos que otras especies, como *Calidris minuta*, *C. hiatiluca* o *C. alexandrinus*, no pueden acceder por tener estas medidas más cortas (longitud de pico de 19.9 a 26.2 mm y tibiotarso de 36.5 a 43.2 mm).

En las salinas del estuario de Guadiana en España, Serrano *et al.* (1983) estudiaron la dieta de *H. himantopus* mediante el análisis de 42 contenidos estomacales obtenidos entre febrero y diciembre de 1977 a 1979. La investigación reveló que la selección del lugar de alimentación no dependió de su extensión, sino de la densidad de algas pluricelulares, y que la profundidad del agua no fuera mayor de 23 cm. En las zonas de alimentación la especie picoteó sobre el fondo, removió la superficie de éste y atrapó los organismos en suspensión

y en la superficie del agua. Los principales componentes de la dieta fueron coleópteros de la familia Hydrophilidae (*Ochthebius* sp.) y larvas de dípteros de las familias Ephydriidae y Chironomidae. El tamaño promedio de las presas fue de 7.1 mm. Los autores mencionaron que la variación de la salinidad, según el cambio estacional, influyó a que la especie consumiera principalmente dípteros durante la estación húmeda y coleópteros en la estación seca.

Serrano y Cabot (1983) estudiaron los gastrolitos presentes en los estómagos de 36 individuos de *H. himantopus*. Los autores consideraron que la ingestión de piedrecillas facilitó la trituración de las presas consumidas. Los gastrolitos se detectaron en el 91.4% de los individuos. Los gastrolitos medían de 0.2 a 6.6 mm de largo y de 0.1 a 5.4 mm de ancho, y pesaron entre 0.05 y 1.2 g. Los autores relacionaron el consumo de pocos gastrolitos a la época húmeda, cuando los individuos consumieron principalmente dípteros, los que no requieren de una fuerte trituración por su tamaño y consistencia. En contraste, la presencia de gastrolitos aumentó en el periodo estival, cuando la especie consumió adultos de coleópteros. Por su parte, González y Sainz (1990) analizaron el contenido estomacal de seis juveniles de *H. himantopus* hallados muertos en humedales de la provincia de Ciudad Real (España). Encontraron que las presas mayormente consumidas fueron larvas de Chironomidae y adultos de Hydrophilidae y de Hymenoptera con una frecuencia de 83.3, 66.6 y 16.6 %, respectivamente, pero no hallaron gastrolitos ni crustáceos.

Burger (1980) estudió la conducta de forrajeo de *H. mexicanus* con relación a la edad en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Santa Ana en Texas, Estados Unidos, en agosto de 1979. La autora observó la conducta de forrajeo en juveniles de un año y en adultos. Encontró que los adultos formaron grupos en las primeras horas de la mañana y los juveniles en las últimas horas de la mañana y las primeras horas de la tarde. Se observó diferencias de edad en la composición de grupos durante la mañana. Burger mencionó que las viudas no se alimentaron constantemente, pero los juveniles forrajearon por más tiempo que los adultos. Las viudas consumieron pequeños invertebrados de la superficie del agua. También mencionó que las aves generalmente se alimentaron en grupos de cuatro a diez individuos, aunque algunos permanecían solitarios.

Por su parte, Hamilton (1975) observó la profundidad de forrajeo de *Himantopus mexicanus* según el sexo. El autor observó un grupo de hembras que forrajearon en áreas someras (desde 0 hasta 5 cm de profundidad), mientras que los machos lo hicieron con más frecuencia a una profundidad de 11 cm.

Los horarios de alimentación también pueden influir en la conducta de forrajeo. McNeil y Rodríguez (1996) estudiaron la conducta del forrajeo nocturno en aves playeras, entre ellas miembros de los géneros *Himantopus* y *Recurvirostra*. Los autores encontraron que las aves que se alimentaron en periodos nocturnos usaron métodos táctiles para capturar a sus presas, mientras que las que se alimentaron en el día usaron técnicas visuales de captura.

### 1.2.2 Disponibilidad de presas

En un estudio realizado por Tripp y Collazo (2003), sobre la densidad y distribución de invertebrados en las Salinas de Cabo Rojo, se tomaron muestras de agua y sedimento durante nueve semanas entre septiembre y noviembre de 1994 y 1995. Encontraron que los coríxidos (Hemiptera), los ceratopogónidos (Diptera) y las artemias (Anostraca) son las especies mejor representadas en este sistema. Estos invertebrados constituyen los componentes más importantes en la alimentación de los playeros que forrajean en ambientes costeros y de altas salinidades (Gear y Collazo, 1999). Las densidades de los coríxidos presentaron variaciones en lugares puntuales del sistema. Los autores mencionan que no hubo diferencia significativa entre la densidad de artemias y coríxidos con respecto a la salinidad. Sin embargo, los coríxidos se encontraron en mayor proporción cuando la salinidad disminuyó de 6.2 a 4.7%.

En la localidad anterior, Broche (2006) estimó la disponibilidad de presas para aves playeras. La autora encontró que los invertebrados más abundantes fueron *Trichocorixa* spp (Hemiptera), *Ephydra gracilis* (Diptera) y *Artemia* sp. (Anostraca). Broche menciona que la comunidad de invertebrados se afectó por variaciones de la salinidad y la profundidad del sistema. Los invertebrados disminuyeron cuando la salinidad aumentó del 13 al 19%. Encontró el mayor número de coríxidos en una salinidad promedio de 4.5%, las artemias entre 13 y 15% y los efídridos entre el 15 y 19%. También observó que los playeros

frecuentaron más el extremo noreste de la Laguna Fraternidad (área A), con salinidades que oscilaron entre 4.1 y 6.5%. Las aves playeras más representativas de esta localidad fueron la viuda (*Himantopus mexicanus*) y especies del género *Calidris*, con frecuencias de 23 y 33%, respectivamente, seguidas por la guineílla menor (*Tringa flavipes*) con una frecuencia de avistamiento del 18%, entre otras especies. La presencia de estas aves estuvo determinada por la disponibilidad de sus presas y una profundidad adecuada para ejercer las actividades de forrajeo. Por ende, la distribución de las aves en las Salinas varió según los cambios de salinidad, la profundidad y la disponibilidad de su alimento en las diferentes unidades del sistema.

Dostine y Morton (1989) estudiaron el alimento de *Himantopus himantopus* en la región del río Caimán (Territorio del Norte, Australia). Los autores analizaron el contenido estomacal de 21 ejemplares, en los cuales hallaron evidencia de moluscos, insectos y material vegetal. Los insectos fueron las presas más frecuentes en las muestras analizadas. El tamaño predominante de las presas fue de 10 mm, pero también hallaron en menor frecuencia componentes de 2.6 y 20 mm.

El nivel del agua es un factor influyente en las actividades de alimentación de las viudas y otras aves playeras. Sanders (1999) estudió como afecta el cambio del nivel del agua en *H. novaezelandiae* en el lago Benmore, Nueva Zelanda. La cantidad de viudas incrementó cuando bajó el nivel del agua con respecto a la línea de costa. Adicionalmente, indicó que la

profundidad de forrajeo apropiada (<18 cm) estuvo disponible de 10 a 15 m con respecto a la orilla; sin embargo, los ejemplares prefirieron forrajear a profundidades < 5 cm o sobre el sustrato.

*Himantopus mexicanus* y las especies afines dedican gran parte del día a la alimentación. Un estudio realizado por Rintoul *et al.* (2003) sobre el uso del hábitat de *Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana*, en el sur de la bahía de San Francisco, California, menciona que ambas especies frecuentan mayormente charcas salinas seguido de las áreas estuarinas. Los autores también concluyeron que *H. mexicanus* mostró conductas relacionadas a la alimentación en un 42.3% de las observaciones realizadas durante el estudio (n=397). El 55.4% de los individuos se observaron en las lagunas de cristalización donde la salinidad estuvo sobre el 25%.

La densidad de presas de las aves playeras también se ve afectada por la variación estacional. Mercier y McNeil (1994) estudiaron este aspecto en la Laguna Chacopata en Venezuela. Mensualmente tomaron muestras de invertebrados en tres localidades de la laguna. Los autores observaron que las presas más abundantes fueron bivalvos y poliquetos. La densidad de los poliquetos fue más alta durante los meses de verano que en primavera. Los playeros fueron más abundantes durante la primavera (marzo – mayo) y en la época de migración (julio – octubre). Encontraron una correlación positiva entre la abundancia de playeros y la densidad de poliquetos en una de las estaciones de muestreo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Determinar la disponibilidad de presas potenciales para la viuda (*Himantopus mexicanus*) en las lagunas Fraternidad y Candelaria de las Salinas de Cabo Rojo, y evaluar aspectos de su ecología de forrajeo.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad y densidad de presas potenciales para *Himatopus mexicanus* en la superficie del sedimento y en la columna de agua, y establecer si ambos parámetros se afectan a través de ocho meses, cubriendo periodos de sequía y lluvia.
- Estudiar aspectos de la ecología de forrajeo de la viuda, como: número de individuos que forrajean juntos, distancia de forrajeo con respecto a la orilla más cercana, sitios de alimentación, profundidad del lugar de alimentación, y la estrategia que utilizan para capturar a sus presas.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudio

Las Salinas de Cabo Rojo se localizan en el suroeste de Puerto Rico, entre los 67°12'N y 18°57'W (Fig. 1), y están conformadas por dos lagunas principales conocidas como Fraternidad y Candelaria. Limita al norte con Villa Combate, al sur con el bosque de Boquerón y hacia el noreste con el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Cabo Rojo (Tripp y Collazo, 2003). El sistema tiene una extensión aproximada de 743 ha (Ventosa-Febles *et al.* 2005) y una profundidad que varía de 5 a 46 cm (Collazo *et al.*, 1995; Diana Tamaris Turizo, obs. pers.). Las temperaturas varían anualmente de 16 a 32.7°C. La salinidad es aproximadamente 28%, con variaciones periódicas según la estación (Díaz, 2006). La precipitación de esta localidad fluctúa de 49.8 a 172.2 mm, y está determinada por un patrón de lluvias entre agosto y noviembre. La sequía es entre diciembre y marzo, y existe un periodo intermitente de lluvias entre abril y julio (Western Regional Climate Center, 2008).

Las lagunas están subdivididas en cinco áreas: A, B, C y D en Fraternidad y área F en Candelaria, según las denominan Collazo *et al.* (1995). En los extremos suroeste de las áreas D y F se almacena agua de mar y se evapora para la extracción de sal.

El sistema mantiene cerca de 118 especies de aves terrestres y acuáticas (Collazo *et al.*, 1995). Veintiocho especies de aves playeras residentes y las migratorias provenientes de Norteamérica se han reportado usando las Salinas de Cabo Rojo como zona para descanso, refugio y fuente de alimentación (Collazo *et al.*, op. cit.). También es un área vital para el anidamiento de *Himantopus mexicanus*, *Charadrius alexandrinus*, *C. wilsonia*, *C. vociferus*, *Sterna antillarum*, entre otras (Foote, 1999; Ventosa *et al.*, 2005).

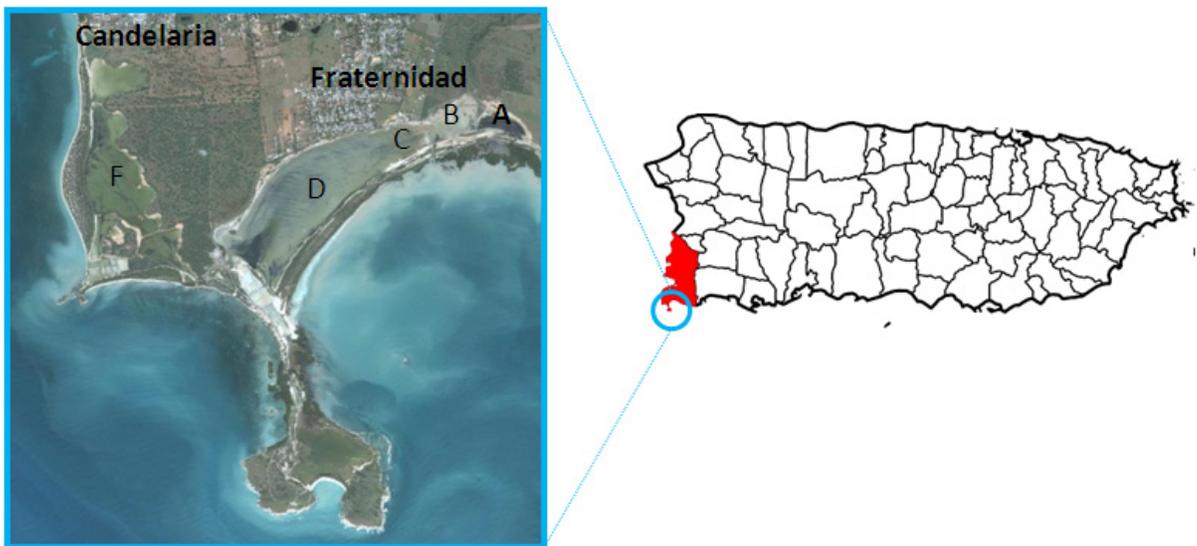


Figura 1. Localización de las lagunas Fraternidad (A, B, C y D) y Candelaria (F) en las Salinas de Cabo Rojo, suroeste de Puerto Rico.

## Área de Muestreo

Los muestreos se realizaron en las áreas A y B de la Laguna Fraternidad y en el área F de la Laguna Candelaria, según las denominan Collazo *et al.* (1995) (Fig.1), donde la población de la viuda se encuentra mejor representada (Cullen, 1994). En cada área se instalaron dos parcelas de muestreo de 10×40 m con cinco divisiones paralelas a la línea de costa y cuatro divisiones perpendiculares a ésta, totalizando 20 subunidades en cada área (modificado de Tripp y Collazo, 2003) (Fig. 2). Realicé una visita mensualmente, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008 (excepto agosto de 2007).

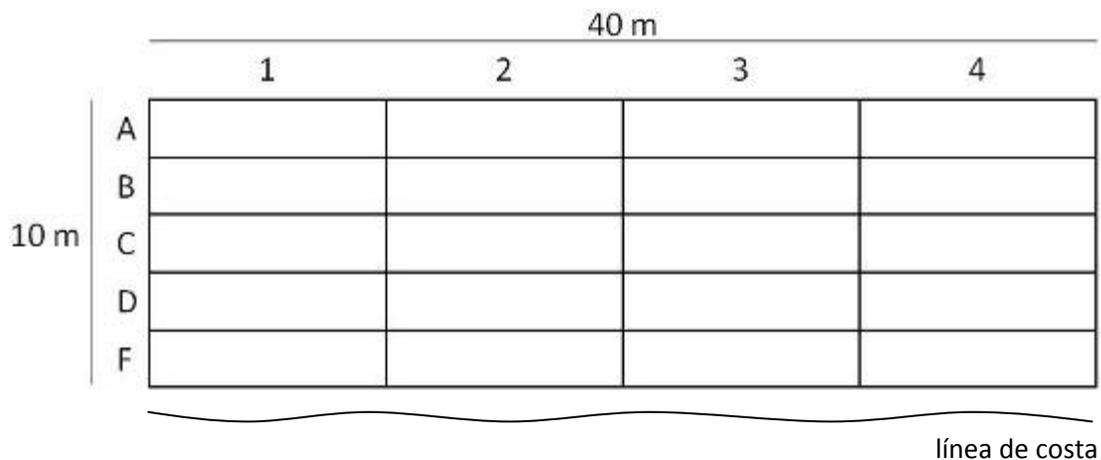


Figura 2. Esquema de una parcela de muestreo.

### **3.2 Diversidad y Densidad de Presas Potenciales**

Tomé muestras de la columna de agua y de la superficie del sedimento en tres subunidades seleccionadas al azar en las parcelas de muestreo. Medí la salinidad del agua con un refractómetro Sea Water/Salt 201 y la temperatura con un termómetro de mercurio. Capturé los invertebrados limnéticos con una red de arrastre (“drift”) con diámetro de poro de 200  $\mu\text{m}$ . Hice un barrido triplicado en forma de zigzag y refrigeré el material colectado hasta el momento de su identificación.

Colecté las muestras del sedimento con un corazonador de 16.5 cm de diámetro, según el procedimiento realizado por D’Amico *et al.* (2004). A ambas muestras (agua y sedimento) las deposité en frascos y bolsas estériles y las trasladé al Laboratorio de Limnología (Biología Acuática) de la UPR-RUM para su posterior identificación. La identificación de las especies se llevó hasta el más bajo nivel taxonómico posible, separando a los estadios de desarrollo independientemente, para establecer si hubo preferencias de consumo según el grado de desarrollo de las presas potenciales.

### **3.3 Ecología de Forrajeo**

Realicé observaciones de forrajeo en las lagunas Candelaria y Fraternidad y en lagunas salinas aledañas a éstas los días en que tomé las muestras de agua y sedimento, entre las

6:00 y 10:00 a.m. En los sitios de alimentación registré la actividad de forrajeo con el uso de un telescopio (20×45X) y binoculares 8×40X. Siguiendo los métodos de Pierce (1986), anoté la ubicación de los individuos con respecto a la orilla, el número de individuos forrajeando y medí la profundidad de forrajeo con una cinta métrica o con marcas anatómicas de los individuos. Escogí al azar un individuo y registré las acciones de alimentación en intervalos de 1 min, repitiendo el procedimiento con diferentes individuos hasta completar 20 min. Anoté la estrategia que usaron para ubicar a las presas: visual (cuando picotea después de localizar visualmente a la presa), táctil (cuando hace un barrido con el pico dentro del agua), visual-táctil (cuando hacen un barrido después de una exploración visual) y sumergiendo la cabeza (cuando se evidencia que los individuos sumergen la cabeza dentro del agua para picotear a una mayor profundidad). Finalmente, anoté el número de capturas posibles (picotazos de prueba o de consumo) por minuto.

### **3.4 Análisis de Datos**

En el análisis de datos incluí a los invertebrados encontrados, al menos, en el 20% de las muestras (los porcentajes inferiores corresponden a individuos encontrados una sola ocasión durante el periodo de estudio). Hice una prueba de Barlett para probar si las varianzas de las densidades de los invertebrados eran homogéneas. Como éstas no cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianzas, hice un análisis factorial no paramétrico Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre la

abundancia de las presas potenciales disponibles con respecto al tiempo de muestreo (meses), y con respecto a las áreas de estudio. Éste se complementó con una prueba de rangos múltiples LSD (Least Significant Difference) para identificar si hubo grupos de datos que causaran diferencias significativas.

Hice otro análisis factorial a dos vías no paramétrico para determinar si existían diferencias significativas entre la frecuencia de picotazos con respecto a los meses y con respecto a la distancia de forrajeo (con relación a la orilla más cercana). Este análisis también fue complementado con una prueba de rangos múltiples de Tukey, para detectar si hubo grupos de datos que causaran diferencias significativas. También hice un análisis de regresión lineal simple para determinar si existía relación entre la salinidad de las parcelas de muestreo y la diversidad de presas potenciales limnéticas. Todas estas pruebas las hice con el programa estadístico Statgraphics 5.1.

Finalmente, hice el cálculo de diversidad de Shanon Wiener ( $H'$ ) y el análisis de disimilaridad de Bray Curtis con el paquete Primer 5.0 para conocer, respectivamente, el área de estudio con mayor diversidad de presas y la semejanza en las densidades de las presas disponibles en cada área de estudio. Los datos de presas potenciales asociadas al sedimento no se trataron con esta prueba por la escasa información, pero grafiqué el comportamiento de los datos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Diversidad y Densidad de Presas Potenciales Limnéticas

#### Diversidad

Las presas potenciales limnéticas en las áreas A, B y F se indican en la tabla 1 y en la figura 3. Los cálculos de diversidad de Shannon Weiner ( $H'$ ) demuestran que la comunidad de invertebrados en el área F fue la más diversa ( $H' = 1.09$ ) con respecto a las áreas A y B (0.44 y 0.58, respectivamente) (apéndice A). Otros invertebrados se colectaron en las muestras de agua durante el periodo de estudio, pero no se procesaron estadísticamente porque se hallaron en pocas cantidades.

Tabla 1. Presas potenciales limnéticas colectadas de las áreas A, B y F en las Salinas de Cabo Rojo, entre julio de 2007 y marzo de 2008.

Clase	Orden	Familia	Especie
Insecta	Diptera	Ephydriidae	<i>Ephydra</i> spp.
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea</i> sp.
	Hemiptera	Corixidae	<i>Trichocorixa</i> spp.
	Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp.
Crustacea	Anostraca	Artemiidae	<i>Artemia franciscana</i>
	*Amphipoda	-	-
	*Copepoda	-	-

\*No se incluyeron en el análisis de datos, porque se encontraron sólo una vez.

De las presas potenciales colectadas en las muestras de agua, se le denominó como “invertebrado ocasional” a las especies encontradas entre el 1 y el 19% de las muestras (Figs.3k y 3l). Se consideró “invertebrado estacional” a aquellos encontrados entre el 20 y el 49% de las muestras (Figs. 3f-3j), y se designó “invertebrado permanente” a aquellas especies encontradas entre el 50 y el 100% (Figs. 3a-3e).

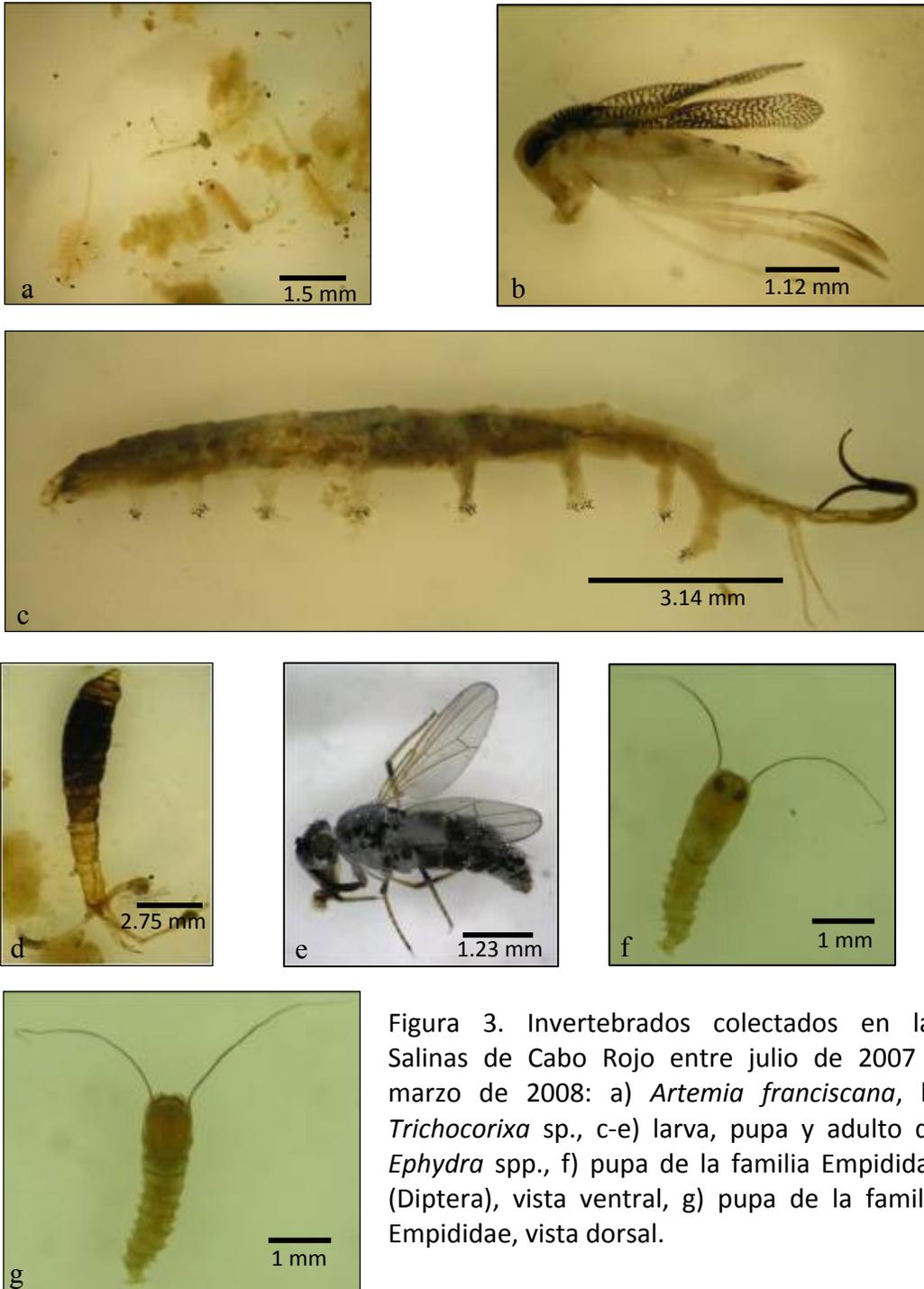


Figura 3. Invertebrados colectados en las Salinas de Cabo Rojo entre julio de 2007 y marzo de 2008: a) *Artemia franciscana*, b) *Trichocorixa* sp., c-e) larva, pupa y adulto de *Ephydra* spp., f) pupa de la familia Empididae (Diptera), vista ventral, g) pupa de la familia Empididae, vista dorsal.

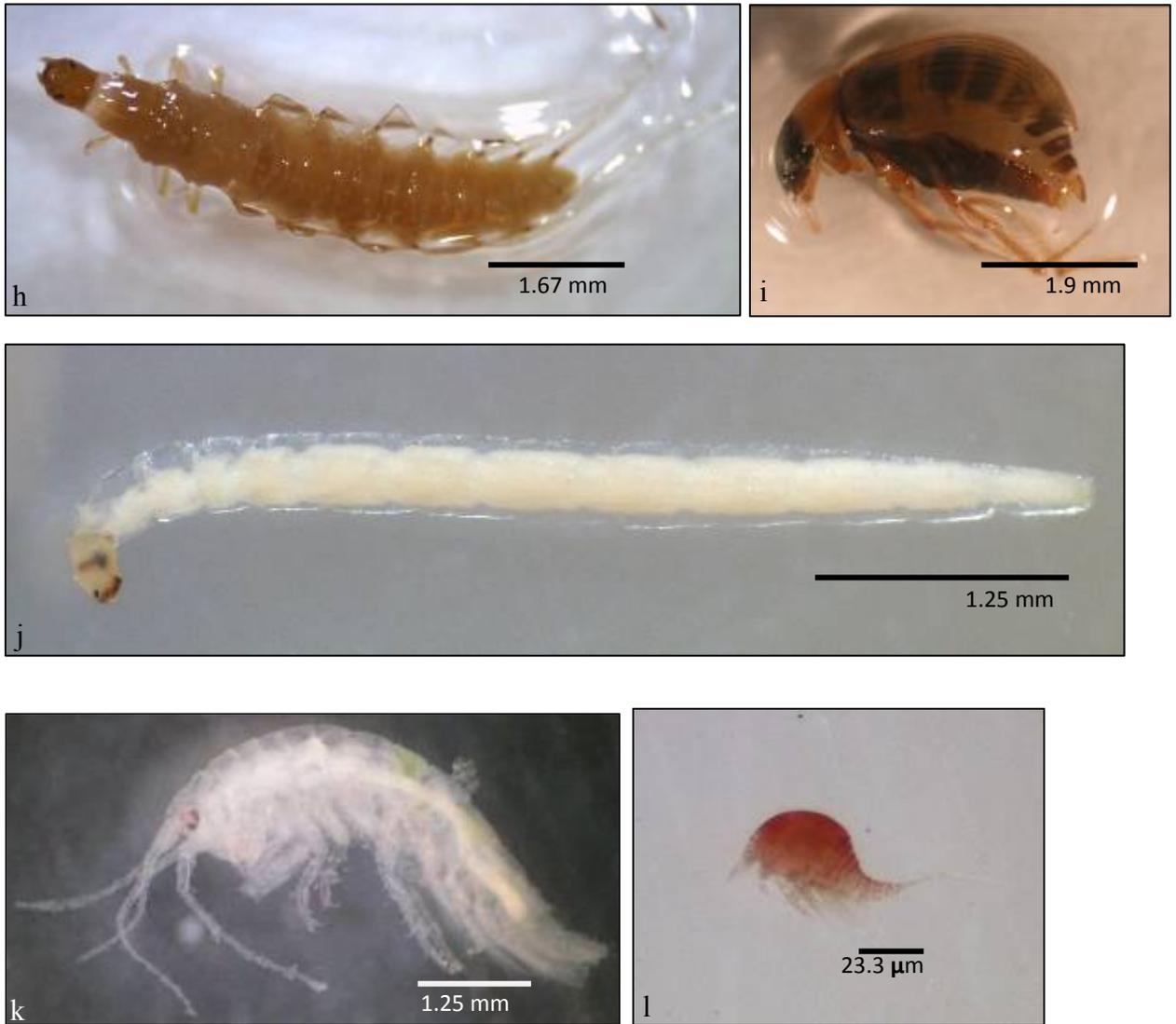


Figura 3 (cont.). h) larva de *Berosus* sp., h) adulto de *Berosus* sp. (Hydrophilidae: Coleoptera), j) larva de *Dasyhelea* sp. (Ceratopogonidae: Diptera), k) anfípodo marino, l) copépodo marino.

## Densidad

Los invertebrados presentes en las áreas A, B y F reflejaron variaciones en sus densidades durante el periodo de estudio. En las áreas A y B hubo una fluctuación similar en las densidades de cada especie (Figuras 4a y 4b). *Artemia franciscana* fue la especie mejor representada en ambos sistemas, reflejando su máxima densidad en el área A durante el mes de febrero (17 ind/L), pero disminuyó rápidamente a partir de marzo. Las demás especies presentes en las áreas A y B mantuvieron densidades inferiores a los 2 ind/L durante el periodo de estudio.

En el área F las artemias alcanzaron su máxima abundancia en noviembre con un valor de 0.33 ind/L, mientras que en febrero las larvas de *Ephydra* spp. fueron los ejemplares más abundantes, registrándose 1.4 ind/L. (Figura 4c). Las demás especies no fueron muy abundantes durante el periodo de estudio. El máximo valor de abundancia en área F fue el más bajo con respecto a los valores máximos registrados en las áreas A y B.

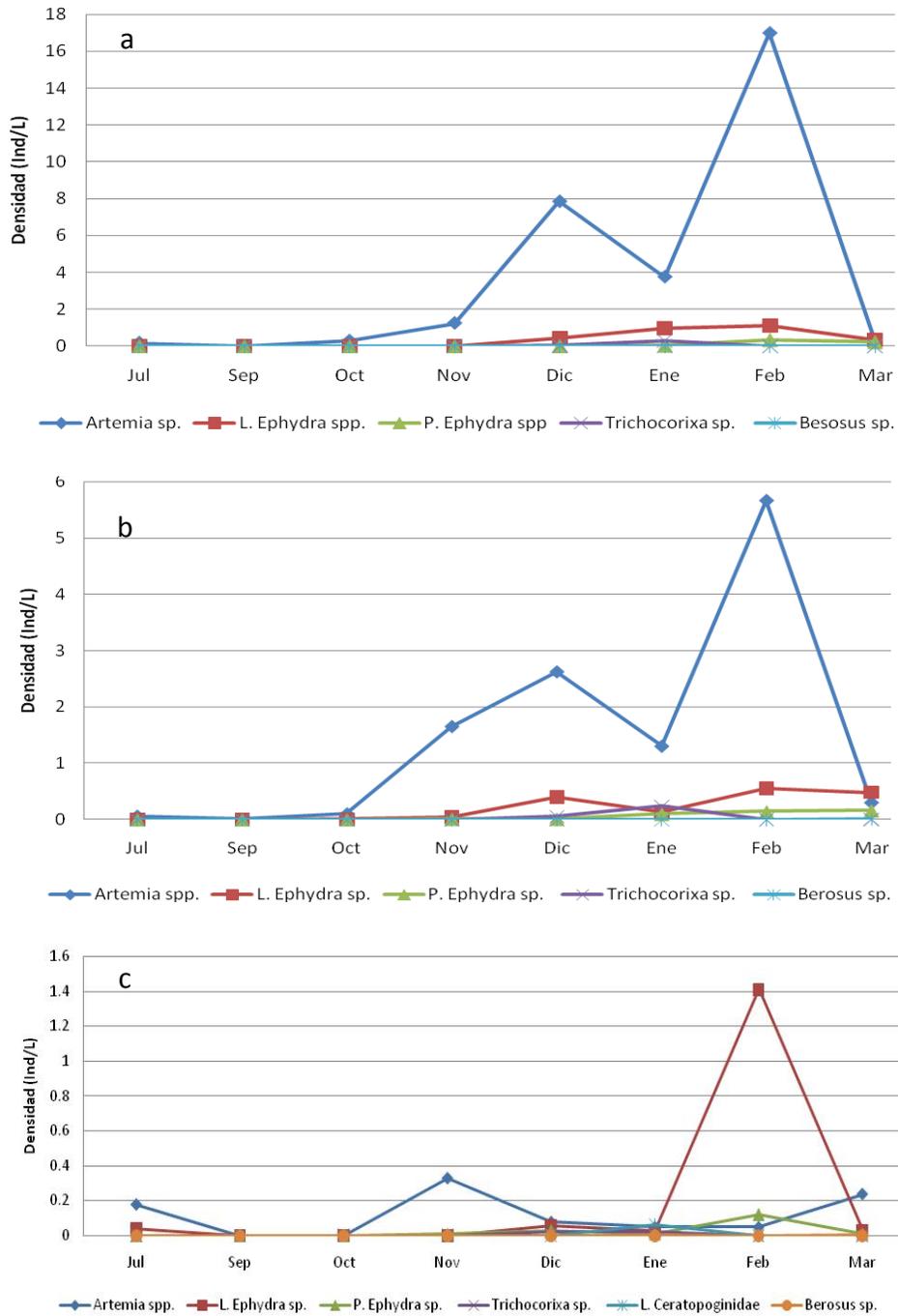


Figura 4. Densidad de las presas potenciales limnéticas colectadas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. (L: larva; P: pupa).

## **Análisis de Varianza**

El análisis de varianza para datos no paramétricos Kruskal-Wallis demostró que no hubo diferencia significativa en la densidad de invertebrados limnéticos presentes en las áreas A y B (apéndice B).

Las figuras 5a y 5b ilustran rangos parecidos de variación en los promedios de las densidades de los invertebrados en las áreas A y B, según la prueba de Tukey. En ambas gráficas se observa que febrero fue el mes con mayor variación en la densidad de invertebrados, mientras que en los demás meses las densidades fueron más estables. Estos resultados indican que ambas estaciones tuvieron un comportamiento parecido.

Las medias poblacionales de las densidades de los invertebrados fueron significativamente diferentes en el área F ( $P < 0.05$ ;  $K-W = 0.99$ ;  $n = 48$ ), con respecto a las áreas A y B, con un 95% de confianza (apéndice B). En la figura 5c se observa mayor variación de la densidad de invertebrados durante el mes de febrero, comportamiento similar al observado en las áreas A y B.

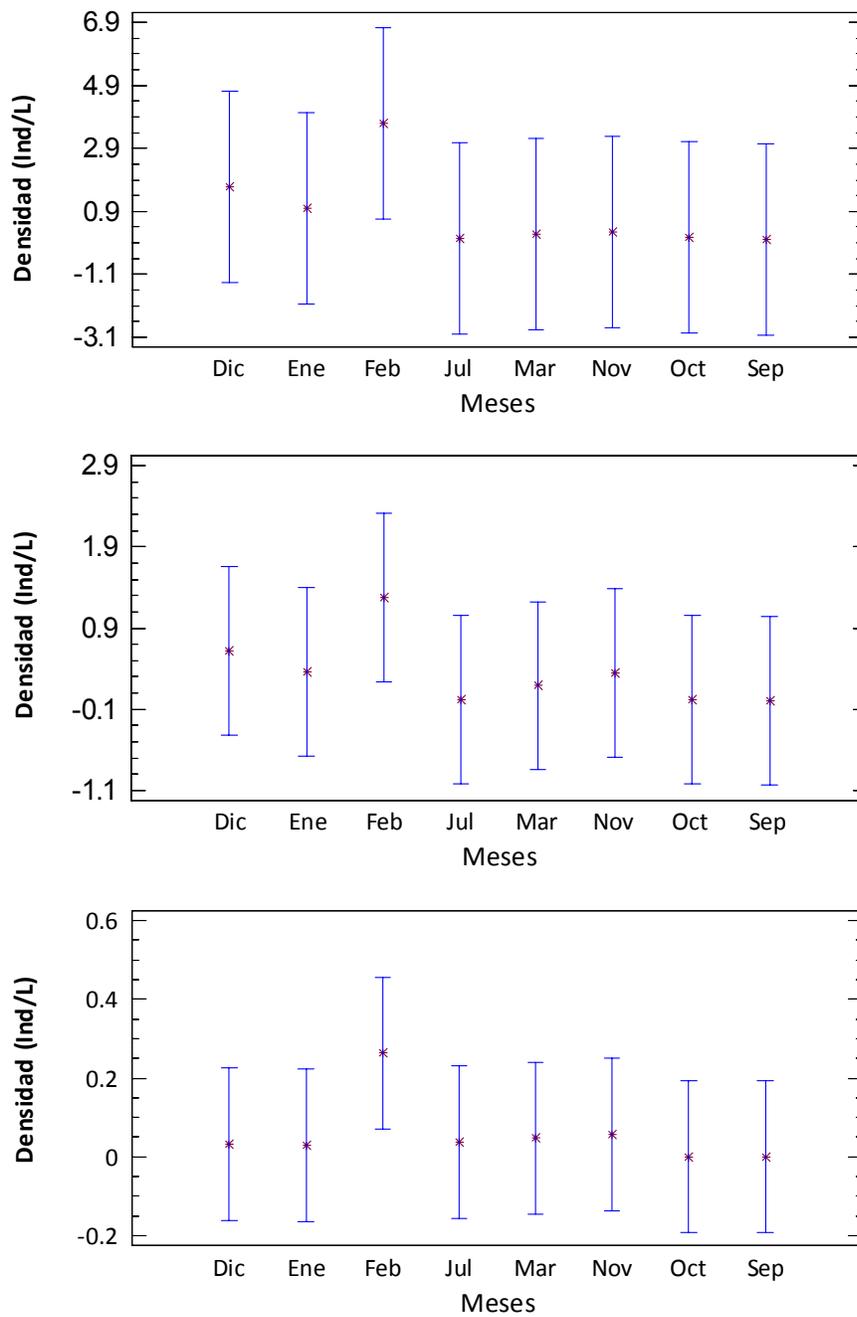


Figura 5. Promedio de las densidades de presas potenciales limnéticas según la prueba de Tukey en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. Las barras indican el error estándar para la media de cada grupo.

El análisis de Rangos Múltiples LSD (“Least Significant Difference” o diferencia mínima significativa) reflejó que la diferencia significativa, en la densidad de presas potenciales limnéticas, estuvo entre febrero y septiembre, y entre febrero y octubre. No obstante, la diferencia entre estos grupos de meses fue mínima, es decir, las medias poblacionales no fueron muy diferentes entre sí.

### **Análisis de Disimilaridad en las Densidades de Invertebrados Limnéticos**

El análisis de disimilaridad de Bray-Curtis, de las densidades de las presas potenciales limnéticas, reflejó la formación de dos grupos en el área A (Fig. 6a). Uno de ellos evidenció una disimilaridad del 18% en julio y octubre. Esta medida aumentó un poco más del 50% en noviembre y marzo. El segundo grupo reflejó una disimilaridad del 24% en diciembre y enero, y esta medida aumentó en un 30% en febrero. Septiembre fue el mes más disímil con respecto a los demás.

Este análisis para el área B también reflejó la formación de dos grupos (Fig. 6b). El grupo menos disímil fue el formado por julio y octubre, relacionados entre sí en un 18%. Septiembre comparte esta medida en un 58% con los meses anteriores. En el segundo grupo se observa una disimilaridad del 22% entre diciembre y noviembre. La medida no excedió una disimilaridad del 41% entre los meses de enero, febrero y marzo.

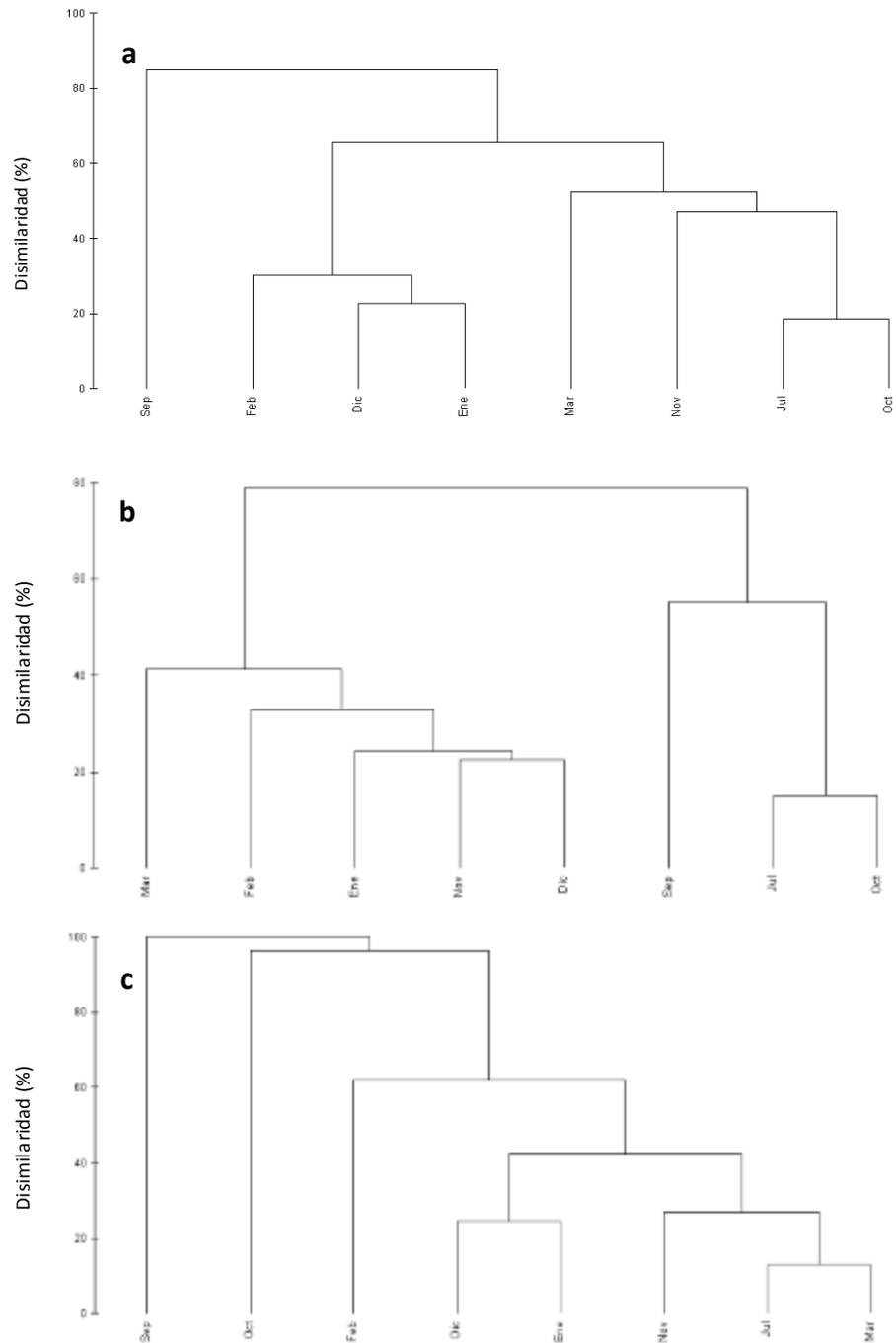


Figura 6. Dendrograma de disimilaridad de la abundancia de presas potenciales limnéticas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008.

Finalmente, el análisis de disimilaridad para el área F demostró que los meses más parecidos fueron julio y marzo, relacionados entre sí en un 16% (Fig. 6c). Noviembre se relacionó con estos dos meses en un 30%. Se observó otro grupo conformado por enero y diciembre, los cuales fueron disímiles en un 28%. Los demás meses reflejaron disimilaridades superiores al 50% con respecto a los meses ya mencionados.

### **Relación de la Salinidad con la Diversidad de Presas Potenciales**

En el área A la mayor salinidad se registró en septiembre con una concentración del 29%; asimismo fue el mes con la menor profundidad. Con la llegada de las lluvias en noviembre se registró la mayor profundidad (40 cm) y la menor salinidad (7.1%) (Fig. 7a). Con el cese de las lluvias entre enero y marzo se observó nuevamente un aumento en la salinidad (de 13 a 26%) y disminución de la profundidad (de 35 a 11.6 cm).

El área B tuvo una tendencia similar a la del área A. Hubo poca profundidad en septiembre (4.7 cm), pero aumentó en noviembre a 37.5 cm, y disminuyó otra vez a partir de diciembre (29 cm). La salinidad alcanzó su máxima concentración en septiembre (28.5%) y en noviembre disminuyó a 7.0% (Fig. 7b).

En el área F se observó un patrón similar a los descritos en las áreas A y B (Fig. 7c). En septiembre se registró la mayor concentración de salinidad (23.5%) y noviembre tuvo el

menor valor de salinidad (6.8%) y la mayor profundidad (33 cm). En diciembre aumentaron los valores de salinidad y la profundidad disminuyó conforme se alejó la época de lluvias. Los resultados de la Regresión Lineal Simple demuestran que no hubo relación directa entre la salinidad de las áreas A, B y F con respecto a la diversidad de las presas potenciales limnéticas (Fig. 8).

A partir de noviembre de 2007 se registró la temperatura en las parcelas de muestreo. Los valores oscilaron entre 23 y 28 °C (Fig. 9) . Las temperaturas mas altas se registró en el área F en noviembre y marzo, mientras que en las áreas A y B se registraron los valores más bajos en enero.

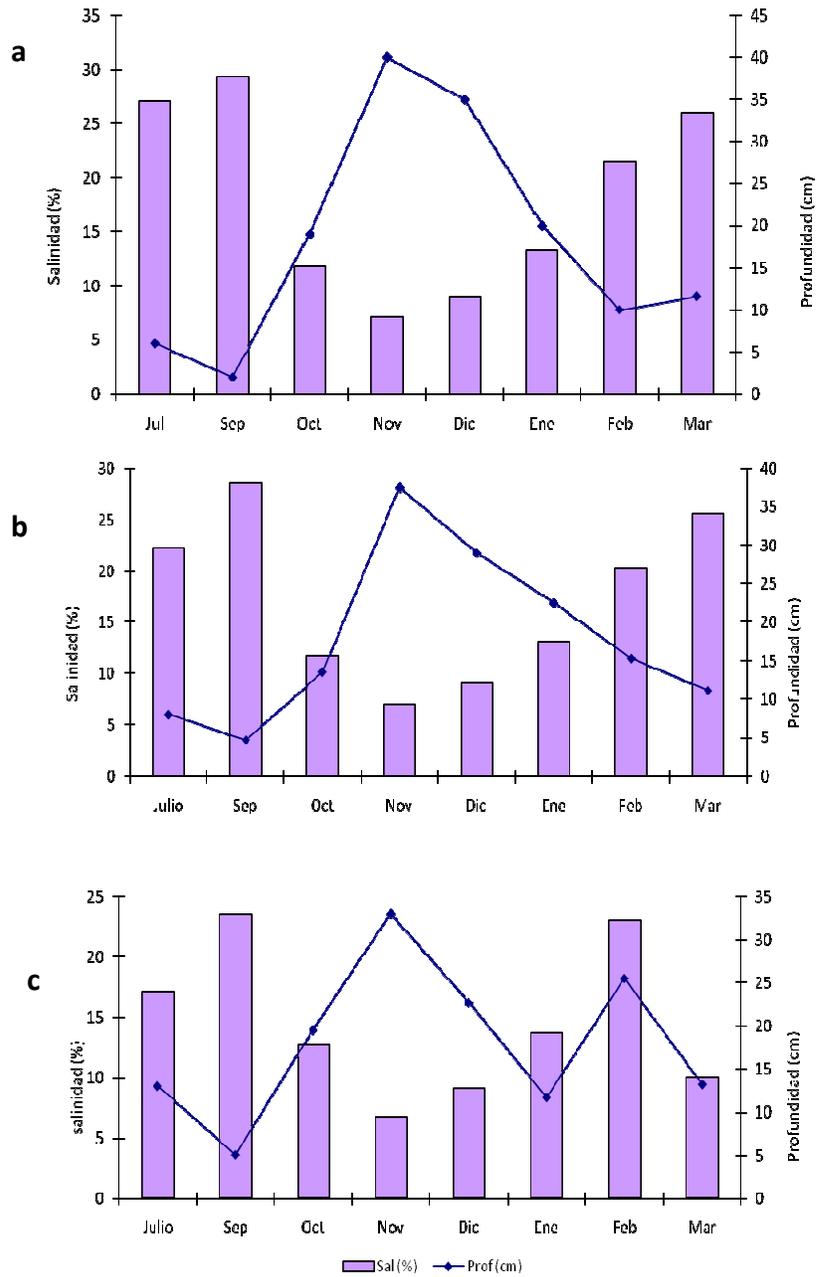


Figura 7. Variación de la salinidad y la profundidad en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008.

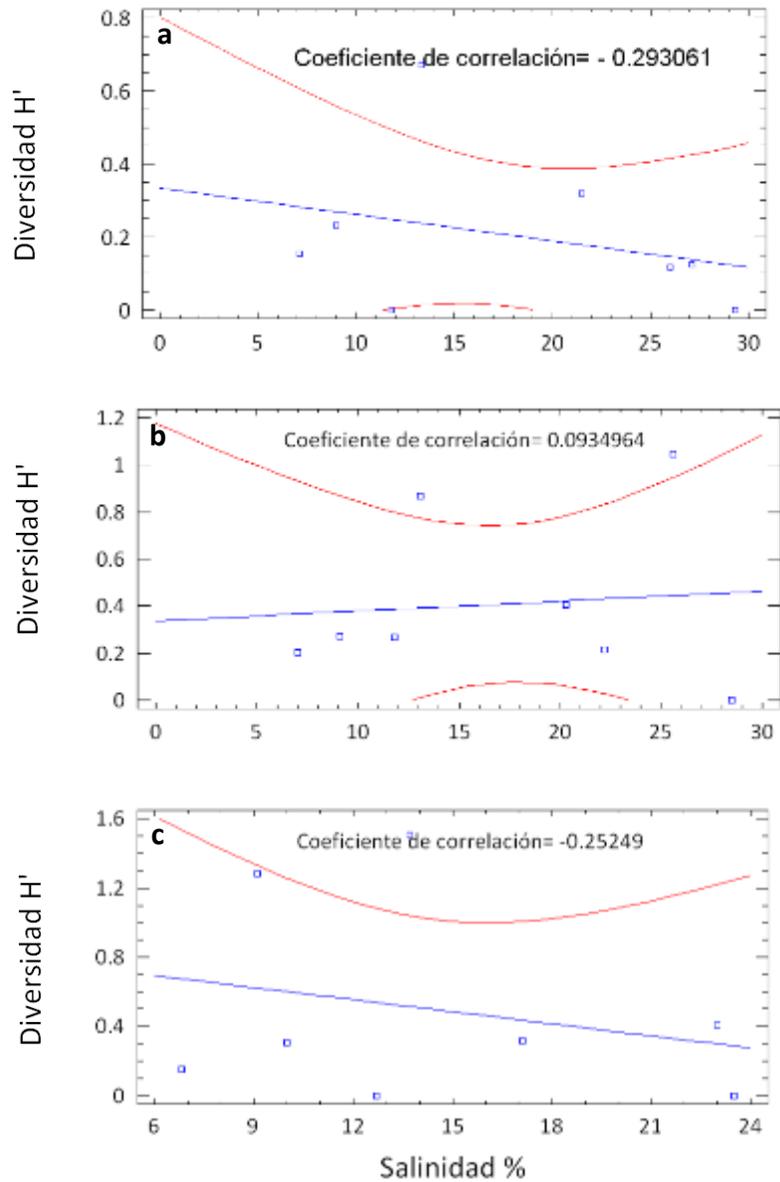


Figura 8. Regresión lineal simple entre la salinidad y la diversidad de presas potenciales limnéticas en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008.

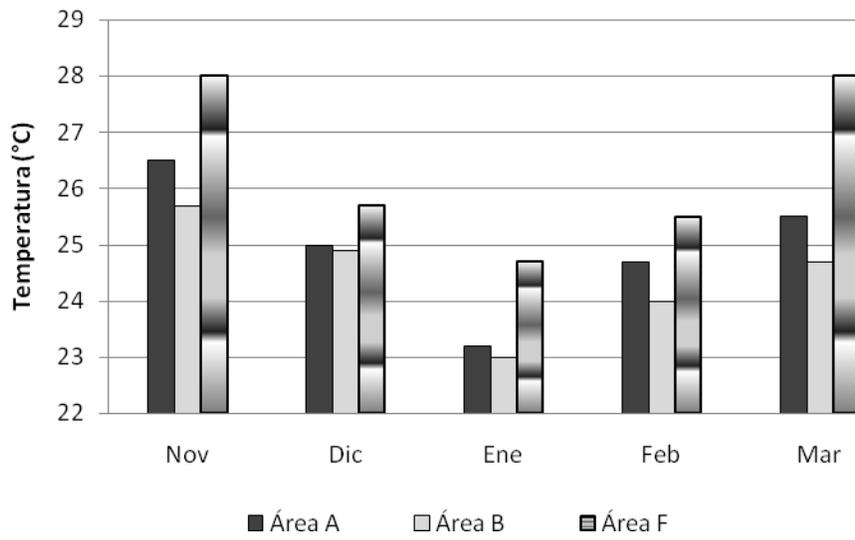


Figura 9. Valores de temperatura en las áreas A, B y F, desde noviembre de 2007 hasta marzo de 2008.

## 4.2 Diversidad y Densidad de Presas potenciales asociadas al sedimento

### Diversidad

Los macroinvertebrados asociados al sedimento estuvieron representados por los géneros *Ephydra* (Diptera: Ephydridae), *Berosus* (Coleoptera: Hydrophilidae), *Dasyhelea* (Diptera: Ceratopogonidae) y pupas de la familia Empididae (Diptera). Los cálculos de diversidad según el índice Shannon-Weiner indican que el área B fue la más diversa ( $H' = 0.66$ ), seguida por el área A ( $H' = 0.57$ ), y el área F tuvo el menor valor ( $H' = 0.37$ ).

### Densidad

En las parcelas del área A sólo estuvieron presentes las larvas y pupas de *Ephydra* spp. Desde noviembre hasta enero se apreció un aumento sincronizado de la densidad de ambos estadios de desarrollo. Sin embargo, en febrero ocurrió el pico máximo en la densidad de pupas (1950 ind/m<sup>2</sup>), mientras que las larvas redujeron su densidad (Fig. 10a).

En el área B, se hallaron larvas del género *Berosus* en diciembre, pero fue baja su densidad (15.6 ind/m<sup>2</sup>). Las larvas y pupas de *Ephydra* spp. fueron escasas de julio a octubre, pero su densidad aumentó de noviembre a febrero (Fig. 10b). Las larvas alcanzaron su máxima densidad en diciembre (1790 ind/m<sup>2</sup>), mientras que las pupas alcanzaron su pico máximo en enero con 3170 ind/m<sup>2</sup>.

En el área F las larvas de *Ephydra* spp. dominaron durante el periodo de estudio (Fig. 10c). Su pico máximo de abundancia se presentó en diciembre, alcanzando 2450 ind/m<sup>2</sup>. Le siguieron las larvas de *Dasyhelea* sp., las cuales fueron más abundantes en diciembre (374.4 ind/m<sup>2</sup>). Las pupas de *Ephydra* spp. y de la familia Empididae fueron escasas, ya que sus densidades no superaron los 93.6 y 15.6 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente.

### **Análisis de Varianza**

Según el análisis de varianza, de la prueba de Kruskal-Wallis, no hubo una diferencia significativa en las densidades poblacionales de los invertebrados en cada área de muestreo ( $P > 0.05$ ) (apéndice C).

### **Análisis de similitud**

No se observaron patrones de similitud en las densidades de los invertebrados en las áreas de estudio, probablemente por el pequeño número de especies asociados al sedimento, además porque los hallazgos de algunas de las especies fueron ocasionales, tal como se ilustra en la figura 9.

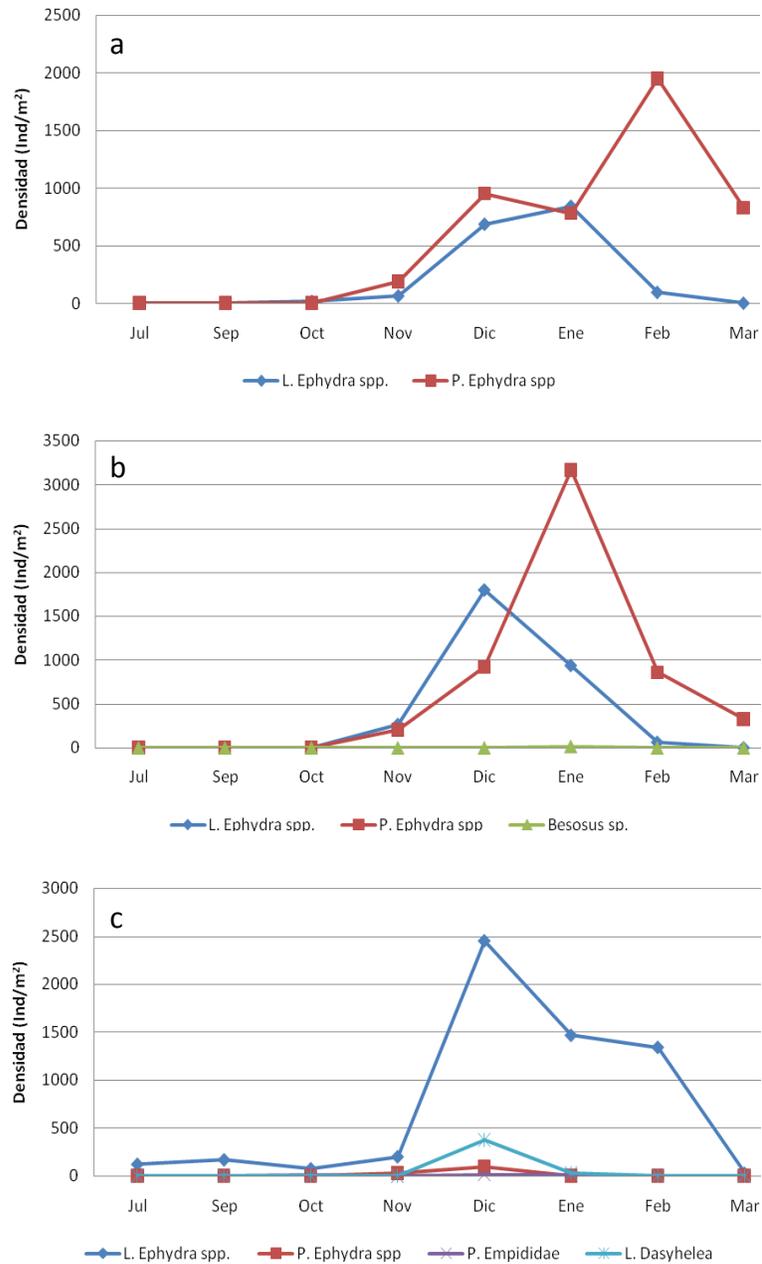


Figura 10. Densidad de las presas potenciales asociadas al sedimento en las áreas A(a) y B(b) de la Laguna Fraternidad y en el área F(c) de la Laguna Candelaria, desde julio de 2007 hasta marzo de 2008. (L: larva; P: pupa).

### 4.3 Ecología de Forrajeo

La captura de un individuo juvenil evidenció el consumo de *Artemia franciscana*, larvas, pupas y adultos de *Ephydra* spp. y adultos de *Trichocorixa* spp. (Fig. 11). Los sitios más visitados por las viudas fueron las charcas salinas adyacentes a Playa Sucia y el extremo sureste de la Laguna Candelaria (Figs. 12 y 13, tabla 2). Estos sitios cuentan con una franja de manglar en gran parte de su contorno. En visitas de muestreo observé viudas forrajeando en las primeras horas del día, en altas horas de la tarde, incluso durante la noche. Las diferentes estrategias para capturar a sus presas las practicaron con un desplazamiento constante y emisiones de sonidos (tabla 3).

Tabla 2. Ubicación geográfica de los sitios de alimentación más visitados por *Himantopus mexicanus* en las salinas de Cabo Rojo.

Sitio de alimentación	Latitud norte (N)	Longitud oeste (W)
1	17°56'20.53''	67°11'30.07''
2	17°56'28.40''	67°11'28.07''
3	17°56'49.25''	67°11'32.42''
4	17°57'19.27''	67°11'59.18''
5	17°57'18.31''	67°11'09.95''
6	17°57'29.01''	67°11'21.02''

Tabla 3. Frecuencia de cada estrategia que usó *Himantopus mexicanus* para capturar presas (n= 36).

<b>Estrategia de captura</b>	<b>Frecuencia (%)</b>
Visual	58
Visual-táctil	25
Táctil	3
Visual-sumergen la cabeza	5.5
Visual-secuencia de cortos picotazos	8.5

La frecuencia de picotazos de prueba o captura varió de 4 a 41/min (tabla 4). El análisis de varianza a dos vías demostró que los meses y la distancia de forrajeo (con respecto a la orilla más cercana) tienen un efecto significativo en la frecuencia de picotazos, con un 95% de confianza (apéndice D). La prueba de rangos múltiples de Tukey reflejó que el mes que más influyó en la frecuencia de picotazos fue diciembre y que la distancia de forrajeo que más influyó en la frecuencia de picotazos fue a los 25 m.

En el 47% de las observaciones las viudas se alimentaron entre 16 y 18 cm de profundidad, el 33% de las observaciones fue a profundidades menores de 10 cm y en el 20% de las observaciones las viudas se alimentaron entre 10 y 15 cm de profundidad.

Las observaciones de forrajeo se hicieron desde pequeños grupos de 4 individuos hasta grandes agrupaciones de viudas estimadas en 500 individuos, pero en el 57% de las

ocasiones las observé en conformando grupos de 4 a 150 individuos. Se registraron grupos de 151 a 350 individuos en el 14% de las ocasiones y se observaron grupos mayores de 350 individuos con una frecuencia del 29%.

Tabla 4. Información de forrajeo de la viuda *Himantopus mexicanus* en las Salinas de Cabo Rojo.

Meses	n	Tamaño del grupo	‡ Localización de las viudas	Promedio Picotazos/min	SD	*Estrategia de alimentación
julio	4	4	C	4.2	2.16	V
septiembre	6	6	C	16	3.60	V, B
octubre	5	130	C, F	33.8	14.13	V, SC
*noviembre	0	-	-	-	-	-
diciembre	6	500 <sup>+</sup>	Ad	41.3	3.67	V, B, SC
enero	7	350	Ad	10.8	4.77	V, B
febrero	8	420 <sup>+</sup>	Ad	12.2	6.34	V, B, SC
marzo	3	150 <sup>+</sup>	Ad	11.6	7.50	V, B

\*No se observaron individuos; n: viudas observadas para obtener la información de forrajeo; + tamaño del grupo estimado; ‡ C: Candelaria, F: Fraternidad, Ad: charcas adyacentes; \*V: visual, B: barrido, SC: sumergieron la cabeza.



Figura 11. Presas consumidas por la viuda *Himantopus mexicanus*. 1: Parte posterior de una larva de *Ephydra* spp.; 2: ala de *Trichocorixa* spp.; 3: abdomen de un adulto de *Ephydra* spp.; 4: Parte de una pupa de *Ephydra* spp.

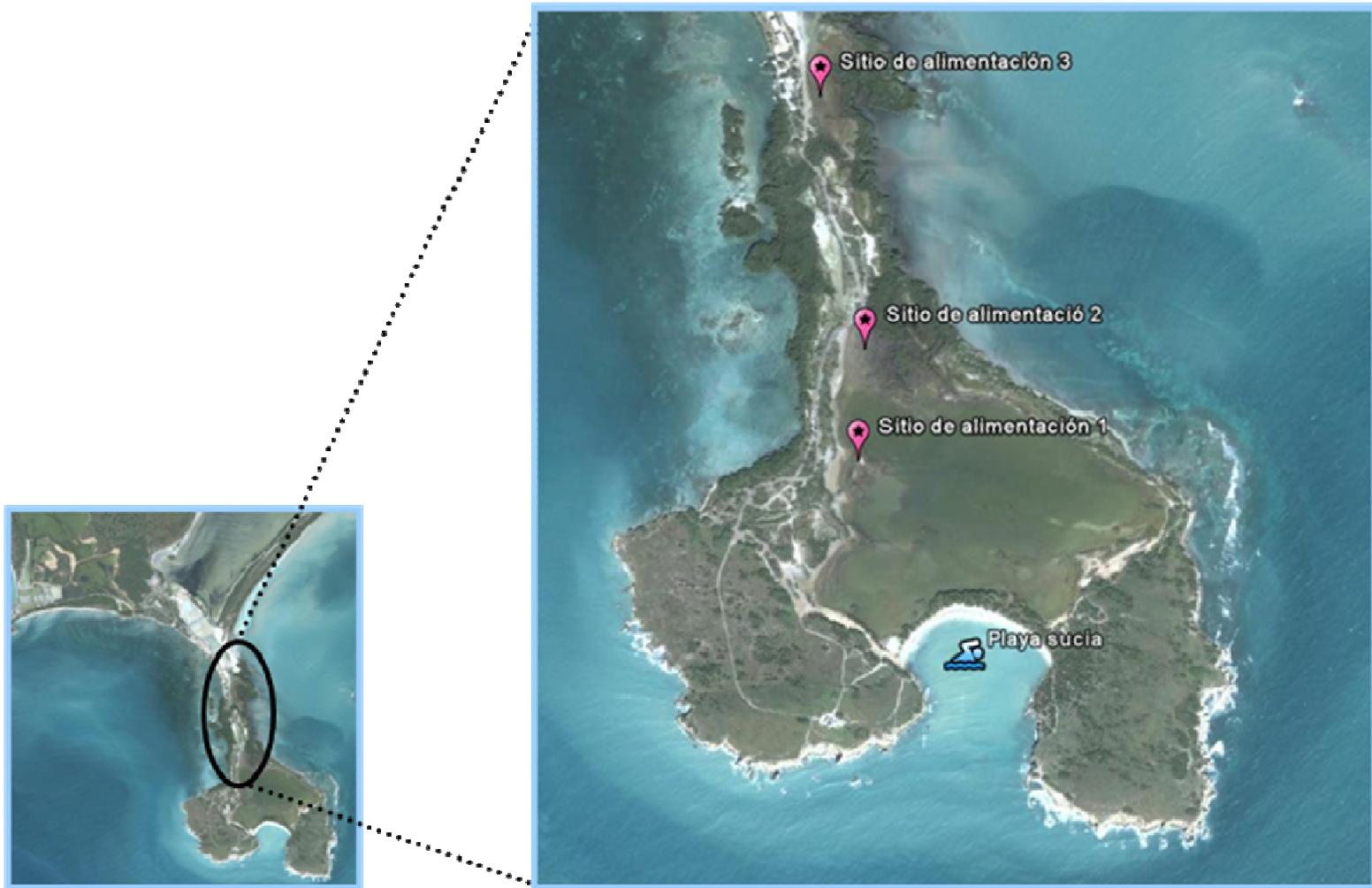


Figura 12. Sitios de alimentación 1, 2 y 3 visitados por la viuda (*Himantopus mexicanus*).



Figura 13. Sitios de alimentación 4, 5 y 6 visitadas por la viuda (*Himantopus mexicanus*).

## 5 DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demostraron que la densidad de presas potenciales para la viuda aumentó con salinidades del 20 al 23%, registradas en febrero. Las viudas usaron principalmente estrategias visuales para capturar a sus presas, y se alimentaron frecuentemente ente 16 y 18 cm de profundidad en la Laguna Candelaria y otras charcas salinas adyacentes.

Hubo mayor diversidad de presas potenciales limnéticas en la Laguna Candelaria (área F) que en la Laguna Fraternidad (áreas A y B). Esto se puede deber a que la Laguna Candelaria cuenta con mayor concentración de algas, cianobacterias y ciliados que forman un tapete microbiano (Colón, 2008); la formación de este tapete microbiano se observó durante la elaboración de este estudio. Mercado (2003) menciona que observó una relación entre el aumento poblacional de microalgas (*Gomphosphaeria*) y el aumento poblacional de las artemias. Esto sugiere que la mayor concentración de microorganismos presentes en la Laguna Candelaria ofrece mayor disponibilidad de alimento para los macroinvertebrados de este sistema. Por ende, ésta puede ser la causa de la mayor diversidad de presas potenciales.

*Artemia franciscana* fue la especie limnética más abundante en las áreas A y B entre octubre de 2007 y febrero de 2008. El aumento de la densidad de las artemias se relacionó con el aporte de las lluvias y, consecuentemente, con la reducción de la salinidad (apéndice E). Esto contrasta con los resultados de Broche (2006), quien reportó la mayor densidad de *Artemia* sp. en el área F. El hallazgo de las artemias en mayor proporción que los demás invertebrados, durante 5 meses de estudio, puede indicar mayor tolerancia a los cambios de salinidad. Un estudio realizado por Browne y Wanigasekera (2000) sobre la tolerancia de cinco especies de artemias a los cambios de salinidad y temperatura, indica que la especie *Artemia salina* sobrevivió durante 16 días en una salinidad de 60 ‰ y con una temperatura de 30°C.

Las larvas de *Ephydra* spp. fueron el representante limnético más constante en el área F, y las pupas de este género fueron los invertebrados más abundantes de aquellos asociados al sedimento en las áreas A y B. Es posible que la fase de pupa no se desarrolle eficientemente en la Laguna Candelaria porque el sedimento es blando, característico de un tapete microbiano, dificultando el anclaje de esta fase de desarrollo. Además, la densidad del agua de la Laguna Candelaria podría dificultar la emergencia de la pupa cuando surge del fondo para convertirse en adulto.

Hubo diferencia significativa en la densidad de invertebrados limnéticos presentes en el área F, con respecto a las áreas A y B; sin embargo, esta diferencia fue mínima (0.26). El estadístico usado en la prueba de rangos múltiples (LSD) es muy sensible y revela diferencias que otras pruebas, para el mismo fin, no detectan. Se registró una diferencia significativa en la densidad poblacional de los invertebrados en febrero. Esto se puede relacionar a que este fue el mes con mayor densidad de artemias y larvas de efídridos en las parcelas de muestreo.

El análisis de disimilaridad de Bray-Curtis reflejó mayor semejanza en la densidad de invertebrados limnéticos entre las áreas A y B, que cualquiera de estas dos con F. Las áreas A y B son más parecidas estructuralmente, el sustrato es más sólido y la concentración de sal y la temperatura tendieron a ser parecidas. Por otro lado, en el área F el sedimento es más blando por la formación del tapete microbiano (observado durante este estudio); además, la salinidad y la temperatura generalmente fueron más bajas en el área F que en las áreas A y B.

Los valores de salinidad y profundidad tuvieron un comportamiento inversamente proporcional. Entre julio y septiembre la precipitación varió de 0.05 a 39 mm (Western Regional Climate Center, 2008) y no hubo entrada de agua marina. Septiembre tuvo el mayor registro de salinidad y el menor de profundidad (30‰ y 2 cm, respectivamente),

consecuentemente la densidad de invertebrados fue baja. De octubre a diciembre hubo aportes de lluvia (entre 0.02 y 51 mm) (Western Regional Climate Center, 2008), y hubo entrada de agua marina, lo cual diluyó la salinidad y aumentó la profundidad. Estos factores propiciaron el aumento en la densidad de invertebrados en cada área de estudio. Este patrón se invirtió en enero, febrero y marzo. La fluctuación de la salinidad y la profundidad relacionado con los aportes de agua marina ya es conocido (Mercado, 2003; Colón 2008) y este patrón se mantiene relativamente estable anualmente según los registros meteorológicos de la Western Regional Climate Center (2008).

Los registros de temperatura desde noviembre hasta marzo estuvieron entre 23 y 28 °C en las áreas de muestreo. Estos valores fueron más bajos que los reportados por Díaz (2006), quien midió 35.5°C en los cristalizadores de la Laguna Candelaria. Las áreas A, B y F no son usadas como cristalizadores de sal, y por lo tanto la temperatura tiende a ser más baja que en los estanques destinados para este fin. Sin embargo, las altas temperaturas (>35°C) pueden ser un factor limitante para el desarrollo óptimo de los invertebrados presentes en ambientes hypersalinos (Javor, 1989).

El análisis de Regresión Lineal Simple demostró que no hubo relación entre la diversidad de presas potenciales limnéticas y la salinidad de las áreas de muestreo. Es posible que la

tolerancia de estos invertebrados a los ambientes hipersalinos permita mantener miembros de la comunidad aún bajo los cambios en este factor.

La diferencia estadística entre la frecuencia de picotazos con respecto a los meses se reflejó en diciembre, posiblemente porque fue el mes con mayor profundidad y menor salinidad. La reducción de la salinidad influyó en el aumento de la densidad de artemias y larvas de efídridos, principalmente. Posiblemente las viudas picotearon con mayor frecuencia por la oferta de presas y la accesibilidad a éstas. Por otro lado, la diferencia estadística entre la frecuencia de picotazos con respecto a la distancia de forrajeo se reflejó a los 25 m. Es probable que las viudas se alejan de la orilla para reducir la probabilidad de ataques por depredadores terrestres.

La captura de un individuo el 4 de diciembre de 2007 evidenció que *Himantopus mexicanus* consumió larvas, pupas y adultos de *Ephydra* spp. Se evidenciaron alas y patas de *Trichocorixa* sp. y se observó un quiste de *Artemia franciscana*. Warnock (2005) menciona que en la Bahía de San Francisco las artemias son abundantes, pero fueron poco preferidas por los playeros que se alimentan en ese sistema, probablemente por su bajo valor nutricional (en términos de calorías y proteínas). Sin embargo, esto contrasta con lo mencionado por Hamilton (1975), quien determinó que *H. mexicanus* se alimentó de la *Artemia salina* en las salmueras Leslie (Alameda, California), las cuales fueron abundantes

en los estanques de evaporación. Por su parte, Kuperman *et al.* (2000) encontraron que las larvas y los adultos de *Ephydra* sp. son abundantes en los estanques hipersalinos adyacentes al mar Salton (California, Estados Unidos) y que ambos son probablemente presas importantes para las aves playeras que se alimentan en la línea costera.

Las viudas se alimentaron activamente durante las primeras horas de la mañana. En visitas incidentales también las observé alimentándose en altas horas de la tarde, incluso durante la noche. Esto coincide con lo mencionado por McNeil y Rodríguez (1996), quienes observaron que ejemplares de los géneros *Himantopus*, *Recurvirostra*, y otras especies de chorlos y playeros, alimentándose en periodos diurnos, crepusculares y nocturnos. Los autores mencionan que las principales estrategias de capturas fueron visuales durante el día y táctiles durante la noche, y que este comportamiento puede estar asociado a que los individuos no satisfacen sus requerimientos alimenticios durante el día o porque durante la noche hay mayor disponibilidad de presas y la alimentación es más segura.

En las Salinas de Cabo Rojo, la principal estrategia de captura usada por la viuda fue visual, también se observaron individuos haciendo búsquedas táctiles e introduciendo la cabeza al agua para capturar su presas, todo esto acompañado de un desplazamiento constante. Esto coincide con lo observado por Hamilton (1975), quien menciona que los picotazos son el principal método que usan las viudas para capturar el alimento, acompañado de la

ubicación visual. El autor también observó a las viudas haciendo barridos e introduciendo la cabeza al agua durante los periodos de alimentación.

Las viudas forrajearon desde la orilla hasta los 18 cm de profundidad, sin embargo mayormente se les observó alimentarse entre 16 y 18 cm de profundidad. Esto contrasta con lo descrito por Cullen (1994), quien menciona que las viudas forrajearon mayormente a 10 cm de profundidad en el área A de las Salinas de Cabo Rojo. Por su parte, Hamilton (1975) usó marcas anatómicas para determinar la profundidad de forrajeo en las viudas. El autor determinó que en el 60% de las observaciones los machos (n=25) se alimentaron a una profundidad de 11.1 cm, la cual coincide con el tobillo (ángulo entre la tibia y el tarso), mientras que 46% de las hembras (n=30) lo hicieron a una profundidad de 5.6 cm.

Los sitios de alimentación mayormente visitados por las viudas en el presente estudio fueron la Laguna Candelaria y las charcas salinas estacionales adyacentes a Playa Sucia. Sin embargo, durante septiembre se observó un grupo de 130 individuos forrajeando en el área A de la Laguna Fraternidad. Estos resultados contrastan con los de Cullen (1994), quien encontró que las viudas forrajearon principalmente en el área A de la Laguna Fraternidad, pero en este estudio no se mantuvo ese patrón de distribución en dicha área durante el periodo de observación. Posiblemente el grupo de viudas registrados en octubre en el área A estuvo alimentándose, aprovechando las condiciones del hidrop periodo IV (cuando

disminuyo la salinidad por la llegada de las lluvias y hubo un aporte del agua de mar  $\leq 50\%$ ) (*sensu* Colón, 2008). Sin embargo, las observaciones frecuentes de las viudas en la Laguna Candelaria y en las charcas adyacentes a Playa Sucia se pueden relacionar a que éstos son sectores protegidos por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, tienen menos intervención de la extracción comercial de sal y favorecen el desarrollo de efídridos y coríxidos que son parte de su dieta.

## 6 CONCLUSIONES

- El área F tuvo mayor diversidad de presas potenciales limnéticas, posiblemente por la mayor concentración de microalgas que conforman el tapete microbiano. La diversidad de las presas potenciales asociados al sedimento no fue muy variable entre las áreas A, B y F.
- Las presas potenciales limnéticas con mayor densidad fueron la *Artemia franciscana* y las larvas de *Ephydra* spp., mientras que en el sedimento fueron las larvas y pupas de *Ephydra* spp.
- Las salinidades entre 20 y 23% coincidieron con un aumento en la densidad de larvas de *Artemia franciscana* y las larvas de *Ephydra* spp. y de *Dasyhelea* spp.
- Las viudas se alimentaron en pequeñas y grandes agrupaciones (de 4 a 500 individuos), forrajearon mayormente entre 16 y 18 cm de profundidad, empleando estrategias visuales para capturar a sus presas.
- Las larvas, pupas, adultos de *Ephydra* spp., los corixidos y las artemias, formaron parte de las presas que consumió las viuda capturada.

- Los sitios más visitados por la viuda durante el periodo de estudio fueron el extremos sur este de la Laguna Candelaria y charcas salinas adyacentes a Playa Sucia.

## 7 RECOMENDACIONES

Los estudios previos realizados en las Salinas de Cabo Rojo (Cullen, 1994; Collazo et al., 1995, Foote, 1999; Grear y Collazo, 1999; Mercado, 2003, Casillas et al., 2005, Broche, 2006; Díaz, 2006; Colón, 2008) han documentado los microorganismos y la macrofauna característica de este sistema, así como la dinámica en los cambios de la salinidad y profundidad. No obstante, las recomendaciones de esta investigación van orientadas a desarrollar futuras investigaciones que brinden información más precisa de la dieta de la viuda y otros chorlos y playeros residentes de este sistema, y ejercer acciones que garanticen la disponibilidad de su alimento.

La viuda es una de las especies que anida en las Salinas de Cabo Rojo (Foote, 1999). Por lo tanto, también se recomienda elaborar investigaciones que brinden información del éxito reproductivo y disponibilidad de alimento de crías y adultos en ésta época, para conocer las condiciones que favorecen la estabilidad de la población en este refugio.

Los estanques hipersalinos les proporcionan a las aves playeras, residentes y migratorias, recursos alimenticios, áreas de descanso y refugio. No obstante se recomienda continuidad en la protección de estos cuerpos de agua, teniendo en cuenta que, debido a su extensión,

las Salinas de Cabo Rojo es el sistema hipersalino más importante de Puerto Rico y es un sitio importante para el refugio y la alimentación de los chorlos y playeros que migran hacia Suramérica pasando por el Caribe.

La ausencia de lluvias y la alta evaporación generan un aumento excesivo en la salinidad y la temperatura, consecuentemente, la disminución poblacional de los invertebrados que son presas potenciales de las viudas y demás playeros. Por lo tanto, también se recomienda permitir un ingreso de agua marina, de forma controlada, en los estanques de conservación (A, B y parte del F) en periodos secos del año, y estudiar el posible impacto en el desarrollo de los organismos.

## 8 LITERATURA CITADA

- Barbosa, A. y E. Moreno. 1999. Evolution of foraging strategies in shorebirds: an ecomorphological approach. *Auk*. 116 (3): 712-725
- Broche, M. 2006. Disponibilidad de presas para aves playeras en las salinas de Cabo Rojo, Puerto Rico y su relación con los factores físicos de la región. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Puerto Rico. 138 pp.
- Browne, R. A. y G. Wanigasekera. 2000. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 244 (1): 29-44
- Burger, J. 1980. Age differences in foraging Black-necked Stilts in Texas. *AUK*. 977: 633-636.
- Canevari, P., G. Castro, M. Sallaberry y L. G. Naranjo. 2001. Guía de los chorlos y playeros de la región Neotropical. American Bird Conservancy, WWF-US, Humedales para las Américas y Manomet Conservation Science, Asociación Calidris. Santiago de Cali, Colombia. 141pp.
- Casillas Martínez, L., Z. Fuentes Figueroa, C. Castro, D. Nieves Méndez y C. Hernández. 2005. Community structure, geochemical characteristics and mineralogy of a hypersaline microbial mat, Cabo Rojo, PR. *Geomicrobiology Journal*. 22: 268-281.
- Colón-Ortíz, L. 2008. Species richness of cyanobacteria, diatoms and ciliates in microbial mats of the Cabo Rojo salterns, Puerto Rico. Thesis of Master in Science in Biology. University of Puerto Rico Mayaguez Campus.
- Collazo J. A., B. A. Harrington, J. S. Gear y J. A. Colón. 1995. Abundant and distribution of shorebirds at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico. *J. Field Ornitol.* 66 (3): 424-438.
- Cuervo, J. J. 2003. Cigüeñuela común *Himantopus himantopus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Cullen, S. 1994. Black-Necked Stilt foraging site selection and behavior in Puerto Rico. *Wilson Bull.* 106 (3): 508-513.

- D'Amico V.L., M. Hernández y L.O. Bala. 2004. Selección de presas en relación con las estrategias de forrajeo de aves migratorias en península Valdés, Argentina. *Ornitología Neotropical* 15: 357-364.
- Departamento de Recursos Naturales. 1986. Recursos Naturales Educa: Lagunas costeras. Hoja informativa del Departamento de Recursos Naturales. Programa de Educación Ambiental.
- Díaz Muñoz, Gretchen. 2006. Fungal Diversity Present at a Hypersaline Environment in Cabo Rojo, Puerto Rico Determined by Characterization of Isolates and Analysis of Environmental rRNA Genes Clones Libraries. . Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Puerto Rico. 126 pp.
- Dostine, P. L. y S. R. Morton. 1989. Food of the Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in the Alligator Rivers Region, Northern Territory. *Short Communications Emu*. 89: 250-253.
- Fish and Wild Life Service, 1988. The Cabo Rojo salt flats. Resource Category 1 Documentation. Prepared by Jaime A. Collazo. US Fish and Wildlife Service, Region 4, Atlanta, GA. 15pp.
- Foote, K. 1999. Cabo Rojo salt flats become part of National Wildlife Refuge. Fish and Wildlife Service. Release #: R99-82.
- González-Kircher J. P., y M. Sainz de la Maza. 1990. Algunos datos sobre la alimentación de los pollos de la Cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) en humedales de la provincia de Ciudad Real. *Doñana Acta Vertebrata* 17 (1): 113-116.
- Grear J. S. y J. A. Collazo. 1999. Habitat use by migrant shorebirds in a tropical salt flat system. *Vida Silvestre Tropical (J. Neotropical Wildlife)* 7: 15–22.
- Hamilton, R. B., 1975. Comparative behavior of American Avocet and Black-Necked Stilt (Recurvirostridae). *Ornithological Monographs* No 17. The American Ornithologists Union. 98pp.
- Jackson, J. A., W. J. Bock, D. Olendorf y J. E. Trumpey. 2002. Birds II: Family Stilts and Avocets. En: Grzimek's, B., N. Schlager y D. Olendorf. 2002. *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. 2nd Ed, Paris, Gale Group. Vol. 9. 579 pp.

- Javor, B. 1989. Hypersaline environments. Springer-Verlag. New York. 328pp
- Kuperman, B. I., V. E. Matey, D. M. Dexter y M. A. Tiffany. 2000. Invertebrates of the Salton Sea: A scanning electron microscopy portfolio. Poster presented at The Salton Sea Symposium III. January 13-14 2000 URL: <http://www.sci.sdsu.edu/salton/SaltonSeaSymposiumJan2000.html>
- McNeil, R. y J. R. Rodríguez. 1996. Nocturnal foraging in shorebirds. *International Wade Studies* 8:114-121
- Mercado-Alvarez, W. 2003. Efecto de la salinidad en las poblaciones de *Artemia salina* y *Gomphosphaeria aponina*, y los nutrientes en las lagunas Fraternidad y Candelaria de las salinas de Cabo Rojo. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Interamericana Recinto de San Germán, Puerto Rico.
- Mercier, F., y R. McNeil. 1994. Seasonal variation in intertidal density of invertebrate prey in a tropical lagoon and effects of shorebird predation. *Can. J. Zool.* 72: 1755-1763.
- Miranda, L. y J. A. Collazo. 1997. A modified throw-trap to sample prey for wading bird studies. *J. Field Ornithol.* 68(4): 602-606.
- Montalti, D. y N. R. Coria. 1994. Técnica de lavado estomacal para estudio de dieta en aves marinas. Dirección Nacional de Antártico, Instituto Antártico Argentino, 6 pp.
- Mugica-Valdés, L., D. Denis-Ávila, M. Acosta-Cruz, A. Jiménez-Reyes y A. Rodríguez-Suárez. 2006. Aves acuáticas en los humedales de Cuba. Editorial Científico-Técnica. Cuba, 193pp.
- Oberle M. W. 2000. Puerto Rico's birds in photographs. Second edition. Editorial Humanitas, San Juan de Puerto Rico, 129 pp.
- Pierce, R. J. 1986. Foraging responses of stilts (*Himantopus* spp.: Aves) to changes in behaviour and abundance of their riverbed prey. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 20: 17-28.
- Raffaele, H. A. 1989. A guide to the birds of Puerto Rico and the Virgin Island. Revised edit. Princeton. 524pp.

- Rintoul, C., N. Warnock, G. W. Page y J. T. Hanson. 2003. Breeding status and habitat use of Black-Necked Stilts and Avocets in South San Francisco Bay. *Western Birds* 34(1): 2-13
- Rivera, O. y L. Mojica. 1981. Pájaros notables de Puerto Rico. Editorial Universitaria, San Juan de Puerto Rico. 164 pp.
- Robinson, J. A., J. M. Reed, J. P. Skorupa, y L. W. Oring. 1999. Black-necked Stilt (*Himantopus mexicanus*). *The Birds of North America*, No. 449 (A. Poole and F. Gill eds.). The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Sanders, M. 1999. Effect of change in water level on numbers of black stilts (*Himantopus novaeseelandiae*) using deltas of Lake Benmore. *New Zealand Journal of Zoology*. 26:155-163.
- Serrano, P. y J. Cabot. 1983. Gastrolitos en cigüeñuela (*Himantopus himantopus*). *Doñana, Acta Vertebrata*, 10 (1): 71-76
- Serrano, P., J. Cabot, y J. Fernández-Haeger. (1983). Dieta de la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) en las salinas del estuario del Guadiana. *Doñana, Acta Vertebrata*, 10: 55-69.
- Tripp, K. J., y J. A. Collazo. 2003. Density and distribution of water boatmen and brine shrimp at a major shorebird wintering area in Puerto Rico. *Wetlands Ecology and Management* 11: 331-341.
- Ventosa-Febles, E. A., M. Camacho Rodríguez, J. L. Chabert Llompart, J. Sustache y D. Dávila Casanova. 2005. Puerto Rico Critical Wildlife Areas. Department of Natural and Environmental Resources. Bureau of Fish and Wildlife, Terrestrial Resource Division. San Juan, Puerto Rico.
- Warnock, N. 2005. Synthesis of scientific knowledge for managing salt ponds to protect bird populations. South bay salt pond restoration project. Draft Final Report
- Western Regional Climate Center. 2008. WRCC Weather Information. RAWS sites <http://www.wrcc.dri.edu/wraws/pr.html>

## Apendice A. Prueba de diversidad Shannon-Weiner

### A.1 Área A

PRIMER 7/4/2008  
DIVERSE AREA A  
Univariate Diversity indices

#### Worksheet

Sample selection: All  
Variable selection: All

Sample #	S	N	d	J'	H' (loge)	1-Lambda'
5		14793	0.4166	0.2734	0.44	0.208

### A.2 Área B

PRIMER 7/4/2008  
Diverse Area B  
Univariate Diversity indices

#### Worksheet

Sample selection: All  
Variable selection: All

Sample #	S	N	d	J'	H' (loge)	1-Lambda'
5		7357	0.4493	0.3622	0.583	0.2842

### A.3 Área F

PRIMER 7/4/2008  
DIVERSE AREA F  
Univariate Diversity indices

#### Worksheet

Sample selection: All  
Variable selection: All

Sample #	S	N	d	J'	H' (loge)	1-Lambda'
6		808	0.7469	0.606	1.086	0.583

## Apendice B. Anova no Paramétrico: Kruskal-Wallis para presas potenciales limnéticas

### B.1 Área A

#### ANOVA Table for Density by Month

Analysis of Variance

Source Value	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-
Between groups	57.8304	7	8.26148	0.94	0.4912
Within groups	281.722	32	8.80382		
Total (Corr.)	339.553	39			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Density into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 0.938397, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean Density from one level of Month to another at the 95.0% confidence level.

#### Kruskal-Wallis Test for Density by Month

Month	Sample Size	Average Rank
Dic	5	25.2
Ene	5	27.5
Feb	5	27.3
Jul	5	14.3
Mar	5	23.6
Nov	5	22.1
Oct	5	12.6
Sep	5	11.4

Test statistic = 12.2648 P-Value = 0.0921817

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Density within each of the 8 levels of Month are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then computed for the data at each level. Since the P-value is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level.

## B.2 Área B

### ANOVA Table for Density by Month

Analysis of Variance

Source Value	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-
Between groups	6.43778	7	0.919682	0.90	0.5218
Within groups	32.8667	32	1.02708		
Total (Corr.)	39.3044	39			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Density into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 0.895431, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean Density from one level of Month to another at the 95.0% confidence level.

### Kruskal-Wallis Test for Density by Month

Month	Sample Size	Average Rank
Dic	5	25.7
Ene	5	26.8
Feb	5	26.1
Jul	5	13.5
Mar	5	25.3
Nov	5	21.6
Oct	5	14.2
Sep	5	10.8

Test statistic = 11.7912    P-Value = 0.107638

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Density within each of the 8 levels of Month are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then computed for the data at each level. Since the P-value is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level.

### B.3 Área F

#### Kruskal-Wallis Test for Density by Month

Month	Sample Size	Average Rank
Dic	6	32.25
Ene	6	34.9167
Feb	6	27.9167
Jul	6	24.4167
Mar	6	27.5
Nov	6	22.9167
Oct	6	14.0833
Sep	6	12.0

Test statistic = 15.7178    P-Value = 0.0278232

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Density within each of the 8 levels of Month are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then computed for the data at each level. Since the P-value is less than 0.05, there is a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level. To determine which medians are significantly different from which others, select Box-and-Whisker Plot from the list of Graphical Options and select the median notch option.

#### Multiple Range Tests for Density by Month

Method: 95.0 percent LSD

Meses	Count	Mean	Homogeneous Groups
Sep	6	0.0	X
Oct	6	0.000166667	X
Ene	6	0.0286667	XX
Dic	6	0.032	XX
Jul	6	0.037	XX
Mar	6	0.047	XX
Nov	6	0.0566667	XX
Feb	6	0.263333	X

Contrast	Difference	+/- Limits
Dic - Ene	0.00333333	0.244593
Dic - Feb	-0.231333	0.244593
Dic - Jul	-0.005	0.244593
Dic - Mar	-0.015	0.244593
Dic - Nov	-0.0246667	0.244593
Dic - Oct	0.0318333	0.244593
Dic - Sep	0.032	0.244593
Ene - Feb	-0.234667	0.244593
Ene - Jul	-0.00833333	0.244593
Ene - Mar	-0.0183333	0.244593
Ene - Nov	-0.028	0.244593
Ene - Oct	0.0285	0.244593
Ene - Sep	0.0286667	0.244593
Feb - Jul	0.226333	0.244593
Feb - Mar	0.216333	0.244593
Feb - Nov	0.206667	0.244593
Feb - Oct	*0.263167	0.244593
Feb - Sep	*0.263333	0.244593
Jul - Mar	-0.01	0.244593
Jul - Nov	-0.0196667	0.244593
Jul - Oct	0.0368333	0.244593
Jul - Sep	0.037	0.244593
Mar - Nov	-0.00966667	0.244593
Mar - Oct	0.0468333	0.244593
Mar - Sep	0.047	0.244593
Nov - Oct	0.0565	0.244593
Nov - Sep	0.0566667	0.244593
Oct - Sep	0.000166667	0.244593

\* denotes a statistically significant difference.

### The StatAdvisor

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 2 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95.0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Fisher's least significant difference (LSD) procedure. With this method, there is a 5.0% risk of calling each pair of means significantly different when the actual difference equals 0.

## Apendice C. Anova no paramétrico: Kruskal-Wallis para presas potenciales asociadas al sedimento

### C.1 Área a

#### ANOVA Table for Densidad by Meses

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	2.56203E6	7	366005.0	1.39	0.3263
Within groups	2.10993E6	8	263741.0		
Total (Corr.)	4.67196E6	15			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Densidad into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1.38774, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean Densidad from one level of Meses to another at the 95.0% confidence level.

#### Kruskal-Wallis Test for Densidad by Meses

Meses	Sample Size	Average Rank
Dic	2	13.0
Ene	2	13.0
Feb	2	12.5
Jul	2	3.5
Mar	2	8.25
Nov	2	9.0
Oct	2	5.25
Sep	2	3.5

Test statistic = 10.9186 P-Value = 0.142209

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Densidad within each of the 8 levels of Meses are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then computed for the data at each level. Since the P-value is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level.

## C.2 Área B

### ANOVA Table for Densidad by Meses

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	5.45601E6	7	779430.0	1.68	0.1847
Within groups	7.42884E6	16	464303.0		
Total (Corr.)	1.28849E7	23			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Densidad into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 1.67871, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean Densidad from one level of Meses to another at the 95.0% confidence level.

### Kruskal-Wallis Test for Densidad by Meses

Meses	Sample Size	Average Rank
Dic	3	17.1667
Ene	3	20.3333
Feb	3	14.5
Jul	3	7.5
Mar	3	11.3333
Nov	3	14.1667
Oct	3	7.5
Sep	3	7.5

Test statistic = 12.437    P-Value = 0.0870721

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Densidad within each of the 8 levels of Meses are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then computed for the data at each level. Since the P-value is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level.

### C.3 Área F

#### ANOVA Table for Densidad by Meses

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	1.90305E6	7	271865.0	0.93	0.4997
Within groups	6.99384E6	24	291410.0		
Total (Corr.)	8.89689E6	31			

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variance of Densidad into two components: a between-group component and a within-group component. The F-ratio, which in this case equals 0.932928, is a ratio of the between-group estimate to the within-group estimate. Since the P-value of the F-test is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference between the mean Densidad from one level of Meses to another at the 95.0% confidence level.

#### Kruskal-Wallis Test for Densidad by Meses

Meses	Sample Size	Average Rank
Dic	4	26.25
Ene	4	20.25
Feb	4	14.25
Jul	4	13.25
Mar	4	12.25
Nov	4	17.0
Oct	4	15.25
Sep	4	13.5

Test statistic = 8.22517 P-Value = 0.313158

The StatAdvisor

The Kruskal-Wallis test tests the null hypothesis that the medians of Densidad within each of the 8 levels of Meses are the same. The data from all the levels is first combined and ranked from smallest to largest. The average rank is then

computed for the data at each level. Since the P-value is greater than or equal to 0.05, there is not a statistically significant difference amongst the medians at the 95.0% confidence level.

## Apéndice D. Anova a dos vías entre la frecuencia de picotazos con respecto a los meses y a la distancia de forrajeo

Analysis of Variance for # Picotazos - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Mes	3098.26	6	516.377	21.16	0.0000
B:Distancia m	1041.75	13	80.1347	3.28	0.0134
RESIDUAL	390.407	16	24.4004		
TOTAL (CORRECTED)	7497.56	35			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

The StatAdvisor

The ANOVA table decomposes the variability of # Picotazos into contributions due to various factors. Since Type III sums of squares (the default) have been chosen, the contribution of each factor is measured having removed the effects of all other factors. The P-values test the statistical significance of each of the factors. Since 2 P-values are less than 0.05, these factors have a statistically significant effect on # Picotazos at the 95.0% confidence level.

## Test de Rangos Múltiples para número de picotazos por mes.

Method: 95.0 percent Tukey HSD

Mes	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
Jul	4	2.10132	4.94885	X
Mar	3	12.3782	3.7272	X
Ene	7	14.3008	2.37189	X
Oct	5	15.0381	5.21806	X
Feb	8	15.2247	2.38727	X
Sep	3	20.5127	4.20526	X
Dic	6	48.4858	2.86219	X

Contrast	Difference	+/- Limits
Dic - Ene	*34.185	11.8712
Dic - Feb	*33.2612	11.6872
Dic - Jul	*46.3845	21.1848
Dic - Mar	*36.1076	14.871
Dic - Oct	*33.4477	22.7648
Dic - Sep	*27.9731	17.9886
Ene - Feb	-0.923885	9.31256
Ene - Jul	12.1995	19.8644
Ene - Mar	1.92257	14.3516
Ene - Oct	-0.737314	19.8112
Ene - Sep	-6.21194	15.106
Feb - Jul	13.1234	19.1983
Feb - Mar	2.84646	13.5753
Feb - Oct	0.18657	21.2203
Feb - Sep	-5.28806	15.106
Jul - Mar	-10.2769	19.8097
Jul - Oct	-12.9368	27.718
Jul - Sep	-18.4114	23.7995
Mar - Oct	-2.65989	24.0912
Mar - Sep	-8.13451	19.4925
Oct - Sep	-5.47463	21.646

\* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

-----

This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 6 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95.0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Tukey's honestly significant difference (HSD) procedure. With this method, there is a 5.0% risk of calling one or more pairs significantly different when their actual difference equals 0. NOTE: the intervals are not exact since the number of observations at each level is not the same. You might consider using the Bonferroni procedure instead.

### Test de Rangos Múltiples para número de picotazos por distancia (m).

Method: 95.0 percent Tukey HSD

Distancia m	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	2	8.35964	4.1861	X
5	3	9.95457	3.28848	X
12	3	10.6212	3.28848	X
6	1	11.8058	5.78929	XX
15	3	12.2879	3.28848	X
7	3	12.5416	3.84272	X
18	1	13.8058	5.78929	XX
10	4	16.2536	3.04471	X
8	3	16.375	3.35868	X
2	1	18.1904	6.93339	XX
1	2	19.1904	5.9893	XX
0	6	22.1904	2.49853	XX
20	2	38.2536	6.23693	XX
25	2	46.2536	6.23693	X

Contrast	Difference	+/- Limits
0 - 1	3.0	23.589
0 - 2	4.0	27.2382
0 - 3	13.8307	17.5128
0 - 5	12.2358	15.5704
0 - 6	10.3845	24.5893
0 - 7	9.64873	18.9375
0 - 8	5.8154	15.3289
0 - 10	5.93679	17.1216
0 - 12	11.5691	15.5704
0 - 15	9.90245	15.5704
0 - 18	8.38451	24.5893
0 - 20	-16.0632	29.1477
0 - 25	-24.0632	29.1477
1 - 2	1.0	23.589
1 - 3	10.8307	29.3792
1 - 5	9.23578	28.2644
1 - 6	7.38451	34.0746
1 - 7	6.64873	30.2501
1 - 8	2.8154	28.1321
1 - 10	2.93679	29.1477
1 - 12	8.56912	28.2644
1 - 15	6.90245	28.2644
1 - 18	5.38451	34.0746
1 - 20	-19.0632	37.4971
1 - 25	-27.0632	37.4971
2 - 3	9.83071	32.3824
2 - 5	8.23578	31.3745
2 - 6	6.38451	36.6954
2 - 7	5.64873	33.1745
2 - 8	1.8154	31.2553
2 - 10	1.93679	32.1725

2 - 12	7.56912	31.3745
2 - 15	5.90245	31.3745
2 - 18	4.38451	36.6954
2 - 20	-20.0632	39.8937
2 - 25	-28.0632	39.8937
3 - 5	-1.59493	19.4865
3 - 6	-3.44619	25.1182
3 - 7	-4.18198	23.5442
3 - 8	-8.01531	20.7528
3 - 10	-7.89392	21.9109
3 - 12	-2.26159	19.4865
3 - 15	-3.92826	19.4865
3 - 18	-5.44619	25.1182
3 - 20	-29.8939	32.1952
3 - 25	*-37.8939	32.1952
5 - 6	-1.85127	23.7638
5 - 7	-2.58705	19.784
5 - 8	-6.42038	16.3632
5 - 10	-6.29899	17.5891
5 - 12	-0.666667	15.726
5 - 15	-2.33333	15.726
5 - 18	-3.85127	23.7638
5 - 20	-28.299	29.4248
5 - 25	*-36.299	29.4248
6 - 7	-0.735783	27.8975
6 - 8	-4.56912	25.5855
6 - 10	-4.44773	26.4232
6 - 12	1.1846	23.7638
6 - 15	-0.482065	23.7638
6 - 18	-2.0	27.2382
6 - 20	-26.4477	35.4207
6 - 25	-34.4477	35.4207
7 - 8	-3.83333	19.2603
7 - 10	-3.71194	17.5337
7 - 12	1.92038	19.784
7 - 15	0.253718	19.784
7 - 18	-1.26422	27.8975
7 - 20	-25.7119	29.3917
7 - 25	*-33.7119	29.3917
8 - 10	0.121391	17.5337
8 - 12	5.75372	16.3632
8 - 15	4.08705	16.3632
8 - 18	2.56912	25.5855
8 - 20	-21.8786	29.3917
8 - 25	*-29.8786	29.3917
10 - 12	5.63233	17.5891
10 - 15	3.96566	17.5891
10 - 18	2.44773	26.4232
10 - 20	-22.0	23.589
10 - 25	*-30.0	23.589
12 - 15	-1.66667	15.726
12 - 18	-3.1846	23.7638
12 - 20	-27.6323	29.4248
12 - 25	*-35.6323	29.4248

15 - 18	-1.51794	23.7638
15 - 20	-25.9657	29.4248
15 - 25	*-33.9657	29.4248
18 - 20	-24.4477	35.4207
18 - 25	-32.4477	35.4207
20 - 25	-8.0	19.2603

-----  
\* denotes a statistically significant difference.

The StatAdvisor

-----  
This table applies a multiple comparison procedure to determine which means are significantly different from which others. The bottom half of the output shows the estimated difference between each pair of means. An asterisk has been placed next to 7 pairs, indicating that these pairs show statistically significant differences at the 95.0% confidence level. At the top of the page, 2 homogenous groups are identified using columns of X's. Within each column, the levels containing X's form a group of means within which there are no statistically significant differences. The method currently being used to discriminate among the means is Tukey's honestly significant difference (HSD) procedure. With this method, there is a 5.0% risk of calling one or more pairs significantly different when their actual difference equals 0. NOTE: the intervals are not exact since the number of observations at each level is not the same. You might consider using the Bonferroni procedure instead.

**Apéndice E. Parámetros físico químicos y densidad de presas potenciales limnéticas en las áreas A, B y F.**

Área	Mes	Sal (%)	Prof. (cm)	Temp (°C)	Densidad de presas potenciales (Ind/L)					
					A. f	L. E	P.E	T	B	D
A	Jul	27.1	6.0	-	0.17	0.005	0	0	0	0
	Sep	29.3	2.0	-	0.01	0	0	0	0	0
	Oct	11.8	19.0	-	0.28	0	0	0	0	-0
	Nov	7.1	40.0	26.5	1.24	0.02	0.005	0.007	0	-0.01
	Dic	9.0	35.0	25.0	7.85	0.43	0.005	0.03	0	0
	Ene	13.3	20.0	23.2	3.75	0.96	0.03	0.3	0	0
	Feb	21.5	10.0	24.7	17.0	1.1	0.33	0	0.005	0
	Mar	26.0	11.6	25.5	0.30	0.32	0.22	0	0.005	0
B	Jul	22.2	8.0	-	0.06	0.003	0	0	0	0
	Sep	28.5	4.7	-	0.01	0	0	0	0	0
	Oct	11.8	13.5	-	0.1	0.008	0	0	0	0
	Nov	7.0	37.5	25.7	1.65	0.05	0.01	0.001	0	0
	Dic	9.1	29.0	24.9	2.62	0.4	0.01	0.06	0	0
	Ene	13.1	22.5	23.0	1.3	0.14	0.1	0.24	0	0
	Feb	20.3	15.3	24.0	5.66	0.55	0.14	0	0.002	0
	Mar	25.6	11.1	24.7	0.3	0.48	0.16	0	0.008	0
F	Jul	17.1	13.0	-	0.18	0.04	0.002	0	0	0
	Sep	23.5	5.0	-	0	0	0	0	0	0
	Oct	12.7	19.5	-	0	0	0	0.001	0	0
	Nov	6.8	33.0	28.0	0.33	0	0.009	0.001	0	0
	Dic	9.1	22.7	25.7	0.08	0.06	0.03	0.02	0	0.002
	Ene	13.7	11.7	24.7	0.05	0.03	0.01	0.02	0.002	0.06
	Feb	23.0	25.5	25.5	0.05	1.41	0.12	0	0	0
	Mar	10.0	13.2	28.0	0.24	0.03	0.01	0	0.002	0

A.f.: *Artemia franciscana*; L.E: larva de *Ephydra* spp.; P.E: pupa de *Ephydra* spp.; T: *Trichocorixa* spp.; B: *Berosus* sp., D: *Dasihelea* sp.