

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES  
SAN JUAN, PUERTO RICO**

**EVALUACIÓN DE LA LAGUNA PROVIDENCIA (GUÁNICA, PUERTO RICO)  
PARA ESTABLECER RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA AVES  
LIMÍCOLAS**

Requisito parcial para la obtención del  
Grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental  
en Conservación y Manejo de Recursos Naturales

José A. Vargas Santiago

11/ mayo/ 2011

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Rosa y Wilfredo,  
por su apoyo incondicional*

## **AGRADECIMIENTOS**

A las personas que me ayudaron a establecer los transectos: Alcides Morales y Carlos Cirilo; y los muestreos de campo: Sirena Montalvo y Wilfredo Vargas.

A mi comité de tesis: Edgardo González (MF) por la revisión del trabajo escrito y sus recomendaciones, Jaime Collazo (Ph.D) por sus comentarios al escrito y facilitarme equipo para la monitoria, Verónica Anadón (MS) por la revisión del manuscrito y Robert Mayer (Ph.D) por ayudarme con la revisión del escrito y el análisis de datos, y prestarme equipo de campo.

A Sirena Montalvo Katz por su constante apoyo, ayuda en la corrección del documento y el muestreo de campo; y a sus padres Phyllis Katz y José Montalvo.

A Miguel Canals del Bosque Seco de Guánica por su apoyo en este proyecto. Al Comité Caborrojeños Pro Salud y Ambiente por darme el espacio en el trabajo para poder completar esta investigación. Walter Ramírez y Norma Acosta por abrir las puertas de su hogar para colaborar conmigo en lo que necesitase. (Apartamentos Don Paco ubicados en Ensenada, Guánica, Puerto Rico). A mis compañeros de estudio, especialmente a Daihanés Torres por su constante apoyo. A Misael Pérez por su ayuda técnica.

A la Escuela de Asuntos Ambientales: Dr. Carlos M. Padín por su consejería, ayuda y por estar siempre pendiente de mi trabajo; a Alex Rodríguez por estar pendiente de cumplir con los requisitos del programa de maestría.

Y finalmente, a mis padres, por todo el apoyo para que pudiera terminar este trabajo y a quienes les dedico esta aventura de aprendizaje.

## **TABLA DE CONTENIDO**

LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE APÉNDICES.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
CAPÍTULO I:	
INTRODUCCIÓN.....	1-7
Trasfondo del problema.....	1-2
Problema de estudio.....	3-4
Justificación del estudio.....	5-6
Pregunta de investigación o hipótesis.....	7
Meta y objetivos.....	7
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....	8-14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	15-17
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18-20
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21-26

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presencia de invertebrados por día de muestreo y % total.....	32
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del suroeste de Puerto Rico.....	34
Figura 2. Mapa del área de estudio.....	35
Figura 3. Mapa del área de estudio con los transectos.....	35
Figura 4. Mapa de batimetría de la laguna.....	36
Figura 5. Mapa de batimetría de los cristalizadores.....	36
Figura 6. Mapa de batimetría de la laguna a -5cm.....	37
Figura 7. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -5cm.....	37
Figura 8. Mapa de batimetría de la laguna a -10cm.....	38
Figura 9. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -10cm.....	38
Figura 10. Mapa de batimetría de la laguna a -15cm.....	39
Figura 11. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -15cm.....	39
Figura 12. Gráfica de profundidad de la laguna.....	40
Figura 13. Gráfica de profundidad de los cristalizadores.....	40
Figura 14. Gráfica de salinidad de la laguna.....	41
Figura 15. Gráfica de salinidad de los cristalizadores.....	41
Figura 16. Por ciento de macro invertebrados.....	42

## LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Datos de salinidad de la laguna Providencia y los cristalizadores por punto de muestreo.....	44-46
Apéndice 2. Datos de profundidad de la laguna Providencia y los cristalizadores por punto de muestreo.....	47-49
Apéndice 3. Datos sobre presencia de macroinvertebrados por punto de muestreo.....	50-52



## RESUMEN

Uno de los ecosistemas más importantes para el anidaje de aves limícolas (chorlos y playeros) en Puerto Rico son las lagunas hipersalinas localizadas en el suroeste de la isla. Actualmente no existe un plan de manejo, y es muy necesario, para proteger los diferentes componentes bióticos y abióticos de este valioso sistema natural. La disponibilidad de alimento y áreas de anidaje determinan el éxito reproductivo de las aves. El objetivo de esta investigación fue establecer recomendaciones de manejo, tanto biológica como hidrológica, para la laguna Providencia en Guánica. Establecimos ocho transectos con puntos de muestreo separados entre sí por 40m, cuatro en el área de la Laguna principal y cuatro en el área de los cristalizadores. Durante tres meses se monitoreó la profundidad, salinidad y disponibilidad de alimento (invertebrados) en cada uno de los transectos. Utilizamos un tubo calibrado para medir profundidad. La salinidad fue medida utilizando un refractómetro. Además, evaluamos la presencia de macroinvertebrados como medida de la disponibilidad de alimento. Los resultados reflejan una relación inversamente proporcional entre profundidad y salinidad. Determinamos también que la profundidad y la salinidad de la laguna Providencia se encuentran a niveles demasiado altos para el forrajeo de aves limícolas, según estudios previos. Los niveles altos de salinidad encontrados desfavorecen la presencia de ciertos invertebrados que han sido identificados como dieta principal de los playeros. Basandonos en los resultados obtenidos establecimos recomendaciones de manejo con el fin de mejorar el hábitat para aves limícolas en términos de lugar de anidaje y disponibilidad de alimento para chorlos y playeros. Entre las recomendaciones principales están: la creación de una isla artificial en medio de la Laguna como área segura de anidaje, la disminución de los niveles de salinidad, el control de la profundidad de la Laguna y la importancia de realizar estudios futuros. La laguna Providencia de Guánica es solo un ejemplo de muchos ecosistemas existentes en Puerto Rico que no se están protegiendo ni manejando correctamente. Estudios como este procuran mejorar planes de manejos existentes y desarrollar planes de manejo que carecen actualmente.

## ABSTRACT

One of the most important ecosystems for nesting of migratory birds in Puerto Rico are the hypersaline lagoons located on the southwest coast of the island. Currently, there is no environmental management plan for this valuable natural system. Food availability and nesting areas determine the reproductive success of these birds. The goal of this work was to establish recommendations for the management of the Providencia lagoon, in Guánica. We established eight transects with monitoring points separated by 40m each other, four in the area of the principal lagoon and four in the salt crystallization pools. Depth, salinity and food availability (for birds) were monitored at each transect. A calibrated tube was used to measure depth and salinity was measured using a refractometer. In addition, presence of macro-invertebrates was monitored as a measure of food availability. An inversely proportional relationship between the depth and the salinity was observed. It was also determined that the depth and salinity levels of the Laguna Providencia are too high for foraging birds, as previous studies showed. The high salinity of the waters is unfavorable for the presence of certain invertebrates that have been identified as the principal diet of shorebirds and plovers. Based on the results obtained, some recommendations for management were made, with the goal of improving the habitat for migratory birds in terms of nesting areas and food availability. Among the principal recommendations presented after this study were the creation of an artificial island in the center of the lagoon as a safe and sure nesting area, lowering the levels of salinity, controlling the depth level of the lagoon and recommending further investigations. The Laguna Providencia in Guánica is just an example of many existing ecosystems in Puerto Rico that are not being protected or managed correctly. Studies like this one seek to improve and develop the management plans that they currently lack.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Trasfondo del problema

La laguna Providencia se encuentra en la parte sur de la isla de Puerto Rico (Figura 1), en las coordenadas de UTM (Universal Transverse Mercator) 19Q 0716573/1985025 (latitud 17° 56' N longitud 66° 57' O), específicamente en el municipio de Guánica. Estas salinas fueron adquiridas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) e incluidas al Refugio del Bosque Seco de Guánica. Las salinas fueron áreas utilizadas desde el siglo 14 como una industria de explotación de sal. Actualmente, estas áreas abandonadas no han sido evaluadas con propósitos de manejo. Sólo las salinas de Cabo Rojo, actualmente parte de los Refugios Nacionales del Servicio de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés), están activas como áreas de producción de sal y son un hábitat importante en Puerto Rico y el Caribe para los playeros y otras aves migratorias (Collazo, Harrington, Gear & Colón, 1995). También es un lugar significativo para fauna residente y endémica proveyendo refugio, así como también lugar de forrajeo y dormitorios para numerosas especies de aves. Este refugio recientemente ha obtenido la designación del primer lugar en el Caribe de importancia regional en la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras, la primera designación de este tipo que se le hace a una reserva en el Caribe. Las salinas de Cabo Rojo albergan 5.3% (80 individuos) de la población mundial del chorlo blanco (*Charadrius alexandrinus tenuirostris*) y el 2.5% (151 individuos) de la población mundial del chorlo marítimo (*Charadrius wilsonia*) ([www.whsrn.org](http://www.whsrn.org)). Según Broche (2006) y Grear (1992),

las presas más abundantes dentro del ecosistema de las lagunas son (*Trichocorix*) Hemiptera, (*Ephydra gracilis*) Diptera y (*Artemia franciscana*) Anostraca. Estos macroinvertebrados son importantes como fuente de energía que hace posible las migraciones de estos organismos que provienen del Ártico Canadiense y de los Estados Unidos. La falta de información base de niveles óptimos de salinidad y profundidad de las lagunas y cristalizadores, así como la disponibilidad de alimento para aves, me ha llevado a evaluar el sistema de la Laguna Providencia y ver su dinámica para recomendar un manejo más enfocado a un hábitculo de aves limícolas migratorias y las nidificantes.

El área, en general, de las salinas y sus lagunas hipersalinas es un hábitculo importante para especies de organismos halotolerantes que son la dieta principal de los chorlos y playeros. Además, durante primavera y verano es lugar de anidaje de las aves residentes de chorlos (*Charadrius alexandrinus tenuirostris*, *Charadrius wilsonia*); viuda (*Himantopus mexicanus*) y la gaviota chica (*Sternula antillarum*). Por otra parte, las presiones de desarrollo costero, el incremento en la visitación al área, las actividades humanas y la huella ecológica son parte de los factores que afectan estos importantes hábitculos para la flora y la fauna que allí está establecida. Además, el área ha sufrido una presión de expansión urbana rodeando el sistema con estructuras residenciales y un potrero establecido justo dentro de la reserva. Estudiando este ecosistema se podrán establecer recomendaciones de manejo y futuras investigaciones con el fin de que sea un hábitculo importante para las aves limícolas.

## **Problema de estudio**

Debido a que muchos de los hábitats naturales para los playeros están amenazados por disturbios antropogénicos, es importante identificar humedales como alternativas al descenso de hábitat naturales (Masero, 2003). En muchos sistemas acuáticos las aves limícolas son los consumidores superiores de la cadena alimentaria, a la vez que en las últimas décadas sus lugares de anidaje se han degradado (Erwin, 1996). Lugares como las salinas de Cabo Rojo reciben hasta 28 especies (incluyendo playeros y chorlos) de aves residentes y migratorias (Collazo, 1995). Su calidad está íntimamente relacionada a la disponibilidad de presas, así como las presas necesarias para cumplir con los requerimientos energéticos (Tripp, 2003). Según Myers (2003), el valor de las paradas migratorias y los lugares de invernar están íntimamente relacionados con la localización de su presa. Es por eso que, a pesar de que existen lugares tan importantes como estos, se deben evaluar sistemas naturales similares para observar la dinámica que ocurre en ellos.

La laguna Providencia (Figura 2) es un humedal costero que no ha sido estudiado. No se ha evaluado la disponibilidad de presa, las fluctuaciones de salinidad ni profundidad, entre otros parámetros. El buen estado de esta laguna es de suma importancia para poder cumplir con los requerimientos energéticos de la avifauna que allí habita. Ésta actualmente no cuenta con un plan de manejo. Según Huettmann y Czech (2006), el hábitat de los playeros y chorlos presenta un complejo ambiente de manejo y administración debido a que la calidad de los hábitats es afectada por procesos ecológicos y económicos que incluyen el clima, la hidrología y la producción y consumo de bienes y servicios. Además que, al abandonarse la extracción de sal en el lugar, no se sabe nada sobre los gradientes de salinidad, ni de la profundidad en la laguna Providencia. Los

cambios en la abundancia de invertebrados coinciden con las fluctuaciones naturales de salinidad (Gear, 1992; Mayer-Arzuaga, 2004). Se ha encontrado una relación directa entre la densidad del insecto conocido con el nombre común de *water-boatmen* (remero) y la salinidad (Gear, 1992; Tripp et. al., 2003). Este insecto acuático es la dieta principal de las aves limícolas incluyendo las familias: *Charadriidae*, *Laridae* y *Recurvirostridae* (Raffaele, 1989; BirdLife International, 2009) en las Salinas de Cabo Rojo (Grover & Knopf, 1982) junto con la *A. franciscana*. Las condiciones actuales del sistema de la laguna Providencia pueden estar sufriendo presiones adicionales por los cambios en los usos de terrenos en la periferia de ésta.

La monitoría juega un papel central en el manejo de la vida silvestre porque se maneja un sistema dinámico y variable (Lyons, 2008). Según establece Lyons (2008) que, una toma de decisiones estructurada provee métodos para analizar primeramente e integrar todos los componentes. Es por eso que muchas personas se están enfocando en el manejo adaptativo (Williams, Szaro & Shapiro, 2009). Este tipo de manejo esta designado para, específicamente, trabajar con las incertidumbres que caracterizan muchos de los problemas en la conservación biológica (Nichols & Williams, 2006). Este trabajo de investigación pretende establecer recomendaciones de manejo que puedan ayudar, mediante una evaluación de la salinidad, la profundidad y la disponibilidad de alimento, a mejorar el ecosistema. Además, para que sea un lugar de parada para aves de migración y área de anidaje para las aves limícolas residentes.

## **Justificación del estudio**

Con el propósito de establecer recomendaciones de manejo se debe monitorear la salinidad, la profundidad de la laguna y cristalizadores y la disponibilidad de alimento en la laguna Providencia de Guánica (Figura 2). Puede ser que esta Laguna le sirva de resguardo, área de alimentación y de descanso a aves migratorias y como área de anidaje para aves residentes. Para lograr esta meta se estará monitoreando dicha Laguna, tanto la batimetría y la salinidad, así como la disponibilidad de presas. Sin esta información base las agencias pertinentes no podrán establecer un manejo integrado con el fin de armonizar su uso como un hábitat ecológico importante.

Lagunas como la de las salinas de Cabo Rojo reciben, por lo menos, hasta 118 especies de aves terrestres y acuáticas anualmente. Según Lee (1989), en las salinas se encuentra la única población reproductiva del chorlo blanco (*Charadrius alexandrinus tenuirostris*) al este del Caribe. Esta información es confirmada por Küpper & Morales (2009) donde encontraron tres nidos activos en el área de la Laguna Fraternidad. Las salinas de Cabo Rojo sirven además como área de anidaje para aves neotropicales como el querequequé (*Chordeiles gundlachi*) y la gaviota chica o charrancito (*Sternula antillarum*) Acogen también aves limícolas nidificantes como el chorlo marítimo (*Charadrius wilsonia*) y la viuda (*Himantopus mexicanus*). Es debido al potencial que representa la laguna Providencia, surge la necesidad de saber cuál es la dinámica entre salinidad, profundidad y disponibilidad de alimento de ese ecosistema.

Es la ausencia de un plan de manejo que hace que este necesario ecosistema se pueda degradar. Este sistema natural, de la laguna Providencia, requiere de información especializada para mantener un nivel de agua en relación a los niveles de salinidad. De

no poderse manejar este aspecto se estaría creando un desbalance que puede afectar la sustentabilidad del sistema y por tanto reduzca o elimine la fauna que depende del mismo. Según Collazo et al. (1995); Davis y Smith (1998) la comunidad de chorlos y playeros que forrajean en las salinas requieren una profundidad <8cm. Inclusive, los pequeños calidridos requieren que la profundidad del agua este entre 0 a 4cm para forrajear y son capaces de responder rápido a nuevos hábitats disponibles (Baker, 1979; Collazo et al., 2002; Davis y Smith, 1998; Rundle y Fredrickson, 1981; Webber y Haig, 1996).

La salinidad juega un papel importante en la disponibilidad de presa. Las fluctuaciones de salinidad varían inversamente con la profundidad del agua (Broche, 2006). Según Tripp y Collazo (2003), la salinidad <65 ppt (partes por mil o ppt, por sus siglas en inglés) reúne los requerimientos para la eclosión y la supervivencia de las presas necesarias para los chorlos y playeros. Es por eso que, se requiere un estudio batimétrico y de salinidad de la Laguna hipersalina con el fin de establecer recomendaciones para la creación de un plan de manejo. Estas recomendaciones de manejo se enfocarán en la manera de mejorar el área que actualmente ocupan las aves nidificantes y así poder mejorar su éxito reproductivo.



## **Preguntas de investigación**

1. ¿Cuál es la batimetría de la laguna Providencia?
2. ¿Cómo afecta la profundidad a la salinidad?
3. ¿Cuáles la disponibilidad de presa con relación a la salinidad y profundidad?
4. ¿Cuáles recomendaciones de manejo se pueden establecer?

## **Meta**

La meta es evaluar la profundidad en la laguna Providencia mediante un análisis batimétrico, de salinidad y presas disponibles para establecer recomendaciones de manejo.

## **Objetivos**

1. Medir la profundidad en la laguna Providencia para establecer su batimetría.
2. Medir la salinidad para determinar las fluctuaciones del gradiente.
3. Evaluar la disponibilidad de las especies que sirven como presas a la avifauna.
4. Establecer recomendaciones para un manejo adaptativo.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Trasfondo histórico**

La laguna Providencia en Guánica (Figura 2), fue utilizada por siglos para la industria de la sal. Durante ese tiempo no hubo regulaciones que armonizaran la parte ecológica del lugar junto a su parte económica y la cual no cuenta con un plan de manejo. Además, las presiones de desarrollo urbano costero, el turismo y el establecimiento de un potrero en las inmediaciones han creado una presión al recurso. La laguna Providencia fue adquirida bajo una resolución de expropiación del 5 de noviembre de 2004 con una compensación establecida \$958,675.00 según fuera presentada en el Centro Judicial de San Juan por parte del DRNA, el área de las salinas de Guánica.

Según Masero (2003) los hábitats intermareales o humedales costeros están entre los más productivos del mundo, al igual están entre los más amenazados debido al desarrollo costero. También establece que la pérdida de estos hábitats tiene una gran implicación en muchas aves limícolas migratorias. Es por esto que es importante conocer el funcionamiento y la dinámica que tiene este ecosistema valioso para poder ser mejorado. Es en este estudio, Masero (2003), concluye que los hábitats intermareales son un lugar de forrajeo importante para especies limícolas migratorias. En estos ecosistemas se utilizaron las Lagunas hipersalinas para llenar los cuajadero o cristalizadores para la industria salinera. Son los cristalizadores, donde se obtiene sal mediante la evaporación de agua del mar, usados por playeros alrededor del mundo como

áreas de reproducción, alimentación y refugio. (Perez-Hurtado, Goss-Custard & Garcia, 1997).

Por medio de este estudio se sentarán las bases, con los datos recopilados, para establecer recomendaciones de manejo integrado y así mejorar los recursos con el fin de manejar el habitáculo para aves residentes y migratorias.

### **Marco conceptual o teórico**

Los humedales son áreas transicionales entre los sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas o saturadas por aguas superficiales y subterráneas durante un período de tiempo suficiente para que ocurran cambios en el suelo permitiendo el crecimiento de vegetación hidrofítica (López-Feliciano, 1999). Es en estos sistemas acuáticos es que se encuentran las lagunas hipersalinas. Estas lagunas son un tipo de humedal costero o llano costero, caracterizadas por una alta salinidad debido a la alta evaporación, la baja precipitación, vegetación halófila y organismos extremófilos. Se conocen a su vez como lagunas intermareales debido a que están expuestos a los cambios diarios de las mareas. Muchas especies de chorlos y playeros dependen de áreas intermareales costeras para su supervivencia, ya que se alimentan de invertebrados que tienden a estar disponibles con las marea baja (Masero, Pérez-González, Basade & Otero-Saaverdra, 1999). Según Connors (2008), muchos humedales costeros proveen áreas importantes de alimentación para las aves limícolas en la ruta del Pacífico. Es con la llegada de los españoles a la isla que se establecieron en los llanos costeros los cristalizadores. Estos cristalizadores son piscinas o charcas donde se estanca el agua proveniente de las lagunas hipersalinas para extraer la sal por medio de la evaporación. Son la salinidad y la batimetría las que determinan los organismos halófilos que están

adaptados a condiciones extremas, en este caso altas salinidades. Son algunos, de estos invertebrados, una fuente de alimento o presa para que aves de migración recupere su energía, al igual que las aves limícolas que nidifican en Puerto Rico.

### **Estudios de casos**

#### **Métodos utilizados para mejorar el éxito de anidaje de la gaviota chica y el chorlito blanco en salinas alcalinas, Refugio Nacional de Vida Silvestre de Salt Plains en Oklahoma (Grover & Knopf, 1982)**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar dos métodos de manejo para aumentar el éxito reproductivo de las especies en peligro de extinción *Sternula antillarum* y *Charadrius alexandrinus* en el Refugio Silvestre Nacional de Salt Plains en Oklahoma. Uno de los métodos utilizados fue la creación de montículos de sustrato existente diseñados para proveer un habitáculo elevado seguro de inundaciones extensas. Los materiales utilizados fueron grava y arena. El otro método fue establecer verjas electrificadas para el control de depredadores. Los resultados obtenidos no demuestran una reducción en pérdida de nidos por inundaciones. Igual la verja electrificada no redujeron significativamente la depredación anual. Pero los datos obtenidos, en combinación entre 1991-1994, muestran un aumento en el éxito de anidamiento significativamente alto para *Sternula antillarum* y ligeramente alto para *Charadrius alexandrinus* dentro de las verjas (Koenen, Utych & Leslie, 1996). Con estos resultados podemos concluir que la construcción de superficies artificiales hechas con sustratos del área es una alternativa a considerar para mejorar lugares de anidaje.

#### **Anidaje de la gaviota chica en hábitats artificiales y naturales en Georgia, USA (Krogh & Schweitzer, 1999)**

Aunque el incremento en el número de charrancitos (*Sternula antillarum*) que anidan en sustratos artificiales como techos, no se sabe el éxito de los jóvenes

volantones. Los datos obtenidos de este estudio demostraron que más del 70% de los charrancitos en Georgia anidan en los techos de edificios. También aproximadamente un 30% de éxito en la eclosión de las camadas de huevos (Krogh & Schweitzer, 1999). Este estudio demuestra que las aves están escogiendo áreas artificiales de anidaje debido a la degradación de hábitats naturales, disturbios antropogénicos y depredación. Muestra, además, una adaptación a lugares con altas temperaturas. Esta información demuestra que, creando superficies artificiales, se puede mejorar la disponibilidad de áreas de anidaje y a su vez reducir la depredación.

**Efecto de disturbios en el número de playeros, la pérdida de dormideros y su reemplazo por islas artificiales en Hartlepool, Cleveland (Burton, Evans, & Robinson, 1996)**

Los dormideros forman un componente importante del tiempo diario utilizado por las aves de migración, a veces siendo 50% o más de su tiempo. Este trabajo documentó el efecto en los playeros en la pérdida de dormideros por el desarrollo de “Hartlepool West Harbour” en Cleveland y el reemplazo por islas artificiales. Los resultados demostraron que las islas establecidas fueron, eventualmente, preferidas por los playeros. Observaron que el por ciento de disturbios disminuyó. Es importante que las islas provean refugio, por lo que la forma y orientación deben ser diseñadas para proteger las aves de los vientos (Burton, Evans & Robinson, 1996). Áreas artificiales creadas como refugio y dormideros de aves sirven, además, de áreas de anidaje para especies limícolas nidificantes.

## **Marco legal**

### **Ley Orgánica del DRNA ley número 23 del 20 de junio de 1972 según enmendada**

Esta ley crea al DRNA y la cual hace responsable a este departamento de implementar la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Es mediante los estudios científicos y sus recomendaciones de manejo, que se puede llevar la información al DRNA para establecer la política pública que debería tener cierta área protegida a favor de la mejor conservación de los hábitats importantes para los chorlos y playeros.

### **Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico ley número 241 del 15 de agosto de 1999**

Establece como propósito fundamental el proteger, conservar y fomentar las especies de vida silvestre, tanto nativas como migratorias, mediante la creación de leyes y el manejo de los recursos naturales. Esta ley es bien importante a la hora de establecer recomendaciones de manejo ya que este trabajo se enfoca en las aves limícolas nativas y migratorias y de cómo podemos manejar los recursos naturales para establecer mejores hábitats para la avifauna cercana a la laguna Providencia de Guánica, Puerto Rico.

### **Ley de Bosques de Puerto Rico ley número 133 del 1 de julio de 1975**

Tiene como una de sus políticas públicas forestales que el Gobierno se hará responsable de desarrollar y establecer medidas necesarias de conservación forestal y estimular la iniciativa privada hacia tales fines. Es debido al mal uso de las fincas aledañas a la reserva donde queda la laguna Providencia que se debe establecer medidas necesarias para no degradar este ecosistema. Establecer zonas de amortiguamiento contra

la erosión y sedimentación, al igual que restringir el uso de vehículos recreativos todo terreno que crean estas condiciones antes mencionadas.

### **Ley de Vigilantes de Recursos Naturales del DRNA ley número 1 del 27 de junio de 1977 y sus enmiendas**

Con esta ley se crea el cuerpo de vigilantes que tiene como algunas de sus responsabilidades: velar por la protección de nuestros recursos naturales y vigilar por la observación de las leyes y reglamentos que protegen el ambiente. Es debido a los malos usos de los terrenos cercanos a la laguna Providencia que se debe velar para que el cuerpo de vigilantes haga valer las leyes y reglamentos aplicables para la protección de este hábitat importante para la vida silvestre.

### **Ley de Política Ambiental Nacional (National Environmental Policy Act, NEPA)**

NEPA tiene como política básica asegurar que todas las ramas de gobierno den apropiada consideración a las prioridades ambientales para que no causen una acción mayor que pueda afectar el ambiente. Esta ley permite fiscalizar todas las ramas de gobierno para evitar alguna decisión que pueda afectar a corto y a largo plazo un desastre ambiental.

### **Ley de especies en peligro de extinción (Endangered Species Act)**

El propósito de la ley es conservar especies y su hábitat debido a su valor ecológico, educacional, histórico, recreativo, científico, etc. Protege la fauna y la flora en amenaza o en peligro de extinción. (López-Feliciano, 1999) Esta ley le da fuerza al trabajo que realizaré debido a que se enfoca en manejo de un área de alto valor ecológico para varias especies que están vulnerables en cuanto a disponibilidad de hábitat. La investigación permitirá establecer recomendaciones de manejo para balancear la importancia ecológica

de la laguna Providencia y la actividad económica que se genera por medio de las mismas.

**Ley de conservación de pesca y vida Silvestre (Fish and Wildlife Conservation Act, FWCA or Non Game Act)**

Autoriza financiamiento y asistencia técnica para el desarrollo, revisión e implementación de planes de conservación y programas para la pesca y la vida silvestre. Con los resultados de la investigación que estaremos llevando a cabo se podrán establecer recomendaciones de manejo de la laguna hipersalina que se incluyan en algún plan de manejo futuro.



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

Evaluamos la profundidad de la laguna Providencia para establecer un mapa batimétrico con el fin de adaptarlo a un plan de manejo. Establecimos puntos de muestreo donde medimos la salinidad para determinar el gradiente dominante de esta laguna. Se monitoreó la presencia de macro invertebrados en los puntos de muestreo con el fin de ver la disponibilidad de alimento (presa disponible) con el fin de compararla con la salinidad y la batimetría de la laguna. Con esta información estableceremos recomendaciones para un manejo adaptativo en la laguna hipersalina. El propósito es manejarlas para cumplir con los requerimientos de hábitat de forrajeo y área de anidaje para aves limícolas, tanto migratorias como residentes.

#### **Área de estudio**

La laguna Providencia de Guánica (Figura 2) se encuentra localizada en el sur de Puerto Rico (Figura1), 19Q 0716573/1985025 UTM (*Universal Transverse Mercator*) (latitud 17° 56' N longitud 66° 57' O, en el municipio de Guánica en el sector la Jungla. Está compuesta por una Laguna hipersalina y los cuajaderos (charcas de evaporación). El nivel de agua de la Laguna no es controlado por el ser humano, ni depende de los cambios de marea a través de una compuerta. El sistema no es manejado para la extracción de sal desde hace décadas y depende de los periodos de precipitación. El exceso de la evaporación sobre la precipitación es el factor dominante en este ambiente hipersalino, controlando así el nivel de agua (Kjerfve, 1996).

## **Objetivos**

1. Medir la profundidad en la laguna Providencia para establecer su batimetría.
2. Medir la salinidad para determinar las fluctuaciones del gradiente.
3. Evaluar la disponibilidad de las especies que sirven como presas a la avifauna.
4. Establecer recomendaciones para un manejo adaptativo.

## **Periodo de estudio**

Este estudio se realizó entre los meses de noviembre de 2010 a marzo de 2011. En dichos meses se monitoreó física y químicamente la laguna Providencia.

## **Metodología**

Para evaluar la profundidad, la salinidad y la disponibilidad de alimento de la laguna Providencia establecimos ocho transectos (Figura 3), cuatro en la laguna principal y cuatro en los cristalizadores. En cada transecto, y a una distancia de 40 metros de distancia el uno del otro, se establecieron puntos de muestreo para un total de 69 puntos en los 8 transectos. Establecimos los transectos utilizando un mapa aéreo (Google Earth) con el fin de muestrear áreas que queríamos representar en los mapas batimétricos de la laguna y los cristalizadores. Estos puntos fueron marcados con tubos PVC enterrados en el sustrato y donde se iba hacer referencia cada vez que se fue a monitorear. Tomamos en cada punto las coordenadas en UTM con un Sistema de Posición Geográfica (GPS, por sus siglas en inglés) (marca Garmin, modelo 60CSx). A finales del 2010 monitoreamos el área de estudio, una vez en noviembre y otra en diciembre. De enero a marzo, tomamos la muestra bisemanal dejando una semana de por medio. Documentamos las medidas de las profundidades, en unidades de centímetros, para cada

punto y las anotamos los datos en la libreta de campo. Estos datos fueron simulados en el programa Surfer8, según las instrucciones del tutorial, y establecimos los mapas batimétricos de la laguna y los cristalizadores. Corrimos el mapa de batimetría (Figura 4 y Figura 5) reduciendo la profundidad en intervalos de -5cm (Figura 6 y Figura 7), de -10cm (Figura 8 y Figura 9) y -15cm (Figura 10 y Figura 11). Con esto pretendimos proyectar cambios de profundidad en intervalos de 5cm hasta unos 15cm para predecir cuál sería la proyección a largo plazo.

Medimos la salinidad en cada punto utilizando un refractómetro de salinidad VEE GEE modelo STX-3 de 0-100. Anotamos las medidas de por ciento de salinidad en la libreta de campo para establecer el gradiente. Este muestreo lo realizamos entre los meses de noviembre de 2010 a marzo de 2011. Comparamos la batimetría y salinidad para evaluar los resultados luego de la temporada de mayor precipitación y durante el comienzo de la temporada seca.

Observamos en cada punto la presencia de macro invertebrados (*Artemia*, *Epphydra*, *Tricorixa*, entre otros) como la presa disponible. Las muestras se preservaron en frascos de cristal con alcohol para su futura identificación mediante fotografía. Analizamos los datos para determinar cuáles macro invertebrados predominan en el área de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las lagunas hipersalinas son hábitats importantes para las aves limícolas migratorias y residentes. La mayoría de estos sistemas no han sido evaluados con propósitos de manejo. Nuestro trabajo de investigación se enfoca en recopilar la información base para establecer recomendaciones de manejo y estudios futuros dirigidas a mejorar este sistema. A continuación los resultados obtenidos para cada objetivo de mi investigación:

#### **Medir la profundidad en la Laguna Providencia para establecer su batimetría**

Nuestro monitoreo de la profundidad se dio entre los meses de noviembre y diciembre de 2010, siendo la medida más alta de 141cm (Apéndice 2). Esto se dio debido a la alta precipitación reportada el año 2010 en todo Puerto Rico. Luego, a partir de enero, la profundidad fue disminuyendo gradualmente sin un amplio margen de centímetros (Tabla 1, Figura 4, Figura 5, Figura 12 y Figura 13). Probablemente estas profundidades afectan la posibilidad de alimentación de los chorlos, que requieren una profundidad <4cm (0-4cm) y playeros, que necesitan una profundidad entre 4-8cm ( $\leq 8$ cm). Se generaron mapas de batimetría (Figura 4 y Figura 5) reduciendo la profundidad en intervalos de -5cm (Figura 6 y Figura 7), de -10cm (Figura 8 y Figura 9) y -15cm (Figura 10 y Figura 11). Con esto se pretendió proyectar cambios de profundidad en intervalos de 5cm hasta unos 15cm. Esto nos sugiere que la laguna no es hábitat ideal para el forrajeo, ni para el anidaje de las aves limícolas. La profundidad en los cristalizadores es también mayor a 8cm ( $> 8$ cm) limitando el área de alimentación de

las aves limitándolas sólo ciertas orillas alrededor de los cristalizadores y de la laguna. Según Collazo et al. (1995) estas aves limícolas necesitan profundidades entre 0-4cm para los chorlos y playeros paticortos y 4-8cm los playeros. Al no ser manejadas por el ser humano, la laguna Providencia, éstas se exponen a las precipitaciones irregulares sin que nadie controle su profundidad. Este sistema sobrepasa por mucho las profundidades requeridas para las aves limícolas.

### **Medir la salinidad para determinar las fluctuaciones del gradiente**

Nuestro muestreo demuestra que la salinidad, tanto en la laguna como en los cristalizadores, es alta (un promedio aproximado de 88ppm) para el tipo de manejo para aves limícolas (Tabla 2, Figura13, Figura 14, Apéndice 1). Según Tripp y Collazo (1995) estas aves dependen de la disponibilidad de alimento para su éxito reproductivo, establecen también que la artemia (*A. franciscana*) necesita una salinidad  $\geq 106$ ppt y 60ppm para una reproducción vivípara a nivel de laboratorio (Mayers, 2004) y el remero o “water-boatmen” (*Trichocorixa spp.*)  $<65$ ppt. Con estos datos, la laguna Providencia no cumple con los requerimientos necesarios para que exista una población de remero estable que sirva como presa para las aves y sí para la *A. franciscana*.

### **Evaluar la disponibilidad de las especies que sirven como presas a la avifauna**

Las observaciones sobre la presencia de invertebrados (Tabla 1, Figura 16 y Apéndice 3) muestran que el desconocido #1 fue el más visto en los puntos de muestreo con un 54.4%. Aunque la *A. franciscana* tuvo un porcentaje de presencia de 52.6, la realidad es que con nuestras observaciones pudimos notar que es el invertebrado con mayor cantidad de individuos por área. Esto se relaciona con las medidas tomadas de salinidad y que mostraron estar altas si lo que queremos es favorecer a las aves limícolas.

Es por eso que en evaluaciones futuras, de otros ecosistemas similares, podemos utilizar este organismo como un bio-indicador de lugares hipersalinos. En cuanto a la *Ephydra sp.*, solo encontramos un 4.8% en los puntos muestreados. Sin embargo, en el área de las orillas de la laguna era frecuente observarlas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Concluimos que la laguna Providencia es un ecosistema con potencial de manejo a favor de las aves limícolas. Actualmente es utilizado por aves residentes para su anidaje y como área de forrajeo, y por algunas aves migratorias como parada media. Estas áreas de paradas intermedias son de vital importancia para el éxito de muchas especies de playeros ya que permiten que se recarguen con la cantidad de grasa que estos necesitan (Placyk & Harrington, 2004). Y con esto poder continuar su jornada hacia el norte o hacia el sur.

Antes de empezar cualquier manejo del área, recomendamos hacer censos de aves a largo plazo en la laguna Providencia. Con esto se pretende saber las especies y la cantidad de individuos por especie que frecuentan, forrajean o utilizan el ecosistema como anidaje. Esto ayudará, luego de comenzar su manejo, a ver el comportamiento del uso del lugar y comparar las observaciones con los datos obtenidos previos a su manejo.

A corto plazo, se podría establecer, mejorar y ampliar áreas de superficie y sus sustratos necesarios cerca del ojo de agua. Es ahí donde nuestros resultados dieron una salinidad más baja que el resto de los puntos muestreados. Aunque, habría que observar cuanto afectaría tener un área de anidaje y/o descanso cerca de un área de forrajeo. Es por eso que los censos periódicos de aves son bien importantes.

A largo plazo, recomendamos la creación de estructuras artificiales de anidaje y/o descanso y resguardo. La laguna podría manejarse como hábitat de gaviota chica o

charrancito (*Sternula antillarum*) creando una isla en medio de la laguna que facilite el anidaje de esta especie. Esta especie se encuentra en algunos países como amenazada y su subespecies como en peligro de extinción debido a la pérdida de hábitats (Kotliar & Burger, 1986). Se debe tomar en consideración, a la hora de establecer estas estructuras artificiales, el tipo de sustrato a utilizarse en dichas estructuras. También su orientación con relación a la dirección del viento y su topografía son de vital importancia a la hora de la creación de estas islas artificiales. Además podrían establecerse perchas para facilitar el reposo, de aves como *Sternula antillarum*, en la laguna. También, esta isla podrá ser utilizada por especies de chorlos y playeros (*Charadrius wilsonia e Himantopus mexicanus*) como anidaje en colonia mixta. Luego de establecerse la isla artificial recomendamos observaciones a largo plazo para determinar éxito reproductivo de las especies que la utilicen para anidar.

El DRNA tiene una propuesta para reabrir el antiguo canal (DRNA & FWS). Esto permitirá la entrada de agua fresca de mar que permitiendo la entrada de peces, que beneficiaría el águila pescadora o águila de mar (*Pandion haliaetus*). Esta ave depende de peces para su alimentación (piscívora) y este manejo favorecería también al charrancito. Con la apertura del canal la laguna debe ser monitoreada para ver el impacto que tendría en las poblaciones de *A. franciscana*. Aunque no se ha documentado que este crustáceo sea alimento preferido de los chorlos y playeros, lo cierto es que no se sabe de que se están alimentando estas aves en la laguna Providencia. Es por eso que un estudio de contenido estomacal podría considerarse para saber que dieta prefieren la avifauna presente en la laguna.



La salinidad juega un factor importante en este ecosistema. De ella depende la presencia de ciertos macro invertebrados vitales para las especies limícolas (Herbst 2006, Tripp & Collazo 2003). Es por eso que controlando los niveles de salinidad, por reflujos inter-mareal de agua fresca de mar, ayudaría a disminuir los niveles de salinidad en el complejo de la laguna Providencia. Según Mayer-Arzuaga (2004) la disminución de la salinidad en el sistema (usualmente por lluvia) trae como resultado la invasión intermitente de insectos acuáticos, como la Familia *Corixidae* (como el remero), que se han visto depredando la *A. franciscana*. (Esto favorecería a la población de remero en la Laguna, que se considera el alimento principal de algunos playeros (Cullen, 1994). Según Anderson (1970), encontró que la mosca de salmuera (*Ephydra* sp.) y el remero fueron alimentos significativos en los playeros muestreados en su estudio. La abundancia de presa como invertebrados es reconocida como determinante de la calidad de hábitat para playeros migratorios (Sherfy, Kirkpatrick & Richkus, 2000). Aunque, según Davis & Smith (2001), los playeros no seleccionan su presa basado en la calidad energética o nutricional de cada presa. Gran número de estas aves son encontradas en lagunas salinas, especialmente durante las migraciones y periodos de invierno. (Takekawa, Miles, Tsao-Melcer, Schoellhamer, Fregien & Athearn, 2009). Es durante las migraciones que las especies limícolas migratorias adoptan estrategias de forrajeo oportunista (Davis & Smith, 1998; Davis & Smith, 2001). La mayoría de estas aves atraviesan grandes distancias y muchas áreas ecológicas diferentes que es imposible que puedan mantener una dieta bien específica (Brooks, 1967). No pueden discriminar entre una presa provechosa de una no provechosa. Esto les permite arribar en buena condición de regreso a los lugares de anidaje (Davis & Smith, 1998). Es por esto que recomendamos

un estudio donde se determine que especies de invertebrados existentes en la salina Providencia son utilizados como presa. Las preferencias por una presa por parte de las aves de migración, puede y debe, ayudar a determinar políticas de manejo de agua en humedales de importancia para playeros (Rubega & Inouye, 1994). Con esta información podremos manejar mejor el ecosistema buscando una salinidad intermedia que favorezca la reproducción de la (*Artemia*) así como del remero (*Trichocorixa spp*), ya que se consideran dieta principal de estas aves.

Este tipo de manejo adaptativo es importante porque colocaría a la laguna Providencia como un hábitat alternativo para aves limícolas, y que actualmente no ofrece mucho más al no ser manejada. Controlando la salinidad junto con la profundidad se puede crear mayor disponibilidad de alimento para las aves limícolas. La salinidad se controlaría mediante la re-apertura del canal existente en las antiguas operaciones salineras. El flujo y reflujo mediante los cambios en la marea hará que la salinidad disminuya. La profundidad se manejaría mediante esclusas para controlar su nivel. Y junto con la creación de áreas de anidaje artificiales le darían una importancia a la laguna Providencia. Paton & Bachman (1996) propusieron como alternativa el utilizar estructuras de nidos artificiales como estrategia de manejo para atraer aves en lugares donde pueden ser mejor manejados. Con esta alternativa se podría ver como estas estructuras sirven para atraer más aves nidificantes a la laguna Providencia y, mediante el manejo adaptativo, recomendar un cambio de manejo de ser necesario. Finalmente, este estudio sirve de base para evaluar otros ecosistemas similares en Puerto Rico y manejarlos como alternativa de parada media para aves limícolas migratorias y como área de anidaje para los chorlos y playeros residentes nidificantes.

Luego de nuestro trabajo encontramos algunas limitaciones. Entre ellas, podríamos utilizar equipo más eficiente para los muestreos de salinidad y profundidad. Existen equipos que pueden medir varios parámetros al mismo tiempo (como los sensores de pH, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, entre otros). Se puede utilizar programas de computadoras para sobre poner las imágenes sobre los mapas de batimetría y salinidad. Se podría utilizar trabajos como el de Soler-López, Gómez-Gómez & Rodríguez-Martínez (2005) con el fin de obtener data más precisa. El tiempo disponible para el muestreo fué limitado. Para cada día dependíamos de por lo menos un acompañante lo cual requería una coordinación de personas disponibles para ayudarme durante las monitorias. A pesar que la laguna Providencia no es de gran extensión, lo cierto es que sus aguas son hipersalinas y de difícil caminar. Es por esto que necesitaba de alguien que me ayudara con los instrumentos o con la anotación de los datos. La falta de estudios previos del lugar como censos de aves, datos sobre la profundidad y salinidad hicieron imposible la comparación de los datos obtenidos. Por la falta de estudios similares en otros ecosistemas alrededor del sur de Puerto Rico no pudimos contrastarlos con nuestros resultados. Y por último la falta de información, de investigaciones y otras tesis relacionadas a mi tema, disponibles en la base de datos nos dificultó las comparaciones de nuestros datos obtenidos.

Finalmente, según García, Cruz-Burgos, Ventosa-Febles & López-Ortiz (2005), el plan comprensivo de conservación para la vida silvestre del DRNA tiene como estrategias enfatizar estudios y conservación de especies clasificadas como deficiencia de datos y como una de sus metas principales: mejorar la habilidad para manejar presente y futuros retos y oportunidades para conservar las especies de vida silvestre y sus hábitats. Es por

eso que, enfatizando estudios en áreas naturales con potencial de manejo, debe ser una de las prioridades del departamento.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, W. (1970). A preliminary study of the relationship of saltponds and wildlife-south San Francisco Bay. *California Fish and Game*. 56(4), 240-252.
- Agencia de Protección Ambiental. (1969). "National Environmental Policy Act" (NEPA). 42 U.S.C. §§4321 et seq. Recuperado de [www.epa.gov](http://www.epa.gov).
- Baker, M. (1979). Morphological correlates of habitat selection in a community of shorebirds (Charadriiformes). *Oikos*. 33, 121-126.
- BirdLife International. (2009). *Himantopus mexicanus*. IUCN Red list of threatened species. Version 2010.4. Recuperado de [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)".
- 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*. Disertación de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.
- Brooks, W.S. (1967). Food and feeding habits of autumn migrant shorebirds at a small midwestern pond. *The Wilson Bulletin*. 79(3), 307-315.
- Burton, N.H.K, Evans, P.R. & Robinson, M.A. (1996). Effect on shorebird numbers of disturbance, the loss of a roost site and its replacement by an artificial island at Hartlepool, Cleveland. *Biological Conservation*. 77, 193-201.
- Collazo J.A., Harrington B., Gear J.S. and Colón J.A. (1995). Abundance and distribution of shorebirds at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico. *Journal Field Ornithology*. 66, 424-438.
- Collazo J.A., O'Harra D. & Kelly, C. (2002). Accessible habitat for shorebirds: factors influencing its availability and conservation implications. *Waterbirds*. 25(2), 13-24.
- Connors, S. (2008). Shorebirds use of muted tidal wetlands in a California estuary. *Western Birds*. 39, 153-165.
- Cullen, S.A. (1994). Black-necked stilt foraging site selection and behavior in Puerto Rico. *Wilson Bull*. 106(3), 508-513.
- Davis C.A. & Smith L.M. (1998). Ecology and management of migrant shorebirds and the Playa Lakes region of Texas. *Wildl. Monogr*. 140, 1-45.
- Davis C.A. & Smith L.M. (2001). Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the southern Great Plains. *The Auk*. 118(2), 484-495.
- Departamento del Interior. (1973) Ley sobre especies en peligro de extinción. 16 U.S.C.A. §§ 1531-1544. Recuperado de [www.doi.gov](http://www.doi.gov).

DRNA & FWS (“Salinas Providencia estuarine lagoon restoration”)

Erwin, R.M. (1996). Dependence of waterbirds and shorebirds on shallow-water habitats in the Mid-Atlantic coastal region: An ecological profile and management recommendation. *Estuaries*. 19( 2a), 213-219.

Fish and Wildlife Service. Fish and Wildlife Conservation Act. P.L. 96-366, 94 Stat. 1322. (1980). Recuperado de [www.fws.gov](http://www.fws.gov).

García, M., Cruz-Burgos, J.A., Ventosas-Febles, E. & López-Ortiz, R. (2005). *Puerto Rico comprehensive wildlife conservation strategy*. Recuperado del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales [www.drna.gobierno.pr](http://www.drna.gobierno.pr).

Grear, J.S. (1992). *Habitat use by migratory shorebirds at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico*. Florida Cooperative Fish and Wildlife Research Unit U.S. Fish and Wildlife Service. University of Florida, FL.

Grover, P.B. & Knopf, F.L. (1982). Habitat Requirements and Breeding Success of Charadriiform Birds Nesting at Salt Plains National Wildlife Refuge, Oklahoma. *Journal Field of Ornithology*. 53(2), 139-148.

Herbst, D.B. (2006). Salinity controls on trophic interaction among invertebrates and algae of solar evaporation ponds in the Mojave desert and relation to shorebird foraging and selenium risk. *Wetlands*. 26(2), 475-485.

Huettmann, F. & Czech, B. (2006). The steady state economy for global shorebird and habitat conservation. *Endangered Species Research*. 2, 89-92.

Image Geo Eye. (2011). Europa technologies. Image U.S. Geological Survey. Data SIO, NOAA, Navy, NGA, Gebco. Recuperado de Google Earth.

Image Geo Eye. (2011). Data SIO, NOAA, Navy, NGA, Gebco. Recuperado de “Google Earth”.

Kjerfve, B., Schettini, C.A.F., Knoppers, B., Lessa, G. & Ferreira, H.O. (1996). Hydrology and salt balance in a large, hypersaline coastal lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 42, 701-725.

Koenen, M.T., Utych, R.B. & Leslie, D.M. (1996). Methods used to improve least tern and snowy plover nesting success on alkaline flats. *Journal of Field Ornithology*. 67(2), 281-291.

Kotliar, N.B & Burger, J. (1986). Colony site selection and abandonment by least terns *Sterna antillarum* in New Jersey, USA. *Biological Conservation*. 37, 1-21.

Krogh, M.G. & Schweitzer, S.H. (1999). Least terns nesting on natural and artificial habitats in Georgia. *Waterbirds*. 22(2), 290-296.

- Küpper & Morales. (2009). *Breeding ecology of snowy plovers Charadrius alexandrinus tenuirostris at Cabo Rojo, Puerto Rico*. Field Work Report of a Post-Doctoral Tesis. University of BATH, UK.
- Lee G.C. (1989). *Breeding ecology and habitat use patterns of snowy and Wilson's plover at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico*. M.S. thesis, Clemson University, Clemson, South Carolina. 76 pp.
- López-Feliciano, D. (1999). *El ambiente y las leyes en Puerto Rico*. Publicaciones Paraíso. Rincón, Puerto Rico.
- Lyons J.E. Runge M.C. Laskowski H.P. & Kendall W.L. (2008). Monitoring in the context of structured decision-making and adaptative management. *Journal of Wildlife Management*. 72(8), 1683-1692.
- Masero J.A. (2003). Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: Salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. *Biodiversity and Conservation*. 12(6), 1157-1173. Doi:10.1023
- Masero, J.A., Pérez-González, M., Basadre, M. & Otero-Saavedra, M. (1999). Food supply for waders(Aves: Charadrii) in an estuarine area in the Bay of Cádiz (SW Iberian Peninsula). *Acta Oecologica*. 20(4), 429-434.
- Mayer-Arzuaga R.J. (2004). *Effects of Temperature, Salinity and Predator Chemicals on the Life History of Three Populations of Artemia from the Caribbean*. Dissertation of Doctor of Philosophy. Nicholas School of the Environment and Earth Sciences, Duke University.
- Myers, P.J., Morrison, R.I.G., Antas, P.Z., Harrington B.A., Lovejoy T.E., Sallaberry M., Senner, S.E., Tarak, A. (1987). Conservation strategy for migratory species. *Am. Sci.* 75, 19-26.
- Nichols, J.D. & Williams, B.K. (2006). Monitoring for Conservation. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 21(12).
- Paton, P.W.C. & Bachman, V.C. (1996). Impoundment drawdown and artificial nest structures as management strategies for snowy plovers. *Internatiional Wader Studies*. 9, 64-70.
- Perez-Hurtado, A., Goss-Custard, J. D. & Garcia, F. (1997). The diet of wintering waders in Cádiz Bay, southwest Spain. *Bird Study*. 44(1), 45-52.  
DOI:10.1080/00063659709461037
- Placyk (Jr), J.S. & Harrington, B.A. (2004). Prey abundance and habitat use by migratory shorebirds at coastal stopover sites in Connecticut. *Journal of Field Ornithology*. 75(3), 223. DOI: 10.1648/0273-8570.
- Raffaele, H.A. (1989). *A guide to the birds of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Revised Edition. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

- Rubega, M. & Inouye, C. (1994). Prey switching in red-necked phalaropes *Phalaropus lobatus*: Feeding limitations, the functional response and water management at Mono Lake, California, USA. *Biological Conservation*. 70, 205-210.
- Rundle, W & Fredrickson, L. (1981). Managing seasonally flooded impoundments for migrant rails and shorebirds. *Wildlife Society Bulletin*. 9, 80-87.
- Sherfy, M.H., Kirkpatrick, R.L. & Richkus, K.D. (2000). Benthos core sampling and chironomid vertical distribution: Implications for assessing shorebird food availability. *Wildlife Society Bulletin*. 28(1), 124-130.
- Soler-López, L.R, Gómez-Gómez, F. & Rodríguez-Martínez, J. (2005). *Hydrologic, water-quality, and biological assessment of laguna de las Salinas, Ponce, Puerto Rico, January 2003-September 2004*. Report No. 2005-5154. U.S. Geological Service. Reston, Virginia.
- Takekawa, J.Y., Miles, A.K., Tsao-Melcer, D.C., Schoellhamer, D.H., Fregien, S. Athearn, N.D. (2009). Dietary flexibility in three representative waterbirds across salinity and depth gradients in salt ponds of San Francisco Bay. *Hydrobiologia*. 626, 155-168. DOI 10.1007/s10750-009-9743-7
- Tripp, K.J. & Collazo, J.A. (2003). Density and distribution of water boatmen and brine shrimp at a major shorebird wintering area in Puerto Rico. *Wetlands Ecology and Management*. 11, 331-341.
- Webber, L. & Haig S. (1996). Shorebird use of South Carolina managed and natural coastal wetlands. *Journal of Wildlife Management*. 60, 73-82.
- Williams, B. K., R. C. Szaro & C. D. Shapiro. (2009). *Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Technical Guide*. Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, DC.



## **TABLAS**

Tabla 1.

<b>Invertebrados</b>	<b>Dia3</b>	<b>Dia4</b>	<b>Dia5</b>	<b>Dia6</b>	<b>Dia7</b>	<b>% total</b>
<i>Artemia sp.</i>	60	52	49	54	48	52.6
2	52	55	55	55	55	54.4
3	10	12	13	11	14	12
4	1	0	0	0	0	0.2
<i>Ephydra sp.</i>	0	1	6	10	7	4.8

Presencia de invertebrados por día de muestreo y % total (n=69)

## **FIGURAS**

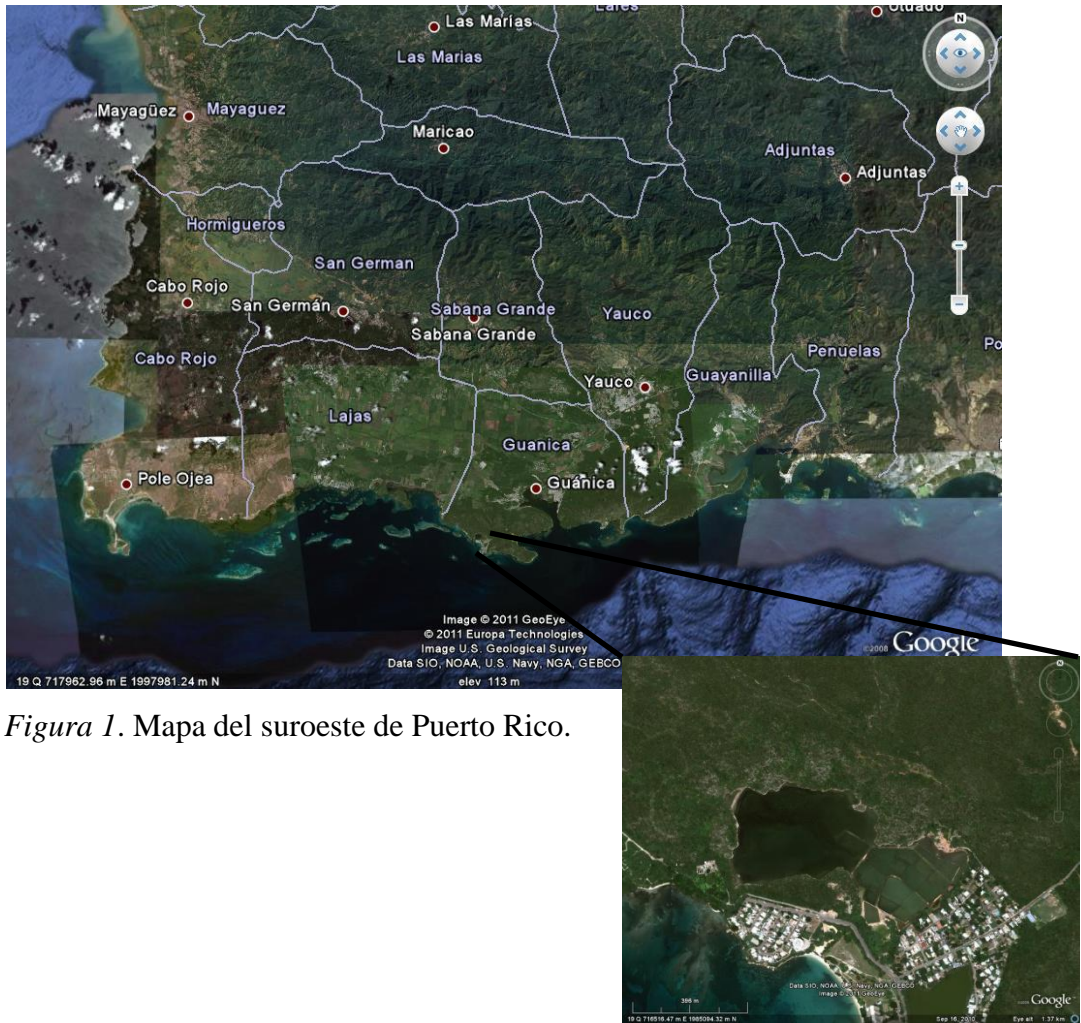


Figura 1. Mapa del suroeste de Puerto Rico.



Figura 2. Mapa del área de estudio Marcar transectos y puntos de muestreo

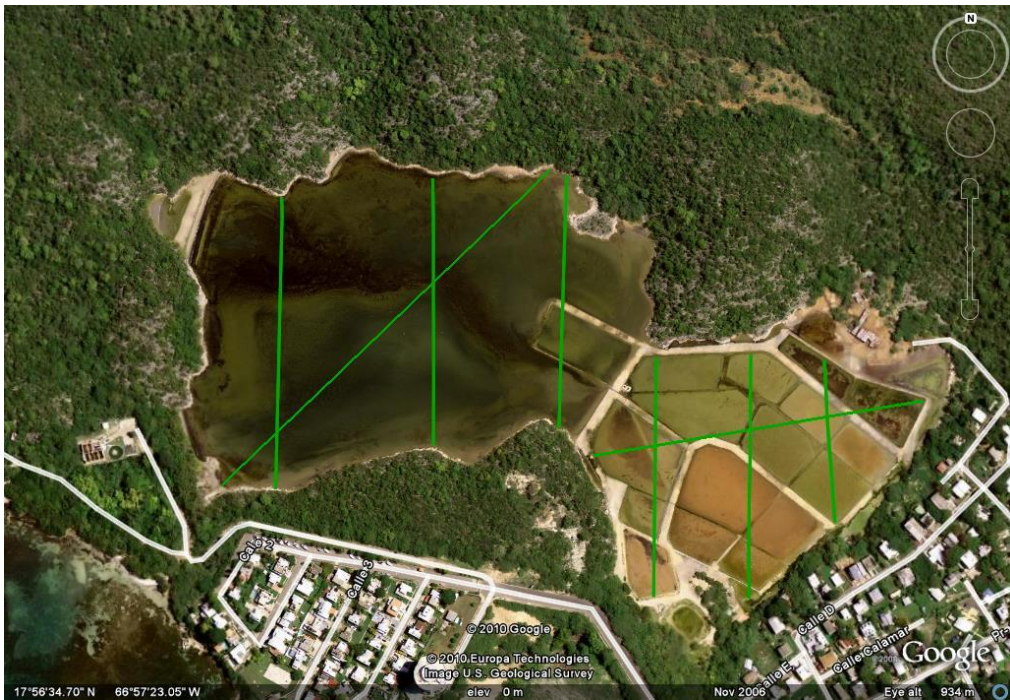


Figura 3. Mapa del área de estudio con los transectos

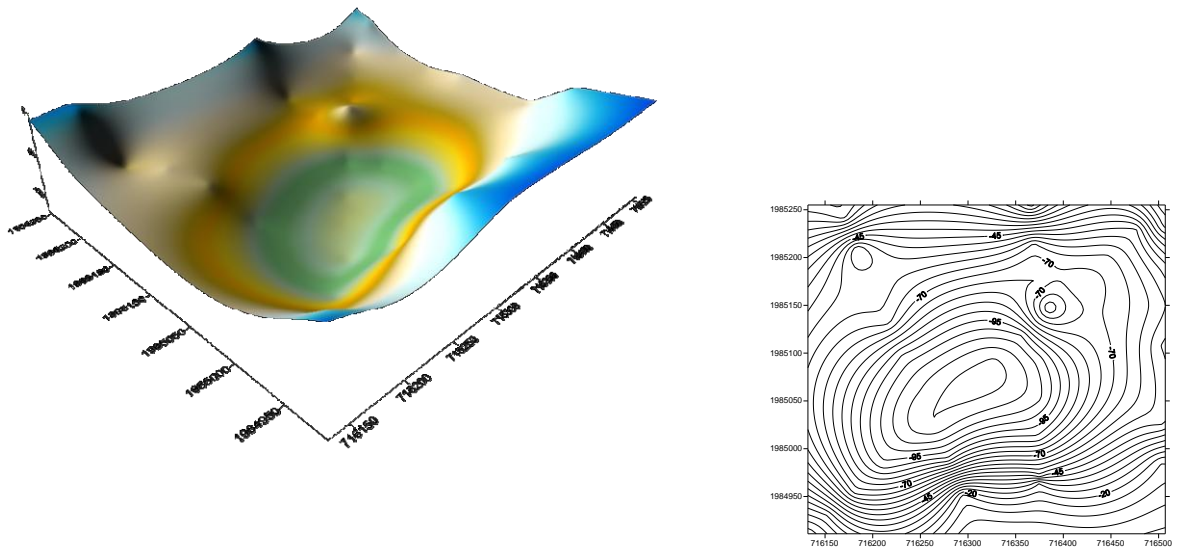


Figura 4. Mapa de batimetría de la Laguna (n=69)

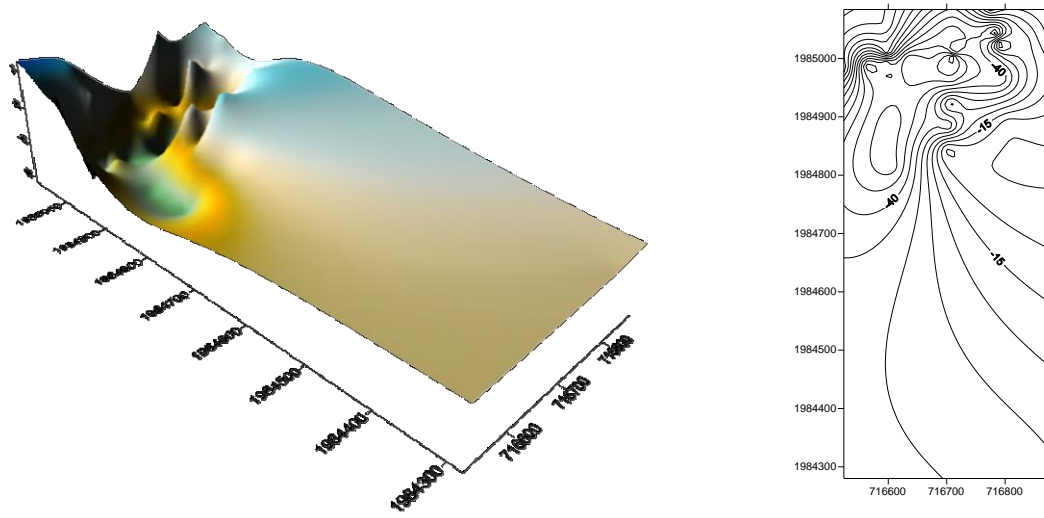


Figura 5. Mapa de batimetría de los cristalizadores (n=69)

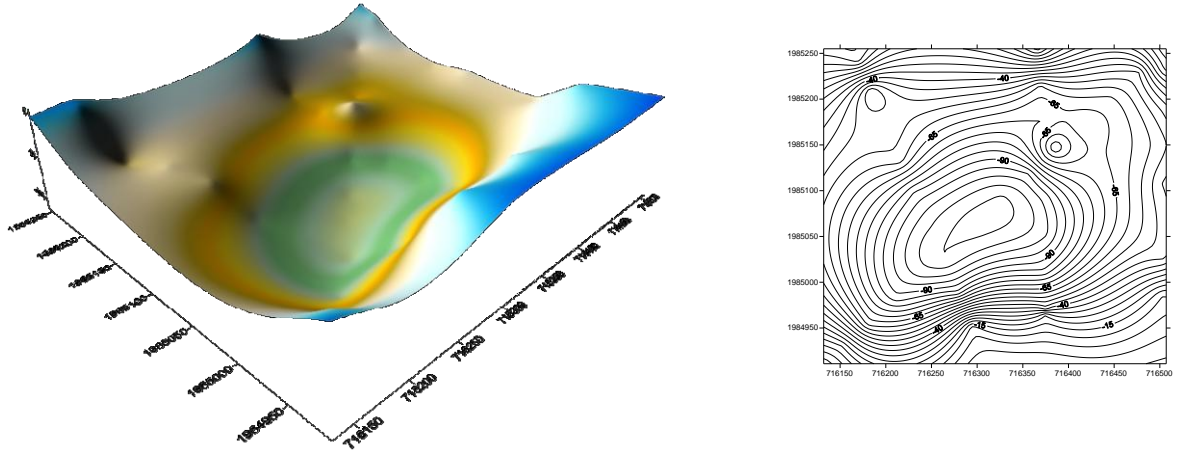


Figura 6. Mapa de batimetría de la Laguna a -5cm (n=69) explicar en el texto porque alterarse los modelos y para qué

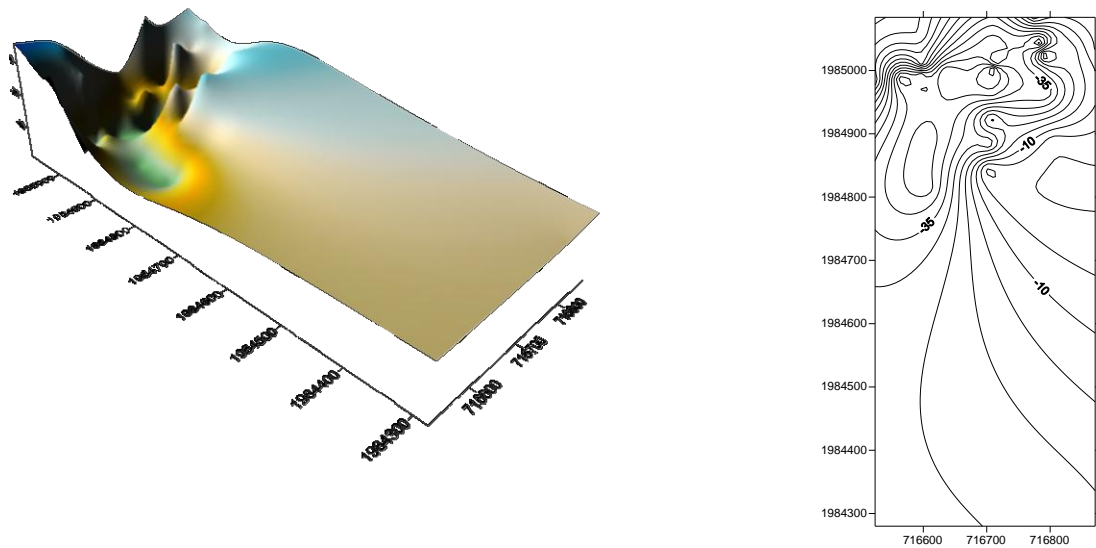


Figura 7. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -5cm (n=69)

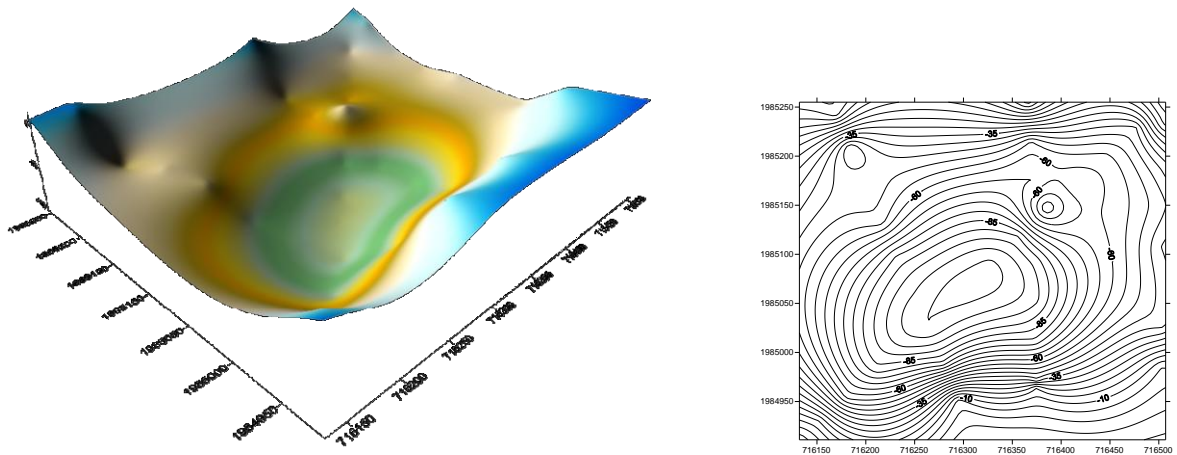


Figura 8. Mapa de batimetría de la Laguna a -10cm (n=69)

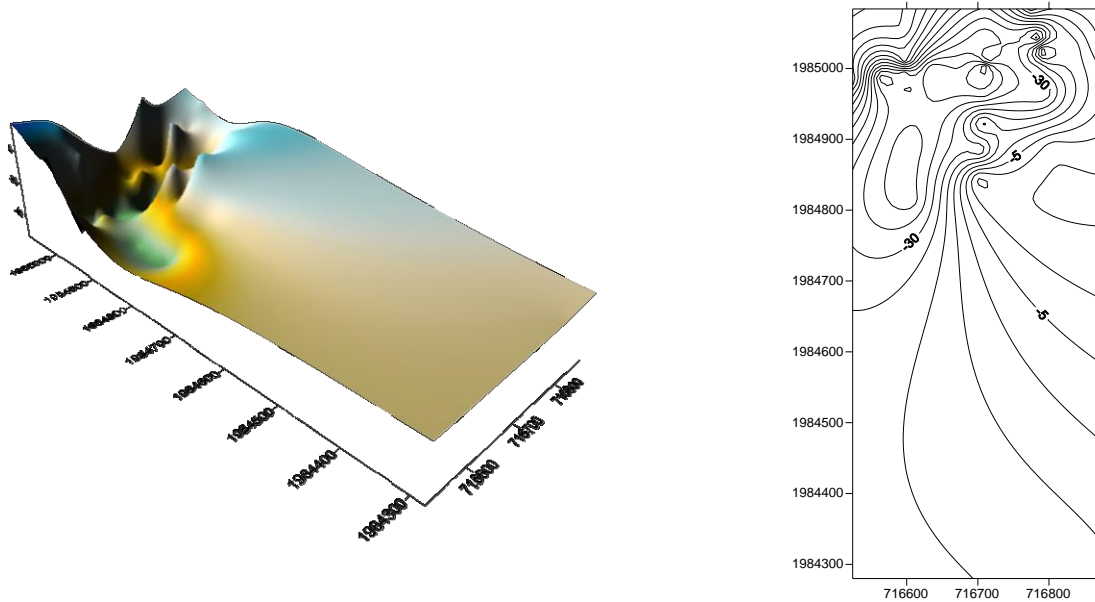


Figura 9. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -10cm (n=69)



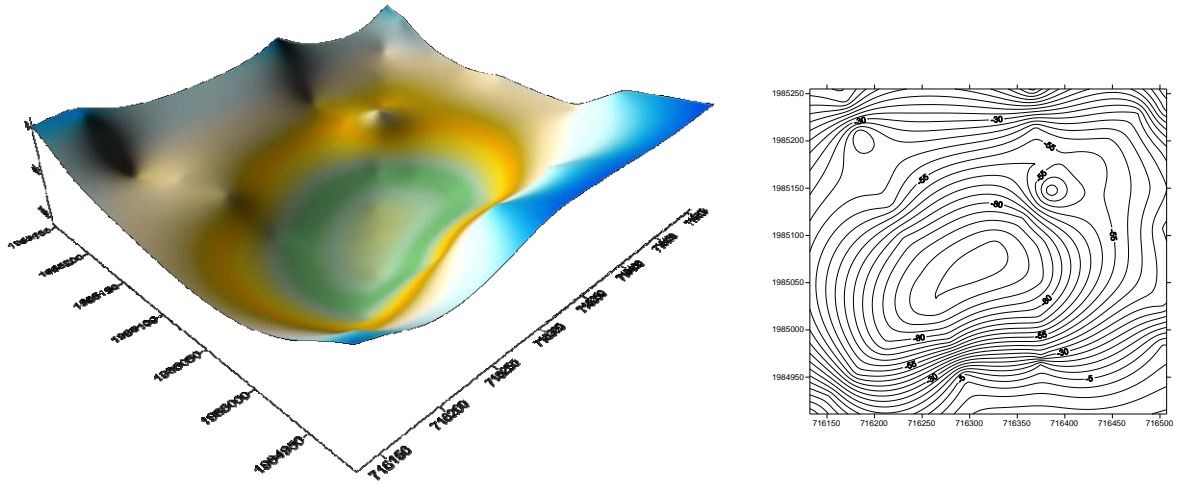


Figura 10. Mapa de batimetría de la Laguna a -15cm

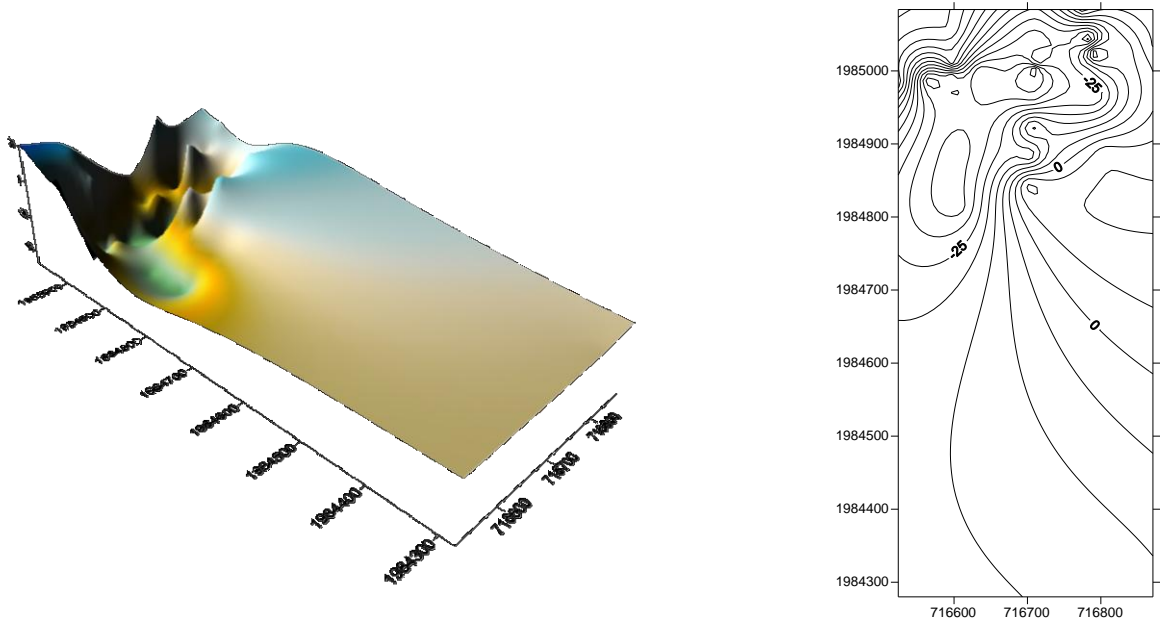


Figura 11. Mapa de batimetría de los cristalizadores a -15cm

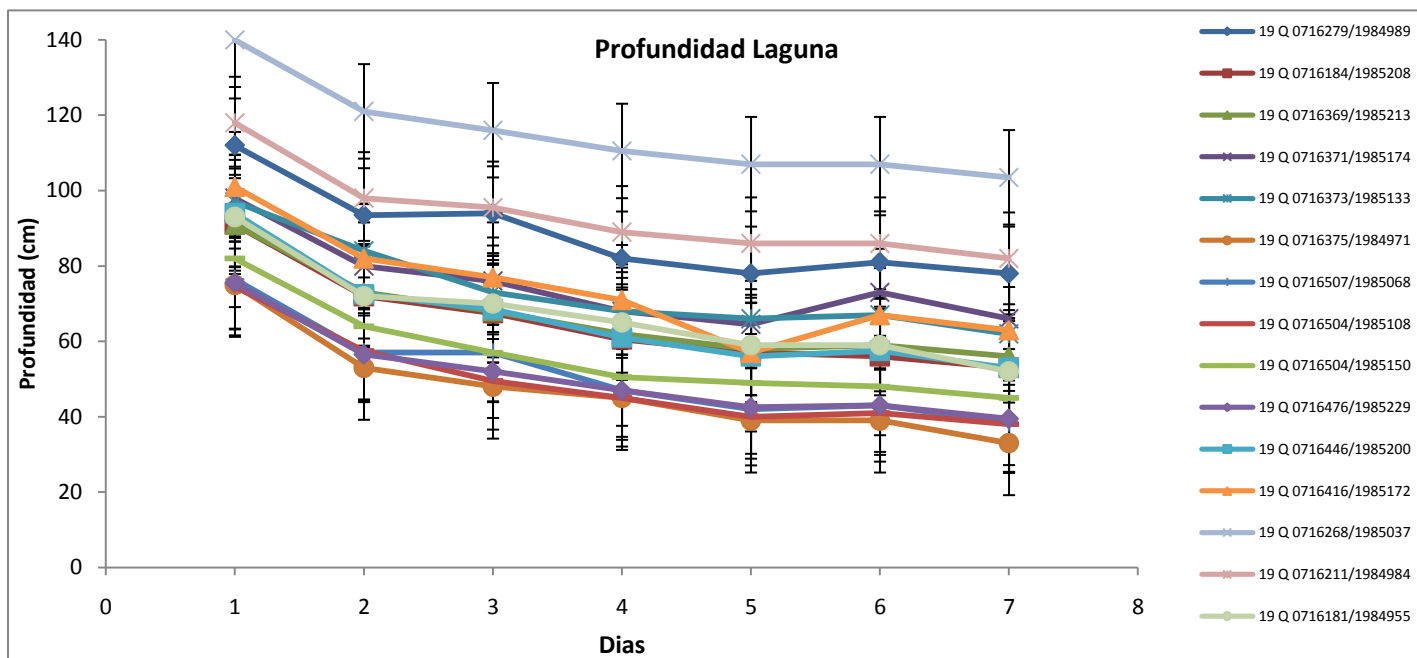


Figura 12. Gráfica de profundidad de la Laguna (n=15)

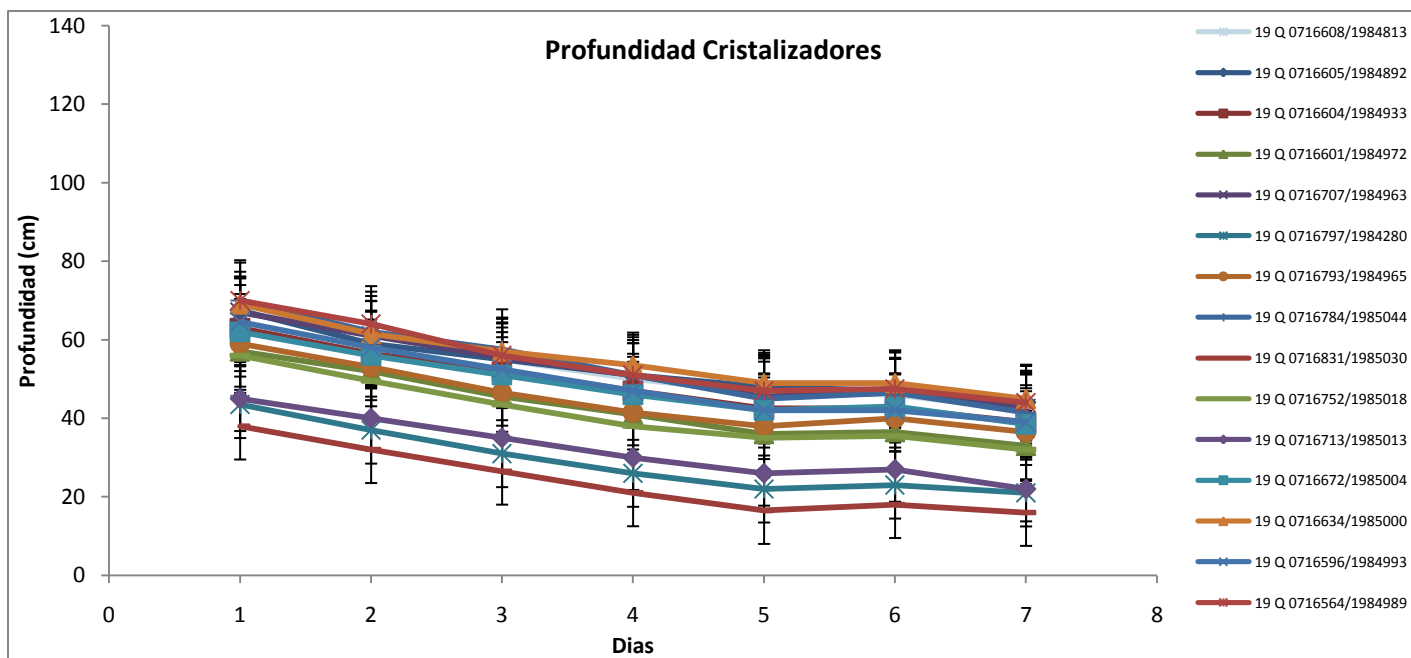


Figura 13. Gráfica de profundidad de los cristalizadores (n=15)

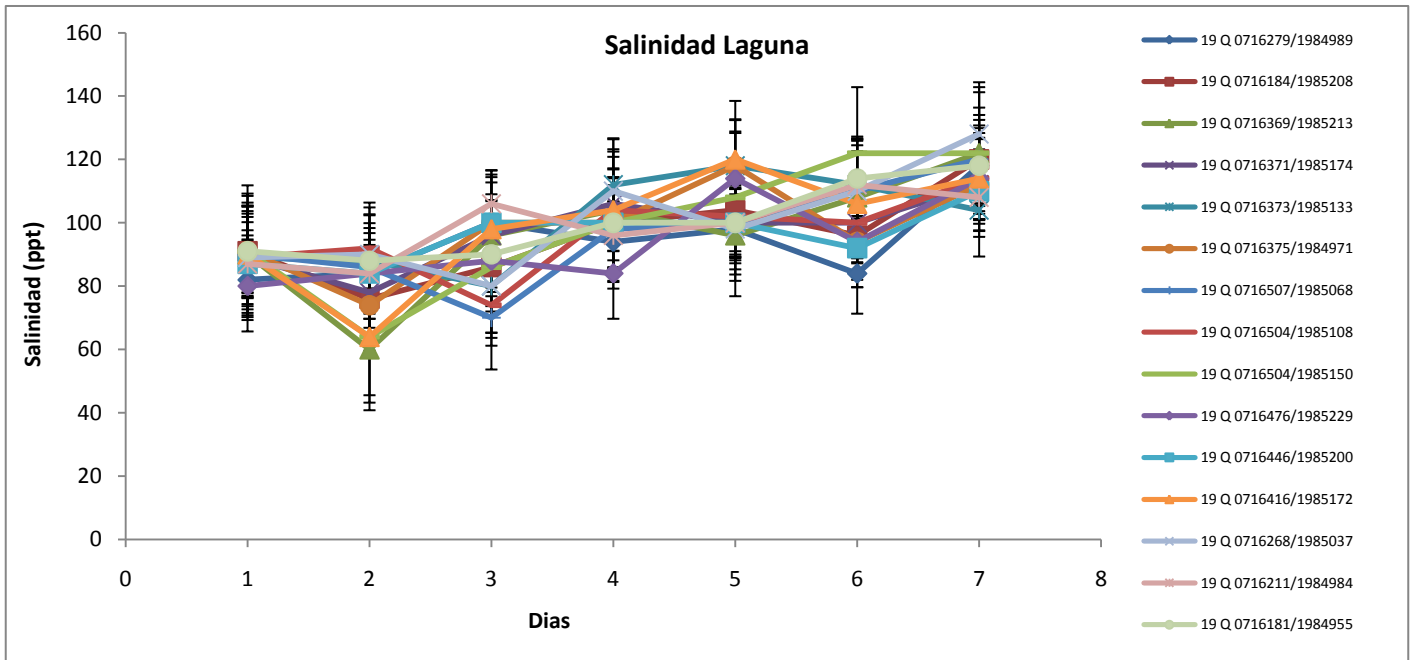


Figura 14. Gráfica de salinidad de la Laguna (n=15)

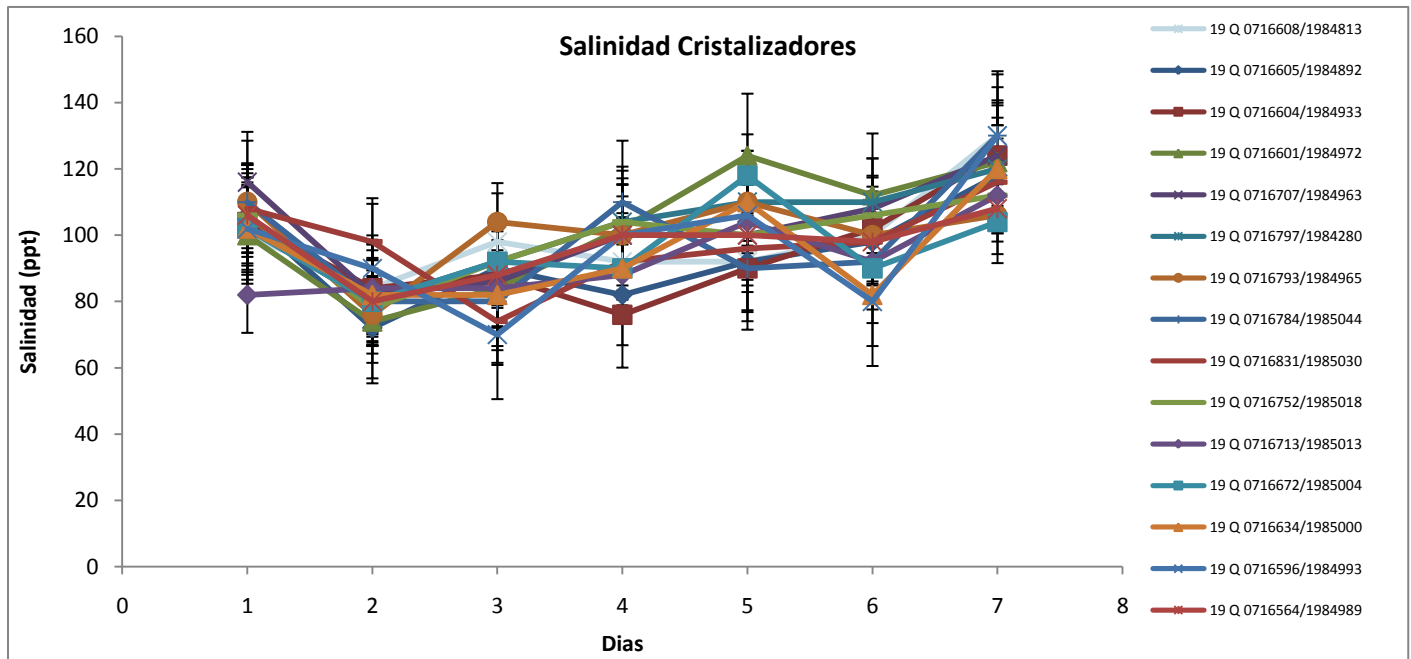


Figura 15. Gráfica de salinidad de los cristalizadores (n=15)

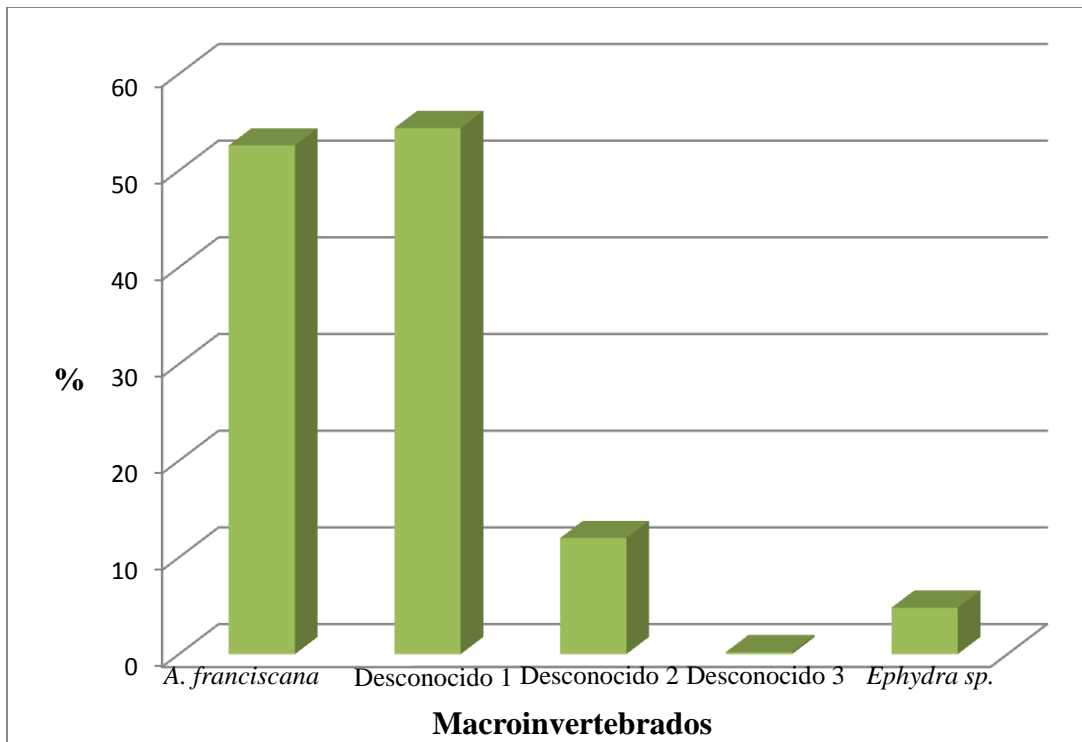


Figura 16. Por ciento de macro invertebrados (n=69)

## **APÉNDICES**

**APÉNDICE 1: DATOS DE SALINIDAD DE LA LAGUNA PROVIDENNCIA Y  
LOS CRISTALIZADORES POR PUNTO DE MUESTREO**

Punto UTM (40m)	Salinidad (ppt)							Promedio
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
0716295/1984951	88	62	106	106	88	86	0	76.571429
0716279/1984989	82	84	100	94	98	84	118	94.285714
0716263/1985025	89	98	104	100	116	120	130	108.14286
0716247/1985061	90	102	102	92	134	110	116	106.57143
0716231/1985098	86	78	100	110	134	110	126	106.28571
0716215/1985134	86	70	106	108	100	112	132	102
0716201/1985171	81	98	76	120	110	114	120	102.71429
0716184/1985208	91	76	86	100	104	96	120	96.142857
0716169/1985243	91	72	100	0	0	0	0	37.571429
0716366/1985255	89	0	0	0	0	0	0	12.714286
0716369/1985213	90	60	96	104	96	108	122	96.571429
0716371/1985174	89	78	96	106	100	100	112	97.285714
0716373/1985133	89	88	80	112	118	112	104	100.42857
0716375/1985093	90	68	110	126	100	100	130	103.42857
0716375/1985053	91	102	96	96	130	116	106	105.28571
0716373/1985012	90	92	102	104	100	108	128	103.42857
0716375/1984971	91	74	100	100	118	94	112	98.428571
0716375/1984965	90	96	106	102	106	102	108	101.42857
0716503/1984985	88	84	72	90	56	100	130	88.571429
0716504/1985027	88	82	102	100	98	108	120	99.714286
0716507/1985068	90	86	70	98	100	110	120	96.285714
0716504/1985108	89	92	74	104	102	100	114	96.428571
0716504/1985150	91	64	86	100	108	122	122	99
0716505/1985190	89	78	76	102	110	86	116	93.857143
0716505/1985232	89	78	78	118	112	118	128	103
0716507/1985255	87	80	78	96	70	82	0	70.428571
0716476/1985229	80	84	88	84	114	94	114	94
0716446/1985200	87	84	100	100	100	92	110	96.142857
0716416/1985172	90	64	98	104	120	106	114	99.428571
0716385/1985147	87	72	94	100	100	90	118	94.428571
0716356/1985118	91	68	102	92	98	106	100	93.857143
0716327/1985091	90	78	80	90	102	90	110	91.428571
0716298/1985064	87	90	90	90	100	92	100	92.714286
0716268/1985037	89	90	80	110	98	110	128	100.71429
0716238/1985011	91	70	70	98	120	80	98	89.571429
0716211/1984984	87	84	106	96	100	112	108	99
0716181/1984955	91	88	90	100	100	114	118	100.14286
0716152/1984930	89	70	100	86	86	100	110	91.571429

0716132/1984911	84	0	0	0	0	0	0	12
0716608/1984813	100	84	98	92	92	100	130	99.428571
0716604/1984854	96	90	74	80	94	98	102	90.571429
0716605/1984892	106	72	90	82	92	98	118	94
0716604/1984933	104	84	88	76	90	102	124	95.428571
0716601/1984972	100	74	84	102	124	112	122	102.57143
0716598/1985010	96	90	110	110	214	174	273	152.42857
0716596/1985056	98	0	0	0	0	0	0	14
0716713/1985082	110	80	90	106	120	108	120	104.85714
0716711/1985041	100	86	84	116	92	120	132	104.28571
0716710/1985004	104	88	80	90	114	114	132	103.14286
0716707/1984963	116	82	86	100	100	108	124	102.28571
0716706/1984923	100	86	94	100	94	122	128	103.42857
0716704/1984884	104	70	86	90	80	90	138	94
0716701/1984845	96	80	0	0	0	0	0	25.142857
0716804/1984889	92	82	118	0	0	168	184	92
0716797/1984280	102	80	92	104	110	110	120	102.57143
0716793/1984965	110	76	104	100	110	100	106	100.85714
0716787/1985005	104	82	92	90	122	110	122	103.14286
0716784/1985044	110	80	80	110	90	92	130	98.857143
0716775/1985084	88	0	0	0	0	0	0	12.571429
0716871/1985035	114	96	82	16	22	12	10	50.285714
0716831/1985030	108	98	74	92	96	98	116	97.428571
0716791/1985024	92	96	90	92	0	0	0	52.857143
0716752/1985018	106	78	92	104	100	106	112	99.714286
0716713/1985013	82	84	84	88	104	92	112	92.285714
0716672/1985004	102	80	92	90	118	90	104	96.571429
0716634/1985000	102	82	82	90	110	82	120	95.428571
0716596/1984993	102	90	70	100	106	80	130	96.857143
0716564/1984989	106	80	88	100	100	98	108	97.142857
0716524/1984983	98	0	0	0	0	0	0	14



**APÉNDICE 2: DATOS DE PROFUNDIDAD DE LA LAGUNA PROVIDENCIA Y  
LOS CRISTALIZADORES POR PUNTO DE MUESTREO**

Punto UTM 19Q (40m)	Profundidad (cm)							Promedio (cm)
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
0716295/1984951	38	20	14.5	9	4.5	5	0	13
0716279/1984989	112	93.5	94	82	78	81	78	88.35714
0716263/1985025	138	122	115.5	112.5	105.5	106.5	103	114.7143
0716247/1985061	134	115.5	110	104.5	101.5	101	98	109.2143
0716231/1985098	120	102	96.5	91	87	87	83.5	95.28571
0716215/1985134	90	66	68	57	53	52	49	62.14286
0716201/1985171	80	59.5	58	56.5	46	47	44	55.85714
0716184/1985208	91	72	67.5	60.5	57	56	53	65.28571
0716169/1985243	29	13	7.5	0	0	0	0	7.071429
0716366/1985255	18	0	0	0	0	0	0	2.571429
0716369/1985213	91	73	68	62	58	59	56	66.71429
0716371/1985174	98	80	76	68	64.5	73	66	75.07143
0716373/1985133	97	84	73	68	66	67	62	73.85714
0716375/1985093	126	108	106	97.5	93.5	94	91	102.2857
0716375/1985053	130	112.5	107.5	101.5	98	97.5	94	105.8571
0716373/1985012	115	95	90	84	80.5	80	77	88.78571
0716375/1984971	75	53	48	45	39	39	33	47.42857
0716375/1984965	54	32	25.5	22	17	19	11	25.78571
0716503/1984985	40.5	21.5	17	12	5	5	3	14.85714
0716504/1985027	77	57	53	49	44	44	35	51.28571
0716507/1985068	76.5	57	57	47	42	43	38.5	51.57143
0716504/1985108	74.5	57.5	49.5	45	40	41	38	49.35714
0716504/1985150	82	64	57	50.5	49	48	45	56.5
0716505/1985190	74	55.5	49.5	42	39	39.5	35	47.78571
0716505/1985232	45	28	21	17	11	10	7	19.85714
0716507/1985255	35.5	17	11	6	1	2	0	10.35714
0716476/1985229	75.5	56.5	52	47	42.5	43	39.5	50.85714
0716446/1985200	94	72.5	68.5	61	56	57.5	53	66.07143
0716416/1985172	101	82	77	71	57	67	63	74
0716385/1985147	81	62.5	56	51.5	46	47	44	55.42857
0716356/1985118	124	107	102	95	92.5	93	89	100.3571
0716327/1985091	141	123	117.5	112.5	107	108.5	104	116.2143
0716298/1985064	141	123	120	112.5	108	111	105	117.2143
0716268/1985037	140	121	116	110.5	107	107	103.5	115
0716238/1985011	133	114	103.5	105	100.5	100	96.5	107.5
0716211/1984984	118	98	95.5	89	86	86	82	93.5
0716181/1984955	93	72	70	65	59	59	52	67.14286
0716152/1984930	40.5	26	21	16.5	12	13	9	19.71429

0716132/1984911	10	0	0	0	0	0	0	1.428571
0716608/1984813	67	62	55	50	46.5	46	42	52.64286
0716604/1984854	66.5	60.5	55	50	45.5	45.5	42.5	52.21429
0716605/1984892	67.5	59	55	51	48	47	44	53.07143
0716604/1984933	63	56.5	52	47	42.5	42.5	39	48.92857
0716601/1984972	57	52	45.5	41	36	36.5	33	43
0716598/1985010	26.5	19.5	14	10	5.5	6.5	4	12.28571
0716596/1985056	5	0	0	0	0	0	0	0.714286
0716713/1985082	46	40	34.5	30	25.5	25.5	22	31.92857
0716711/1985041	60	51.5	46.5	43	39.5	39	35	44.92857
0716710/1985004	76	70	65	61	57	57.5	54	62.92857
0716707/1984963	67	61	55.5	51	45.5	46.5	42.5	52.71429
0716706/1984923	33	25	19	15	11	10.5	8	17.35714
0716704/1984884	56	50.5	44.5	28	34.5	35	32	40.07143
0716701/1984845	12.5	6.5	0	0	0	0	0	2.714286
0716804/1984889	20	13.5	8	0	0	2.5	3	6.714286
0716797/1984280	43.5	37	31	26	22	23	21	29.07143
0716793/1984965	59	53	46.5	41.5	38	40	36.5	44.92857
0716787/1985005	46.5	40	37	31.5	27	27	24	33.28571
0716784/1985044	70	62	57.5	51	45	46.5	41.5	53.35714
0716775/1985084	7	0	0	0	0	0	0	1
0716871/1985035	23	17	9.5	5	6	4.5	2	9.571429
0716831/1985030	38	32	26.5	21	16.5	18	16	24
0716791/1985024	21.5	15	10	4.5	0	0	0	7.285714
0716752/1985018	56	49.5	43.5	38	35	35.5	32	41.35714
0716713/1985013	45	40	35	30	26	27	22	32.14286
0716672/1985004	62	56	51	46	42	43	38.5	48.35714
0716634/1985000	69	61.5	57	53.5	49	49	45	54.85714
0716596/1984993	64.5	58	52.5	47	42	42	39	49.28571
0716564/1984989	70	64	56	51	47	47.5	44	54.21429
0716524/1984983	0.5	0	0	0	0	0	0	0.071429

**APÉNDICE 3: DATOS SOBRE PRESENCIA DE MACROINVERTEBRADOS  
POR PUNTO DE MUESTREO**

**Macro invertebrados**

<b>Punto UTM (40m)</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 4</b>	<b>Día 5</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 7</b>
0716295/1984951	n/a	n/a	1,2,3	1,2,3, e	3, e	1,2,3, e	n/a
0716279/1984989	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716263/1985025	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716247/1985061	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3, e	1,2
0716231/1985098	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716215/1985134	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2,3, e	1,2,3	1,2
0716201/1985171	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716184/1985208	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3
0716169/1985243	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716366/1985255	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716369/1985213	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2
0716371/1985174	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716373/1985133	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716375/1985093	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716375/1985053	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3
0716373/1985012	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2, e	1,2
0716375/1984971	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2,	1,2,3
0716375/1984965	n/a	n/a	1,2	1,2	2	1,2,	2, e
0716503/1984985	n/a	n/a	1,2,3,4	2	2, e	1,2,3,	2, e
0716504/1985027	n/a	n/a	1,2,3	1,2	1,2	1,2,	1,2
0716507/1985068	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716504/1985108	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2,3	1,2, e	1,2
0716504/1985150	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2, e	1,2
0716505/1985190	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2,3, e	1,2
0716505/1985232	n/a	n/a	2	2,3	2	2	1,2,3, e
0716507/1985255	n/a	n/a	1,2	1,2,3	e	e	n/a
0716476/1985229	n/a	n/a	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2	1,2,3
0716446/1985200	n/a	n/a	1,2,3	1,2	1,2	1,2	1,2
0716416/1985172	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716385/1985147	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716356/1985118	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2, e	1,2	1,2
0716327/1985091	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	2
0716298/1985064	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2, e	1,2	2
0716268/1985037	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3
0716238/1985011	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2,3	1,2
0716211/1984984	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716181/1984955	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716152/1984930	n/a	n/a	1,2	1,2	2,3	1,3	2,3, e

0716132/1984911	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716608/1984813	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3
0716604/1984854	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2,3	2
0716605/1984892	n/a	n/a	1,2	1,2	2	1,2	1,2
0716604/1984933	n/a	n/a	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2
0716601/1984972	n/a	n/a	2,3	2,3	1,2,3	2	1,2,3
0716598/1985010	n/a	n/a	1	2	n/a	n/a	n/a
0716596/1985056	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716713/1985082	n/a	n/a	1,2	2,3	2	2	2,3, e
0716711/1985041	n/a	n/a	1	3	1,2	1,2, e	1,2,3
0716710/1985004	n/a	n/a	1,2	1	1,2,3	1,2	1,2
0716707/1984963	n/a	n/a	1,3	1,2	1,2	1,2,3	1,2,3
0716706/1984923	n/a	n/a	1,2	1	2	1,2	n/a
0716704/1984884	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0716701/1984845	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716804/1984889	n/a	n/a	1,2,3	n/a	n/a	n/a	e
0716797/1984280	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1	1,2
0716793/1984965	n/a	n/a	1,2	1,2,3	1,2	1,2	1,2
0716787/1985005	n/a	n/a	1	n/a	1,3	1,2	1,2,3
0716784/1985044	n/a	n/a	1	1,2,3	1,2	1,2	1,2
0716775/1985084	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
0716871/1985035	n/a	n/a	1	n/a	n/a	n/a	e
0716831/1985030	n/a	n/a	1	1,2	1,2,3	1,2,	1,2
0716791/1985024	n/a	n/a	1	n/a	n/a	n/a	n/a
0716752/1985018	n/a	n/a	1	1,2,3	1,2	1,2,3	1,2
0716713/1985013	n/a	n/a	1	1,2	1,2,3	1,2	1,2
0716672/1985004	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2,3
0716634/1985000	n/a	n/a	1,2	1,2	1,2,3	1,2, e	1,2
0716596/1984993	n/a	n/a	1,2	1,2,3	1,2	1,2	1,2
0716564/1984989	n/a	n/a	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2, e	1,2
0716524/1984983	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

El número 1 representa la *Artemia franciscana*, el número 2 representa al desconocido #1, el número 3 representa al desconocido #2, el número 4 representa al desconocido #3, la letra “e” representa a *Ephyra sp.* y n/a ausencia de invertebrado en el punto de muestreo.