

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

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE PESCA RECREATIVA EN LA RESERVA  
NATURAL DE HUMACAO**

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

Por  
Carol M. Márquez Colón

7 de mayo de 2012

## **DEDICATORIA**

*“A mis hijas Karimar y Mia que son el motor de mi vida y la inspiración para brindarles un mejor ambiente para su futuro”*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todas las personas que se convirtieron en los cómplices de mi aventura en la Reserva Natural de Humacao. En primer lugar, el personal de la Reserva, su manejador Manuel Corbet, su educadora ambiental Samerith Sánchez y su biólogo Luis Encarnación que amablemente respondieron a todos mis requerimientos de información. Me brindaron su respaldo incondicionalmente, especialmente Luis que es un trabajador incansable y un excelente colaborador. La Dra. Árida Ortiz Sotomayor, que a través de su función de mentora me transmitió no sólo su conocimiento del lugar, sino su pasión al defender y conservar los recursos de la Reserva. Al Dr. Craig Lilyestrom, el cual me brindó su conocimiento sobre las pesquerías en Puerto Rico. Además siempre me impulsó a realizar un trabajo de calidad, que llevara el mensaje de la importancia de las pesquerías. Es importante recalcar la participación en esta empresa de la Profesora María Calixta Ortiz de la UMET, la cual me enseñó que el lenguaje es la herramienta con la que pueden ser transmitidas grandes ideas, me apoyó en momentos donde pensé que no lograría mi meta y fue quien delimitó el tema de este estudio. Además, la Dra. Norma López y el Dr. Enrique Rodríguez quienes me asesoraron en las estadísticas de este estudio.

Reconozco a continuación la participación de personas que me brindaron su ayuda en una diversidad de formas. En principio, mi familia, mi esposo y mis hijas que me animaron en momentos de cansancio y frustración. Mi mamá y mis hermanos que me estimularon a superarme. Mis amistades que fueron un soporte, fuente de ánimo y ayuda técnica en la preparación de este documento. La Sra. Vilmarie Román, del Departamento de Recursos Marinos y al personal del DRNA por su apoyo y cooperación en este proyecto. Sobre todo, doy

gracias a Dios que me brindó la esperanza, ayuda y energía necesaria para vencer los obstáculos y lograr mi meta.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPITULO I:INTRODUCCIÓN.....	1
Trasfondo del problema .....	1
Problema de estudio.....	5
Justificación del estudio.....	6
Preguntas de investigación o hipótesis .....	7
Meta.....	8
Objetivos.....	8
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
Trasfondo histórico.....	9
Marco conceptual o teórico.....	13
Estudios de casos.....	24
Marco legal.....	28
CAPÍTULO III:METODOLOGÍA.....	34
Introducción .....	34
Área de estudio.....	35
Objetivos.....	35
Descripción de la población o muestra .....	35
Periodo del estudio .....	35
Fuente de datos .....	36
Diseño metodológico .....	36
Análisis de datos.....	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
LITERATURA CITADA.....	60

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Hoja de cotejo de recomendaciones en la RNH.....	69
Tabla 2. Cantidad de peces capturados durante el año 2000 y 2010.....	70
Tabla 3. Porcentaje de composición de especies durante el año 2000 y 2010...	71
Tabla 4. Comparación de captura de peces durante fines de semana y días de semana.....	72
Tabla 5. Captura de peces por mes durante el año 2010.....	73
Tabla 6. Cantidad de individuos capturados por especie año 2010.....	73
Tabla 7. Cantidad de pescadores por mes que visitaron durante el 2010.....	74
Tabla 8. Cantidad de individuos capturados por especie año 2000.....	74
Tabla 9. Captura por unidad de esfuerzo, esfuerzo y captura total 2010.....	74
Tabla 10. Horas de esfuerzo ( <i>angler hours</i> ) por mes durante 2010.....	75
Tabla 11. Cantidad total de pescadores que visitaron durante el 2000 y 2010....	75
Tabla 12. Visitantes de la RNH y las actividades que realizan.....	76

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea RNH en el año 1936.....	77
Figura 2. Foto aérea RNH en el año 1988(sin mitigación).....	78
Figura 3. Foto aérea RNH en el año 2010 (estado actual).....	79
Figura 4. Foto tilapia ( <i>Tilapia rendalli</i> y <i>Oreochromis mossambicus</i> ).....	79
Figura 5. Foto macabí ( <i>Elops saurus</i> ).....	80
Figura 6. Fotos de róbalo y sábalo ( <i>Centropomus undecimalis</i> y <i>Megalops atlanticus</i> ).....	80
Figura 7. Gráfica de porciento de composición de especies en la RNH durante el año 2010.....	81
Figura 8. Gráfica de porciento de composición de especies en la RNH durante el año 2000.....	81
Figura 9. Gráfica de captura total de peces por mes en la RNH durante el año 2010.....	82
Figura 10. Gráfica de cantidad de especies capturadas durante la pesca experimental en el año 2010.....	82
Figura 11. Gráfica de porciento de especies capturadas durante la pesca experimental en el año 2010.....	83
Figura 12. Gráfica de horas de esfuerzo por mes durante el año 2010.....	83
Figura 13. Mapa hidrológico de la RNH.....	84

## LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Hoja de datos encuesta intercepto de la RNH.....	86
Apéndice 2. Encuesta intercepto ( <i>Creel survey</i> ) del año 2010.....	87
Apéndice 3. Foto RNH en el año 2012.....	88
Apéndice 4. Foto de Laguna Santa Teresa I.....	89
Apéndice 5. Foto de Laguna Palmas.....	90
Apéndice 6. Foto de la entrada de la Reserva Natural de Humacao.....	91



## RESUMEN

Este trabajo tiene como propósito comparar la biodiversidad y abundancia de peces capturados en la Reserva Natural de Humacao durante el año 2000 y 2010. Además, evalúa las tendencias de participación de pescadores, esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo y su impacto en el recurso durante el año 2000 y el año 2010. De igual forma, determina la vigencia, estado actual e incorporación de recomendaciones al Plan de Manejo de la reserva, conforme al estudio base del año 2000 realizado por la Universidad de Mississippi. Mediante el uso de estadísticas del DRNA, realizadas por el personal de la reserva y del estudio de la Universidad de Mississippi se calculó el promedio, la varianza y la desviación estándar para documentar cambios en la composición de peces y participación de pescadores. La composición de peces cambió en un período de diez años, incluyendo el macabí (*Elops saurus*) al grupo de especies principales que se capturan en la reserva. Las especies principales de la Reserva Natural de Humacao son el sábalo (*Megalops atlanticus*), el róbalo (*Centropomus undecimalis*) y la tilapia (*Tilapia rendalli*). La pesca de sábalos, es la principal entre los pescadores recreativos, deportivos y de subsistencia. La participación de pescadores en la reserva disminuyó significativamente en el 2010 en comparación al año 2000, así como el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo de los mismos. Los recursos pesqueros de la reserva gozan de una excelente condición, pero requieren de mayor esfuerzo de manejo y control de la pesca furtiva. Es necesaria la implementación de técnicas de manejo adaptativas, la asignación de fondos y actividades educativas que promuevan la sustentabilidad del recurso.

## ABSTRACT

This investigation aims to compare the biodiversity and abundance of fish caught in the Humacao Natural Reserve. It also assesses trends in fishing participation, fishing effort and catch per unit effort and its impact on the resource, both during 2000 and 2010. Similarly, it determines the validity, status and incorporation of recommendations to the Management Plan of the reserve, according to a baseline study conducted in 2000 by the University of Mississippi. Using DNER statistics of roving creel surveys of 2010 made by the reserve staff, and the baseline study from 2000 new statistics were calculated. The mean, variance and the standard deviation were calculated to compare changes in the composition of fish and fishing participation. The composition of fish changed over a period of ten years, adding ladyfish (*Elops saurus*) to the group of target species caught in the reserve. The main species of the Humacao Natural Reserve are the tarpon (*Megalops atlanticus*), the snook (*Centropomus undecimalis*) and the tilapia (*Tilapia rendalli*). Tarpon fishing is the main target species among recreational, sport and subsistence fishermen. The participation of fishermen in the reserve decreased significantly in 2010 compared to 2000, as did the effort and catch per unit effort. The fishery resources of the reserve are in good condition, though in need of more active management and control of poaching. It is necessary to implement adaptive management techniques, allocation of funds and educational activities that promote sustainability of the resource.

.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Trasfondo del problema

La Reserva Natural de Humacao comprende cerca de 1,632 cuerdas de terreno. Está localizada en los barrios Punta Santiago, Antón Ruiz y río Abajo entre los municipios de Humacao y Naguabo (Figura 3). La Junta de Planificación, por recomendación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico designó estos terrenos en el año 1986, que eran considerados pantanosos, como una Reserva debido a su gran valor ecológico (Acevedo, 2007). Este lugar posee seis cuerpos de agua o lagunas estuarinas llamadas Mandri 1, Mandri 2, Mandri 3, Santa Teresa 1, Santa Teresa 2 y Palmas; en las que habita una gran diversidad de organismos acuáticos, aves y reptiles entre otros (Figura 2). Estas lagunas quedan separadas geográficamente ya que están separadas por la carretera PR- 3 (Figura 3). Al sur de la carretera PR- 3, se localizan las lagunas Santa Teresa y Palmas; al norte se localizan las lagunas Mandri (Figura 3). El sistema de lagunas se nutre de esorrentías, varias quebradas y canales que nutren sus aguas, (ej. el Canal Frontera y el Canal Mandri), así como de las cuencas de los siguientes ríos: Río Antón Ruíz, Río Blanco y Río Humacao. El agua de mar tiene acceso a las lagunas por medio del canal Boca Prieta, el cual está próximo a la laguna Mandri I (Figura 13). Esta dinámica produce un sistema estuarino, donde el agua dulce del río se mezcla con el agua salada del mar (Ortiz, 2009). Esta circunstancia, permite la reproducción de una gran diversidad de peces entre los cuales se encuentran los sábalos (*Megalops atlanticus*), las tilapias (*Tilapia rendalli*) y las mojarra (*Diapterus plumieris*), que necesitan este ecosistema para completar su ciclo de vida. A su vez, resulta en una dinámica productiva para el caudal de aves

migratorias que utilizan los recursos alimenticios que produce la Reserva. Entre una gran variedad de éstas se encuentran el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*), las gallaretas (*Gallinula chloropus*), pato quijada colorada (*Anas bahamensis*) y la tijerilla (*Fregata magnificensis*) entre las que visitan o residen en este lugar. (Ortiz, 2009).

En este lugar, se encuentra el pantano de *Pterocarpus* (*Pterocarpus officinalis*), el cual se considera como una vasta extensión de pantano de agua dulce en Puerto Rico. Por la fragilidad de esta área del ecosistema, solo tienen acceso a esta zona de la reserva personal del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, quienes en este momento lo administran, así como instituciones educativas para propósitos de investigación (Ortiz, 2009). El bosque de *Pterocarpus* posee una gran importancia ecológica, ya que tiene la mayor extensión de rodales de esta especie que existe en el Caribe (Departamento de Recursos Naturales y Ambientales [DRNA], 2009).

En principio, las eneas formaban parte de las orillas de las lagunas de la Reserva, mostrando así la composición dulce de sus aguas. Sin embargo, luego del Plan de Mitigación del río Antón Ruíz realizado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (Schwartz, 2004), la composición de sus orillas cambió de forma radical. En la actualidad, sus orillas están compuestas de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), lo que denota un cambio en salinidad en estas lagunas (DRNA, 2011). Es imperativo mencionar, que este espacio está compuesto de veredas interpretativas de fácil acceso, con muelles de pesca, como es el caso de las lagunas Santa Teresa I y Palmas. El acceso a la laguna Santa Teresa II es por medio de la vereda que conduce a la laguna Palmas, el cual es un poco difícil, ya que el área está compuesta de pastos altos y abundantes. En términos del acceso a las lagunas Mandri (1, 2 y 3), el acceso es limitado. En primer lugar, porque se encuentran al otro lado de la carretera #3 y no poseen instalaciones para los visitantes. En segundo lugar, estas áreas permanecen la mayoría del tiempo inundadas,

el acceso a pie no es factible, por tanto, se utilizan botes y kayaks para lograr acceso a las mismas.

En la Reserva, se realizan actividades de tipo recreativas. Entre estas, podemos destacar tanto la pesca recreativa como la deportiva, la caza, los recorridos en kayak y bicicletas y caminatas guiadas por las veredas. Es tan diversa la oferta recreativa que ofrece este lugar, que el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras de Puerto Rico recomienda este lugar como uno de los mejores cuatro lugares de pesca de orilla en Puerto Rico (Ribas, 2011). Más aún, en el portal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), se anunció que ya se están llevando a cabo gestiones para convertir la Reserva en la primera reserva eco turística de Puerto Rico (DRNA, 2011). Esta propuesta se está llevando a cabo mediante el esfuerzo entre la Compañía de Turismo, el DRNA y PECES (Programa de Educación Comunal de Entrega y Servicio) para impulsar la economía del área este mediante el establecimiento de micro empresas, así como promover la conservación de los recursos en la reserva (DRNA, 2011).

La práctica de la pesca recreativa genera beneficios económicos extraordinarios. Como ejemplo, podemos mencionar el estado de Pennsylvania el cual genera aproximadamente 3.98 billones de dólares anuales (Upneja, Shafer, Seo &, Yoonet 2001). Según Fedler (2005), los pescadores residentes y no residentes del estado de Florida invierten cerca de 4.4 billones de dólares al año en productos y servicios relacionados a la pesca. Esto a su vez, genera aproximadamente 76,000 empleos directos e indirectos a tiempo completo. Aun no existe un estimado del valor de la pesca recreativa marina en Puerto Rico, pero el DRNA y la *NOAA Fisheries* están realizando el primer estudio de este tipo actualmente. Es por esto que se propone en la Reserva, la remodelación de instalaciones tales como: glorietas y un nuevo muelle flotante para la pesca recreativa. La inversión realizada en el lugar, impulsará el turismo en el área y por

consiguiente instaurará la creación de empleos y la actividad económica. Sin embargo, el crecimiento económico puede crear un aumento de actividad antropogénica que puede afectar negativamente el ecosistema, alejándolo cada vez más de la sustentabilidad.

Dadas las actividades recreativas que actualmente se realizan en este espacio, el personal del DRNA lleva a cabo labores de conservación, preservación, administración y manejo del área. Para monitorear la actividad de pesca recreativa, este personal realiza mensualmente entrevistas a los pescadores. Estas entrevistas, llamadas *creel surveys*, recopilan una considerable cantidad de información. La información recopilada incluye: las horas de esfuerzo, la técnica de pesca utilizada, el tipo y cantidad de carnada y las especies de la pesca capturadas durante la jornada diaria. Estas encuestas se utilizan para determinar la variedad de especies y la cantidad de éstas que se pescan en la Reserva (DRNA, 2011). Además, el personal de manejo lleva a cabo pescas experimentales, se realizan 3 pescas al mes, dos días cada semana.

En el año 2000, el Departamento de Vida Silvestre y Pesquerías de la Universidad de Mississippi fue contratado para evaluar y desarrollar un Plan de Manejo para la pesca en la Reserva Natural de Humacao (Jackson, Dibble, Rundle, Ferrer, 2001). Este acuerdo tenía como propósito el evaluar los recursos pesqueros de las lagunas estuarinas, de manera que, se pudiera manejar la pesca recreativa del área (Jackson, et al., 2001).

Como resultado de este estudio, el cual fue realizado en el período de mayo del año 2000 hasta abril del año 2001 y publicado en el mes de diciembre del 2001, se ofrecieron múltiples recomendaciones basadas en observaciones y datos recopilados durante el mismo. Estas fueron:

- a) Mejoras estructurales que incluyan el acceso de los cuerpos de agua dulce al sistema de lagunas para ayudar en el proceso de reproducción de peces (sábalo y róbalo específicamente) que utilizan las lagunas en este proceso.

- b) En términos de manejo de especies se proponen estrategias de manejo de recursos que aumenten la abundancia relativa y la reserva de peces. La designación de peces clave así como las técnicas de pesca, veda y liberación que deben llevarse a cabo durante la actividad de pesca entre otras.
- c) Construcción de instalaciones recreativas en el sistema de lagunas Mandri. Así como la reparación de instalaciones sanitarias y recreativas existentes en el sistema de lagunas de Santa Teresa.
- d) Diseño de actividades educativas que ayuden a los pescadores a entender las limitaciones del recurso de la pesca, de modo que, puedan entender que hay que hacer buen uso de los recursos para evitar el desbalance en el ecosistema, la merma y/o extinción de especies.
- e) Mejoras estructurales en las instalaciones ya existentes de las Lagunas Santa Teresa (1 y 2) y Palmas.

### **Problema de estudio**

Han pasado diez años desde que se llevó a cabo un primer estudio sobre el recurso pesquero en la Reserva de Humacao por parte de la Universidad de Mississippi (Jackson, et al., 2001). Aunque se han mantenido las estadísticas de pesca recreativa en la Reserva durante esos 10 años, no existe una evaluación de los datos obtenidos. Tampoco existen evaluaciones de cómo ha cambiado la composición de especies de peces y la cantidad de peces capturados a partir del 2000. Más aún, no se ha evaluado si las recomendaciones del estudio se han

implantado en la Reserva y si son efectivas para promover la sustentabilidad del recurso pesquero. También, desde el año 2000, ha habido grandes cambios en la reglamentación de la pesca en Puerto Rico. Se hizo un Reglamento de Pesca en el año 2000 y otro en el año 2010, los cuales cambiaron las reglas para la pesca del sábalo y del róbalo. Es importante señalar, que para el año 2000, la pesca del róbalo y del sábalo no poseía restricción alguna.

De estos análisis, pueden surgir nuevas estrategias para ponerse en práctica. La insuficiencia de recursos e información sobre la salud actual de los recursos de pesca en la Reserva, limita a los manejadores en el proceso de seguimiento, desarrollo y práctica del Plan de Manejo. Además, pretendo obtener información que permita ofrecer sugerencias y aportaciones al Plan de Manejo de la Reserva, que sean cónsonas con la realidad de este espacio recreativo que es utilizado por pescadores y otros visitantes.

Los estudios de pesca son importantes para documentar la participación de los pescadores en esta actividad y el estado del recurso. La participación hispana en los Estados Unidos en la pesca recreativa ha aumentado significativamente; se espera que aumente de 55% a un 69% en agua dulce y salada en el próximo cuarto de siglo (Murdock, Backman, Ditton, Hoque & Ellis, 1992). Implementar y mantener las alternativas que propicien el uso y disfrute de estos recursos es lo que permite alcanzar la conservación del recurso para esta generación y las generaciones venideras.

## **Justificación**

Mi interés por la pesca recreativa se remonta al año 2002. En mi profesión como maestra, buscando recursos educativos para mis estudiantes, descubrí las clínicas de pesca que ofrece el DRNA. La División de Recursos Marinos ofrece clínicas de pesca para el público



general y decidí llevar a mis estudiantes a conocer los peces que habitan en la costa de Piñones y el embalse La Plata. Esta actividad entusiasmó y despertó el interés en la pesca en mis estudiantes año tras año. Sobre todo, como estudiante de manejo y conservación de recursos naturales, comencé a tener el interés de conservar este recurso que no conocía y resulta ser tan valioso. Despierta entonces mi interés de estudiar la fase recreativa de este recurso, la cual, comenzamos a conocer durante las clínicas de pesca. Decidí estudiar el recurso pesquero en la RNH, ya que está localizado cerca de mi residencia. Además, llamó mi atención la belleza de este lugar durante una visita que realicé para asistir a un torneo de pesca durante el mes de junio del pasado año.

Otro aspecto importante, es que no existe documentación sobre un estudio comparativo del recurso pesquero en el lugar. Sólo existe el estudio base realizado en el año 2000 por la Universidad de Mississippi. Además, es importante investigar cómo se invierte la asignación de fondos federales de pesca *Dingle- Johnson* que recibe este espacio. Sobre todo, cuando en la actualidad la Compañía de Turismo ha realizado una asignación de fondos con el propósito de convertir este lugar en la primera Reserva Ecoturística de Puerto Rico.

La Reserva Natural de Humacao es además un espacio donde los pueblos del área Este tienen la posibilidad de entrar en contacto con el panorama pesquero lagunero, lo cual convierte este espacio en un área de gran importancia. Este lugar, posee una diversidad de ofrecimientos, en términos de actividades recreativas. Tanto puede tomar un descanso en un lugar tranquilo rodeado por la naturaleza, como compartir un día de pesca con la familia. Dados los efectos antropógenicos que conllevan estas actividades, es imperativo monitorear el uso de estos recursos. Mediante la ejecución de un estudio que demuestre la salud de este recurso pesquero en el área, se puede lograr optimizar el mismo, de manera que logre un nivel sustentable. Para

lograr disminuir el riesgo de deterioro y uso indebido de este recurso, es necesario conservarlo mediante el uso de técnicas de manejo adaptativo. Por lo tanto, este estudio pretende ofrecer recomendaciones que ayuden a mejorar el uso y manejo del recurso pesquero.

### **Preguntas de investigación**

- 1) ¿Cuál es el estado del recurso pesquero en la Reserva Natural de Humacao?
- 2) ¿Cuánto esfuerzo de pesca invirtieron los pescadores recreativos en la RNH en el año 2010?
- 3) ¿Cuáles recomendaciones del estudio base del 2000 fueron implementadas en la Reserva de Humacao?

### **Meta**

Evaluar la actividad de pesca recreativa en la Reserva Natural de Humacao para determinar el estado del recurso pesquero y ofrecer recomendaciones que sostengan las poblaciones.

### **Objetivos**

- 1) Determinar la biodiversidad y abundancia de peces capturados en la Reserva para comparar con los datos del estudio base del 2000.
- 2) Evaluar las tendencias de participación de pescadores recreativos, deportivos y de subsistencia y el esfuerzo de pesca para determinar el impacto sobre el recurso pesquero.
- 3) Evaluar la incorporación de las recomendaciones del estudio base del 2000 en el Plan de Manejo de la Reserva para determinar su implantación y su estado actual.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **Trasfondo histórico**

Los archivos históricos de la Reserva Natural de Humacao establecen que esta región estaba constituida por humedales boscosos a lo largo del río Antón Ruiz en el pueblo de Humacao. Para los años 1920, esta área era dedicada a la siembra de caña de azúcar y cocales (Figura 1). Por lo tanto, estas lagunas fueron dragadas y preparadas para este menester con el uso de bombas y diques que aún permanecen en los terrenos para recordarnos su función (Archilla, 1981). En las postrimerías de los años setenta, a causa de eventos naturales relacionados con la temporada ciclónica del Huracán David y la Tormenta Tropical Federico, los terrenos cambiaron su constitución topográfica. Es entonces que el área se convierte en una inundada y formó el sistema de lagunas Mandri, Santa Teresa (1 y 2) y Palmas que prevalecen hoy día (DRNA, 1986). Las lagunas de la Reserva Natural de Humacao (RNH) están conectadas al mar Caribe por el río Antón Ruíz, canal Mandri y por el canal Frontera. El río Antón Ruíz conecta con las lagunas Mandri (1, 2,3) y el canal Frontera con las lagunas Santa Teresa1 y Palmas (Rundle et al., 2002). De éstas, las lagunas Santa Teresa 2 y Palmas quedan aisladas del resto del sistema, excepto en períodos de lluvia copiosa (Vilella & Gray, 1997) cuando se conectan. Cabe mencionar, que el sistema de lagunas Mandri es casualmente afectado por las mareas en tiempos de lluvia copiosa y las lagunas restantes, Santa Teresa y Palmas, poseen poca o ninguna interacción con las mareas (Rundle et.al., 2002). Históricamente las lagunas Mandri son influenciadas por las mareas oligohalinas, con poca salinidad que fluctúan entre cero a cinco partes por mil (Schwartz, 2004). Las lagunas Santa Teresa 1 y 2, así como Palmas, poseen

muelles de pesca para los pescadores de orilla, a diferencia de las lagunas Mandri en que el acceso es limitado. Es por esto, que los pescadores que desean pescar en el sistema Mandri lo hacen mayormente utilizando botes (Rundle et.al, 2002). Es importante señalar, que los accesos de las lagunas Mandri al Mar Caribe fueron afectados por la implementación de un Plan de Control de Inundaciones o Plan de Mitigación para el río Antón Ruíz para las comunidades aledañas al sector Punta Santiago en Humacao en el año 1999 (Schwartz, 2004). Como parte del plan, se construyó un dique para controlar el acceso del río Antón Ruíz en tiempos de alta precipitación. Las recomendaciones ofrecidas en el estudio base del año 2000 trabajan con este acceso a las lagunas, ya que esta construcción afecta los ciclos de reproducción de especies importantes en la pesca recreativa, debido al aumento en la salinidad de las lagunas (Jackson, 2001). Lagunas como Santa Teresa (1 y 2) y Palmas tenían poca salinidad y en la actualidad están a 15 a 20 partes por mil (Estudios Técnicos, 2009). Además, éstas se encuentran aisladas del resto de las lagunas, lo que no permite una entrada de peces constante. Dos veces al año, durante la época seca y la lluviosa, el Canal Frontera permite el acceso de peces nuevos a estas lagunas. Por lo tanto, en los meses restantes la cantidad de peces disminuye, la reproducción no puede llevarse a cabo en estos espacios y se reduce su población. Estos hechos a su vez, alteran la composición de peces que albergan estos espacios, y así a la pesca recreativa directamente.

Dados los esfuerzos realizados por las comunidades aledañas al lugar, ejemplo de estos los residentes del sector Villa Palmira, así como a grupos ambientalistas que ejercieron presión al gobierno señalando su importancia y valor ecológico, para el 1984 estos terrenos pasaron a ser propiedad del gobierno (DRNA, 1986). Ante estas circunstancias, esta área pasó a convertirse en el “habitáculo silvestre más rico en Puerto Rico” (Archilla, 1981). Dada la biodiversidad que podía observarse en el lugar, las agencias de gobierno pertinentes designaron esta área como el

Refugio de Vida Silvestre de Humacao. Una variedad de aves, peces, reptiles y crustáceos entre otros, invadieron el lugar después de los eventos atmosféricos. El Refugio de Vida Silvestre de Humacao tenía como misión la preservación y conservación de esta variedad de organismos.

Finalmente en el año 1986, este espacio fue convertido en la Reserva Natural de Humacao (RNH). Para que un lugar sea convertido en reserva natural, es necesario que el DRNA identifique el lugar como uno de alto valor ecológico que necesita ser preservado, conservado o restaurado ya que posee características únicas por la diversidad de recursos naturales que este posee (Reillo & Rosario, 2008). Además, el lugar debe poseer una importancia inalienable en términos sociales y geográficos para las comunidades que lo rodean. Acto seguido, la Junta de Planificación determina si en efecto posee los atributos que lo hacen único y especial; y lo designa como de alto valor ecológico en las categorías del Plan de Uso de Terrenos (Reillo & Rosario, 2008).

Existen criterios que el lugar determinado a ser reserva debe cumplir. Entre estos podemos mencionar: condición regional única, poseer vulnerabilidad al enfrentarse con la presión social y económica, ser víctima de uso no apropiado de los recursos no renovables, así como poseer uso actual o potencial de desarrollo recreativo o turístico, entre otros (DRNA, 2006). En otras palabras, el otorgar a un lugar el título de reserva se traduce en que el gobierno ha decidido proteger ese lugar utilizando los principios de conservación, preservación y restauración en dicho lugar a perpetuidad (Reillo & Rosario, 2008).

Es por esta razón que la RNH está abierta al público general para su uso y disfrute. En este lugar, se llevan a cabo actividades educativas y recreativas, donde la pesca recreativa es uno de sus mayores atractivos. El DRNA del gobierno de Puerto Rico maneja estas instalaciones, excepto el Bosque de *Pterocarpus*. En el año 2000, el DRNA, como parte de las estrategias de

manejo, contrató a la Universidad de Mississippi para que realizara un estudio donde se evaluara la pesquería de la RNH. De este estudio surgieron recomendaciones para el Plan de Manejo de la Reserva, de modo que, el recurso mejorara su estado y aumentara la cantidad y abundancia de especies.

En un acuerdo realizado entre DRNA, la Compañía de Turismo y el Programa de Educación Comunal de Entrega y Servicios, conocido como PECES, en 2006, se propuso convertir la RNH en la primera reserva ecoturística de Puerto Rico. Este acuerdo persigue utilizar este recurso de forma sustentable, brindándole participación a la comunidad con el desarrollo de micro empresas, que a su vez, promueven el desarrollo económico del área; mientras que se fomentan la conservación y la preservación de los recursos. La Compañía de Turismo define los términos ecoturismo e instalación ecoturística. *Ecoturismo* se define como una modalidad del turismo sostenible donde los visitantes disfrutan de experiencias donde los atractivos naturales y culturales predominan, asegurando la conservación de los recursos y la actividad económica para la comunidad sin comprometer el patrimonio de futuras generaciones (Abruña, 2007). Una *instalación ecoturística* se define como la infraestructura necesaria para dar apoyo a la operación y/o actividad ecoturística (Abruña, 2007). Por lo tanto, la designación de este espacio para el ecoturismo, promueve un mayor impacto en el recurso pesquero, ya que más visitantes disfrutarán de la experiencia de la pesca recreativa en un lugar con alto valor escénico y ecológico. De acuerdo al DRNA, en el documento donde se establecen los usos permitidos en una reserva, se establece que la propuesta de caminatas, buceo, pasadías y usos recreativos está permitido por ley (DRNA, 2006). Al presente, existen micro empresas que ofrecen recorridos guiados, así como paseos en kayak entre otras actividades recreativas, que promueven el desarrollo socio económico del área. En un futuro, las facilidades serán

promovidas formalmente por la Compañía de Turismo, lo cual aumentará, más aún, el uso del recurso pesquero.

## **Marco conceptual**

### **Sistema estuarino**

Un *sistema estuarino* se define como un cuerpo de agua semi cerrado con dilución gradual de agua salina (Pritchard, 1967). Es decir, una zona de mezcla de agua marina con agua dulce como en la desembocadura de los ríos (Flores, 2000). En el caso de las lagunas estuarinas, estas reciben un aporte pluvial y fluvial que es mayor que la evaporación (Flores, 2000). La elevada fertilidad de lagunas costeras y estuarios mantiene una rica y compleja cadena alimenticia caracterizada por una elevada producción pesquera (Day et al., 1973). Aproximadamente un 70% de las especies importantes para la pesca, lo constituyen organismos provenientes de las lagunas estuarinas u organismos que de alguna forma concretaron su ciclo de vida en estos cuerpos de agua (Flores, 2000). Según De la Guardia et al. (2003), en la laguna costera de Guanabacoa en Cuba, las especies más destacadas en la pesca recreativa son el sábalo (*Megalops atlanticus*) y el macabí (*Elops saurus*) (Figura 5). Este hecho coincide con la distribución de especies importantes en la pesca de la RNH. Ferrer y Dibble (2008) concluyeron que los peces capturados en la RNH incluyen: el sábalo (*Megalops atlanticus*), el róbalo común (*Centropomus undecimalis*) (Figura 6), el róbalo espina de espada (*Centropomus ensiferus*) y las tilapias (*Tilapia mossambicus*) y (*Tilapia rendalli*) (Figura 4). A su vez, contrasta con datos publicados por el personal de la reserva, donde también incluyen el macabí (*Elops saurus*) como una de las especies principales entre las mencionadas anteriormente. La biodiversidad de la Reserva es mixta, ya que se destacan peces que viven mayormente en embalses, como la tilapia y especies que son primordialmente de agua salobre como el róbalo y el sábalo. Dados los

cambiantes niveles de salinidad que existen en este ecosistema, las especies residentes tienen unas características adaptativas que les permiten tener éxito en el mismo (Ferrer y Dibble, 2008).

Las tilapias (*Oreochromis mossambicus*) y (*Tilapia rendalli*) son peces nativos de África que fueron introducidos a muchos países del mundo (Figura 4). En este momento, es el pez más utilizado en el campo de la piscicultura o cultivo de peces a nivel mundial por sus características (Saavedra, 2006). Posee características adaptativas tales como: la resistencia a enfermedades, una alta tasa de reproducción y crecimiento, la habilidad para consumir una diversa variedad de alimentos, la tolerancia a ambientes con baja tasa de oxígeno disuelto, así como tolerancia a diferentes niveles de salinidad (Bocek, 2009). Estas especies poseen una gran capacidad para producir alevines, lo que las convierte en especies de cultivo. Es por esto, que fueron introducidas en Puerto Rico a partir de los años 80, primordialmente para el control de malezas en los embalses y canales de riego. Posteriormente, la sobre población de esta especie la convirtió en una de las especies preferidas de la pesca recreativa en Puerto Rico, tanto en embalses como en lagunas (DRNA, 1986).

El sábalo (*Megalops atlanticus*) es un pez asociado a ambientes costeros, estuarinos y manglares, así como a la desembocadura de los ríos (Figura 6). Estos desovan en el mar y luego se dirigen a las costas y ríos para completar su ciclo de vida. Son cazadores voraces y son efectivos en lugares donde habita la tilapia, ya que se alimentan de éstas controlando su población. En Puerto Rico, este organismo desova fuera de la costa entre los meses de marzo y agosto y luego entra al estuario para aprovechar los recursos disponibles y continuar con su ciclo de vida (Rundle, 2002). En la RNH, estos suelen encontrarse particularmente en aguas oscuras poco profundas, y no contaminadas, como en las aguas de las lagunas de Santa Teresa (Rundle, 2002).



Asimismo, el róbalo (*Centropomus undecimalis*) es una especie que representa reto para los pescadores recreativos ya que no se deja atrapar fácilmente (Figura 6). Por lo general, se encuentra en lagunas salobres, usualmente en aguas con poca luz, por tanto no es muy activo durante el día, pero lo es durante la noche (Camacho &, Gadea, 2005). No tolera bajas temperaturas y suele desovar durante el verano cerca de la playas (Jackson, 2001). En la RNH, se encuentran mayormente en las pequeñas cuencas del sistema de lagunas de Santa Teresa, donde los juveniles están protegidos en contra las corrientes y las olas (Jackson, 2001).

El macabí (*Elops saurus*) es una de las pocas especies de peces que pasa por el proceso de metamorfosis (Figura 5). Durante su etapa temprana de crecimiento, este organismo puede tolerar diferencias en salinidad, temperatura y hábitat en general, dicho de otro modo, puede tolerar condiciones ambientales extremas (Levesque, 2010). En estado juvenil el macabí viaja largas distancias desde la costa hasta áreas interiores en lagunas estuarinas, donde se establece en zonas con baja salinidad. Prefiere lugares con el fondo de arena, llenos de lodo o combinación de estos (Levesque, 2010). Resulta importante recalcar que esta especie experimenta diferentes niveles de salinidad durante su ciclo de vida, pero más importante aún es que los estuarios representan un área de crianza adecuada para la supervivencia de ésta (Mc Bribe et al., 2001). Los alevines de esta especie abundan durante la primavera (Mc Bribe et al., 2001) y en la RNH se encuentran mayormente en los canales que conectan con las lagunas Mandri.

Según Mallison y Cichra (2004), tanto las agencias estatales como federales realizan estudios para obtener estadísticas intercepto para informar las decisiones de manejo de pesquerías e investigación. Estos constituyen una técnica apropiada de muestreo para valorar y evaluar los programas de manejo, ya que miden tanto el esfuerzo de pesca como la captura, que son la meta fundamental de las acciones de manejo. Las encuestas intercepto, comúnmente

llamadas *creel surveys* en el argot de la pesca, implican el contar la cantidad de especies capturadas y entrevistar a los pescadores mientras se recorren las instalaciones pesqueras (Mackenzie, 1991; Robson, 1991; Malvestuto, 1996). El método más utilizado en las encuestas intercepto, *creel survey*, consiste en estimar el esfuerzo total del día (o promedio del día) y la tasa media de captura. Es decir, que el esfuerzo total se mide en horas de esfuerzo del pescador y el total de peces capturados en esas horas (Hoenig et al., 1997). Por lo tanto, el personal que realiza las encuestas decide el método a utilizar ya que ellos determinan el período y las horas en que se realizan las encuestas, que son totalmente al azar. Durante este período, se cuenta la cantidad de peces por inspección visual y se procede a medir y pesar en milímetros y en gramos, respectivamente, al tiempo que se clasifica según la especie a la que pertenece (DRNA, 2006). Otra modalidad que se utiliza para determinar la actividad de pesca recreativa en Puerto Rico son las encuestas realizadas durante los torneos, las cuales están diseñadas para evaluar la captura y esfuerzo de pescadores en torneos de pesca (DRNA, 2006). Según se mencionara anteriormente, la RNH participa de los torneos auspiciados por el DRNA en el mes de junio. Durante este mes se celebra el mes de la pesca recreativa en Puerto Rico.

### **Pesca Recreativa**

En el pasado, la pesca en la RNH era menos deportiva o recreativa, ya que representaba la primera fuente de ingresos de algunos residentes aledaños a ésta (Ferrer &, Dibble, 2008). La *pesca recreativa* se define como “pesca por placer, diversión o relajación para consumo personal” (Pawson, Glenn &, Padda, 2008). Cabe mencionar, que se ha establecido en algunos foros que la *pesca deportiva* es un tipo de pesca recreativa más deportiva, de competencia, técnicamente más compleja en la cual se establece que los objetivos primordiales son encontrar y capturar peces que representen reto (Pawson, Glenn &, Padda, 2008) y se otorgan premios a los

participantes que más pescan ó cumplen con otra meta definida. Sin embargo, el diccionario *Word Reference*, define la pesca recreativa como una donde hay reglas, leyes y licencias donde domina la pesca con caña comúnmente conocida como “*angling*.” Por otra parte, define la pesca deportiva como una donde el objetivo es capturar el mejor ejemplar, con características sobresalientes y sin fines de lucro. Además, existe una faena que se conoce como la *pesca de sustento*, la cual se define como una que sirve para proveer sustento a la familia y al individuo que la realiza (Cifuentes, Torres y Frías, 2002). Definitivamente, esta visión ha cambiado, ya que, en el presente la Reserva representa un lugar donde se disfruta de varias actividades recreativas, de las cuales, se destaca la pesca recreativa y el disfrute de su alto valor escénico. Este cambio en la visión del uso de aguas interiores se refleja en el Reglamento de Pesca de Puerto Rico, que prohíbe la pesca comercial en ríos, embalses y lagunas (DRNA, 2010).

La pesca recreativa con caña, conocida en inglés como *angling*, ha tomado una importancia social y económica, no solo porque los pescadores invierten en equipo sino porque también representa una actividad social, familiar e individual (Hunt & Ditton, 2001). El aspecto económico ha resultado ser un incentivo en la conservación, protección y restauración de los estuarios. En el año 2006, la pesca recreativa generó billones de dólares en pequeños negocios tales como tiendas, restaurantes y hoteles (Van Voorhess & Prichard, 2007), ya que el turismo atrajo personas a los lugares donde se practica esta actividad. Basado en estos datos, la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) y el Servicio Nacional de Pesquerías utilizaron sus estatutos de ley, así como la conexión ecológica para invertir dinero y esfuerzo en los estuarios. Estas acciones trajeron consigo rendimientos positivos relacionados a la salud de las poblaciones de peces, así como para el desarrollo económico de las comunidades costeras (Dibble, Mc Glynn & Bigford, 2008).

En Europa, la pesca recreativa constituye una importante actividad económica y social. Posee un promedio de participación del 10%, de los gastos considerables que esta actividad conlleva (Arlinghaus &, Cooke, 2009). Recientemente, los científicos y manejadores de pesquerías europeas comenzaron a prestarle atención al aspecto económico en las decisiones relacionadas al recurso pesquero (Pawson et al., 2008). Se percataron de las implicaciones que el aspecto económico tiene en las poblaciones de peces en la comunidad europea y otros países, excepto los Estados Unidos (Coleman et al., 2004; Cooke &, Cowx, 2004, 2006). En Australia los gastos en equipo relacionado a la pesca recreativa proveen beneficios tanto a las comunidades locales como a los operadores de embarcaciones. Los últimos obtienen menos ganancias ya que invierten en combustible y gastos relacionados con el mantenimiento de las embarcaciones (Galeano et al., 2004).

La pesca recreativa resulta ser económicamente rentable y lucrativa en la Región de Everglades, Florida ya que se generan 1.2 billones de dólares al año. Además, genera 378 millones de dólares al año en ganancias a negocios, en salarios, sin olvidar los cerca de 12,000 empleos directos (Fedler, 2009). En resumen, genera ingresos suficientes como para mantener la población y las agencias del gobierno, por tanto las especies capturadas tienen un alto rendimiento económico y la actividad de pesca, a su haber, un efecto multiplicador (Fedler, 2009).

Para conservar áreas con alto valor ecológico, cultural y social es necesario utilizar la conservación sobre la preservación (Chabert, 2005). Asimismo, Chabert (2005) explicó que la conservación no se limita únicamente a preservar un ecosistema de forma prístina, señala que debe integrar una planificación inteligente. De modo que, se utilicen los recursos adecuadamente, sin afectarlos negativamente o de forma irreparable. En estos tiempos, los

efectos de la contaminación u otras influencias negativas pueden ser irreversibles en algunos ecosistemas, por esta razón es imperativo redactar un Plan de Manejo. Los planes de manejo son un requisito establecido por ley para los terrenos que son protegidos, en especial las reservas naturales (Reillo &, Rosario, 2008). Una *reserva natural* es un área importante de recursos costeros que se encuentra ante riesgo latente, que debe preservarse fundamentalmente en su condición existente ó restituir su condición previa (DRNA, 2010). En Puerto Rico se han designado alrededor de treinta y siete reservas naturales, algunas de ellas por legislación. La más reciente, es la Gran Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste, que espera por la designación de la Junta de Planificación, la cual está localizada entre los pueblos de Fajardo y Luquillo.

### **Plan de Manejo**

Valdés Pizzini (2008) define un *Plan de Manejo* como un documento donde se diseñan estrategias de conservación que puedan implementarse en un período de tiempo definido, con logros específicos, que tengan como meta la conservación de los recursos naturales y culturales de un área específica. Por su parte, Reillo y Rosario (2008) definen un *plan de manejo* como un instrumento de planificación que incluye componentes esenciales que incluyen la delimitación del área a manejarse, los conflictos que enfrenta, su valor ecológico, la descripción detallada de sus características; así como las pautas que guiarán la toma de decisiones en el plan y los principios de su implementación en una reserva. Por lo tanto, el plan de manejo de una reserva posee una combinación entre los componentes antropogénicos y los naturales, los cuales deben procurar desarrollarse de forma balanceada. Es importante recalcar, que un plan de manejo incluirá la política pública, los objetivos y las metas que utilizará el oficial de manejo como principios rectores de su función, mientras que un plan operacional trabaja meramente con

asuntos cotidianos tales como los horarios de operación y el mantenimiento del área (Reillo & Rosario, 2008).

La agencia facultada para la creación de planes de manejo es el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Los planes de manejo para reservas se construyen bajo el poder otorgado por la política pública establecida en la Ley Orgánica del DRNA Núm. 23 del 20 de junio de 1972, según enmendada (Reillo & Rosario, 2008). La RNH, posee lagunas costeras, por tanto es responsabilidad de la División de Zonas Costeras (DZC), adscrita al DRNA construir los borradores del Plan de Manejo, los cuales tienen participación científica. El Plan de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico (PMZCPR), establecido en 1978, como elemento costero en el Plan de Uso de Terrenos de la Junta de Planificación es el custodio del uso de los terrenos de la Reserva (Díaz, 2005). Las agencias gubernamentales estatales y federales tales como: la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la Agencia de Protección Ambiental (APA) y el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos (CIEU) se encargan de la implementación de políticas relacionadas a la protección de los recursos (Díaz, 2005). Los Planes de Manejo deben ser revisados en un término de cinco años, pero pueden ser modificados antes de este término, según la necesidad (Reillo & Rosario, 2008).

### **Manejo Pesquero**

El manejo pesquero en muchas partes del mundo ha sido ineficiente. Esto se debe a una diversidad de razones que incluyen: la limitación de recursos financieros y humanos, la falta de información para manejar las especies y el ecosistema, la falta de voluntad política, pero sobre todo la falta de un monitoreo adecuado (Angostinho, Gomes & Dirco, 2004). El *manejo pesquero* es un conglomerado de estrategias ó maniobras sistemáticamente organizadas que avalan la conservación, defensa y proliferación de los recursos pesqueros (Pérez, Barbarino,

Castillo y Fabré, 2011). La presión a la que están sometidos los ecosistemas marinos por parte de los humanos ha creado una disminución de abundancia y distribución de peces a nivel genético y ecológico (Agardy, 2000). En Brasil existen lugares donde el monitoreo no se ha realizado en treinta años, lo que dificulta el establecer técnicas innovadoras, ya que este recurso es dinámico (Angostinho, Gomes & Dirco, 2004). Por otro lado, en Ghana, África se han utilizado diferentes alternativas para el manejo pesquero que incluyen: el cierre de las instalaciones de pesca dos días en semana, la prohibición de algunas técnicas de captura, la veda de pesca en los meses de reproducción de aves acuáticas y la vigilancia (Gbogbo, Oduro & Oppong, 2008). En la RNH, se han puesto en práctica acciones de manejo que han redundado en un mejoramiento del hábitat tanto para el recurso pesquero como para las aves acuáticas (Llompart, 2005). No obstante, es importante re-evaluar cómo se encuentra el recurso pesquero actualmente.

Según Lilyestrom (2005) la implementación del Nuevo Reglamento de Pesca del DRNA ha tenido como propósito transformar la pesquería colapsante en una actividad sustentable. Factores como: la prohibición de diversos métodos de captura (específicamente del chinchorro), la cuota de peces capturados por día por embarcación o pescador y los períodos de veda para la captura de ciertas especies, han logrado conciliar en cierta medida los requerimientos federales de la pesca en Puerto Rico (Lilyestrom, 2005). Conforme al Nuevo Reglamento de Pesca (DRNA, 2010), la veda de pesca se establece como la prohibición de captura de una especie en particular en un período de tiempo. Ejemplo de esto, es la veda de caza del mero pinto (*Mycteroperca venenosa*) en el período que comprende el primero de febrero al treinta de abril de cada año; donde se estipula devolverlo al mar vivo o muerto si es capturado sin intención. Además se prohibió la captura de sábalos (*Megalops atlanticus*) en la RNH.

La pesca recreativa, como actividad no había sido considerada como importante, ya que se pensaba en la pesquería comercial como la única actividad que afectaba el recurso pesquero. Los censos de pesca comercial reflejaron cambios abruptos en la actividad mostrando signos de sobre pesca en las últimas dos décadas (Lilyestrom, 2005). En muchos países, la pesca recreativa converge con la pesca comercial ya que ambas compiten por los mismos recursos los mismos espacios de pesca y las formas de captura (Pawson, Glenn &, Padda, 2008). Sin embargo, en Puerto Rico está delimitada la forma de captura para los pescadores recreativos y para los comerciales. Aunque los pescadores recreativos en Puerto Rico poseen el Nuevo Reglamento de Pesca por el cual se rigen, los recursos son los mismos y se han limitado. Desde el año 2000 al 2005 la captura total en la pesca recreativa mermó aproximadamente un 40% en diversas especies (Lilyestrom, 2005).

A nivel mundial, tanto las poblaciones de peces de agua dulce como las marinas están siendo amenazadas por los impactos antropogénicos tales como: la eutroficación, la introducción de especies exóticas, la sobre pesca y la pérdida de hábitat y biodiversidad, entre otros (Wolter & Arlinghaus, 2003). Un factor importante es la pérdida de biodiversidad, la cual afecta no solo los valores culturales de las poblaciones que practican la pesca, sino la sustentabilidad del recurso y el sustento de la vida humana (Holmlund &, Hammer, 1999). El impacto de los pescadores recreativos comparado con los pescadores comerciales es menor, sin embargo, al juntar todos los pescadores recreativos situados en diferentes lugares, el impacto es acumulativo, pero este factor no se ha estudiado (Lewin, Arlinghaus &, Mehner, 2006). En Estados Unidos, la pesca recreativa, no se visualiza como un problema entre pescadores recreativos y comerciales, ya que se ve la pesca recreativa como actividad aislada, no colectiva, por tanto no se ven los efectos de la explotación del recurso (Veiga et al., 2010). En la actualidad, el problema de la sobre pesca es



uno de proporciones mundiales y es preocupante (FAO, 2002; Pauly et al., 2002; Hilborn et al., 2003), ya que ha disminuido poblaciones de peces y cantidad de especies, mientras que otras han colapsado a un nivel que urge una pronta respuesta de manejo (Roberts et al., 2003). La *sobrepesca* se define como la utilización excesiva de un recurso renovable, en este caso el recurso pesquero, que pone en riesgo su prolongación (Lleonart, 1998). Un factor importante a considerarse que muchas veces los usuarios del recurso no conocen las alteraciones del recurso relacionadas con los cambios ambientales. Por tanto continúan beneficiándose de la misma manera, sin tomar en consideración las implicaciones de sus acciones (Lleonart, 1998). La sobre pesca de especies no es la única amenaza para evitar la recuperación de los bancos de peces, es la combinación de presiones actuales las que podrían llevar esta situación a una muy seria (Allan et al., 2005). Cabe mencionar, que existen dos tipos principales de sobre pesca que promueven la pérdida de biodiversidad. La primera es la pesca intensiva de especies principales, la cual disminuye la captura por unidad de esfuerzo y el tamaño de los organismos capturados. Ejemplo de esto se aprecia en la RNH, donde la construcción del dique por parte del Cuerpo de Ingenieros promovió la separación física del acceso del río Antón a las lagunas Mandri y por tanto, favoreció el crecimiento de unas especies sobre otras y las convirtió en especies principales. Por otro lado, la sobre pesca de aglomerados o sobre pesca ecológica, la cual promueve la captura de peces que pertenecen a altos niveles tróficos en la cadena alimenticia disminuye lo abastos. Por lo tanto, implica el agotamiento de peces grandes, llamados piscívoros, que acarrea un desbalance en los niveles tróficos (Allan et al., 2005). En muchas áreas de Asia la pesca comercial ha sido abandonada por la pesca recreativa y de subsistencia lo que podría ayudar en la restauración de los bancos de peces (Cooke &, Cowx, 2004).

Entre los factores que impactan las poblaciones de peces podemos mencionar: el atrapar peces indiscriminadamente, ya que interrumpe el que estos lleguen a la edad y al tamaño propicio para la reproducción. Además, el retraso en la recuperación de las poblaciones de peces por procesos naturales, ha sido resultado de la sobre pesca. De igual forma, los cambios en los niveles tróficos y la modificación del hábitat han sido factores relacionados al impacto antropogénico en el recurso pesquero. De igual manera, la pérdida de equipo de pesca se ha transformado en una fuente de contaminación para el ecosistema (Lewin, Arlinghaus & Mehner, 2006).

En conclusión, existe una gran necesidad de promover la interacción y desarrollo de prácticas de manejo e investigación científica, de modo que al momento de la toma de decisiones relacionadas al recurso pesquero, se tomen en consideración los aspectos socioeconómicos, antropológicos y ambientales (Cowx & Anrooy, 2010). La integración de estos aspectos, al enfoque biológico tradicional de la pesquería es extremadamente necesaria para aumentar las poblaciones y conservar el recurso (Cowx & Anrooy, 2010).

### **Estudio de casos**

La pesca recreativa marina como actividad, comenzó a ser monitoreada en Puerto Rico en el año 2000, por el programa *Marine Recreational Fisheries Statistics Survey* (MRFSS) (Lilyestrom, 2005), y previo a esto, solo existían datos sobre la pesca comercial. En ese mismo año, la actividad pesquera de la RNH fue monitoreada por el Departamento de Vida Silvestre y Pesquerías de la Universidad de Mississippi. Los estudios de casos que se presentan a continuación tienen como propósito describir la actividad de pesca recreativa en la Reserva Natural de Humacao, así como en dos lagunas costeras en Ghana, África. Además muestran la

utilización de las encuestas intercepto, *creel surveys*, como herramienta para estudiar la composición de especies en Sur África.

En el estudio titulado *Conexión entre el ambiente y el éxito pesquero en el sistema lagunar de La Reserva Natural de Humacao, Puerto Rico*, (Ferrer, 2008), tiene como propósito evaluar las pesquerías de la RNH. En esta evaluación, que se llevó a cabo entre los meses de marzo y mayo de los años 2000 y 2001, se integró la información ecológica y ambiental con el componente social que utiliza los recursos pesqueros de la Reserva. Cabe mencionar que se realizaron encuestas intercepto a 343 pescadores y se estimó el esfuerzo total de pesca anual, el cual obtuvo un total de 26,581 horas. Durante la misma, se integró el uso de factores meteorológicos tales como: las pulgadas de lluvia en el área, la presión barométrica, la velocidad del viento y la temperatura. Además, se utilizaron las variables ambientales que incluían entre otras la transparencia del agua (*Secchi disk*), la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad del agua. Además, se incluyeron en este estudio, las variables biológicas relacionadas con los métodos de captura. Estas variables fueron integradas a un análisis estadístico computadorizado para ayudar a los pescadores a mejorar la captura de las especies principales en la Reserva. Estas especies resultaron ser la tilapia pecho rojo (*Tilapia Rendalli*) y la tilapia mozámbrica (*Oreochromis mossambicus*) de las cuales se capturaron un total de 107 especímenes, el sábalo (*Megalops atlanticus*) cuya captura fue de 16 especímenes y el róbalo (*Centropomus undecimalis*) del cual se capturaron 58 especímenes. En conclusión, se determinó que los días con mayor precipitación favorecen la captura de la tilapia, mientras que los días más secos y calurosos favorecen la captura del sábalo. Mientras que la captura del róbalo es más probable durante los días en que el agua tiene mayor turbidez.

En el estudio titulado: *Angling Assessment of the Fisheries of Humacao Natural Reserve Lagoon System, Puerto Rico* (Ferrer, 2005), se utilizó un *creel survey* para entrevistar a 343 pescadores en términos de la cantidad de peces y especies capturadas entre meses de marzo y mayo de los años 2000 y 2001. Además, se utilizó un cuestionario social y de actitudes, para evaluar razones por las cuales los pescadores visitaban la Reserva y de igual manera, clasificar en categorías los pescadores que visitaban la misma. El propósito fundamental de la investigación fue proponer prácticas de manejo en el lugar. En conclusión, en términos de las especies, se obtuvieron los mismos resultados que en la investigación anterior, resultando la tilapia el pez más capturado de la Reserva con 107 especímenes y el sábalo el de menor captura con 16 especímenes. Los resultados del cuestionario reflejaron que existen tres grupos de pescadores que visitan la RNH. Estos son: los de subsistencia, para los cuales la Reserva representa una fuente de alimento permanente y accesible; los recreativos, para los que este lugar representa una actividad al aire libre y los deportivos, que visitan el lugar con el propósito de pescar para competencia, y les atrae la dinámica entre el pez y ellos. De esta investigación, se desprende que las técnicas de manejo aplicadas a la RHN deben estar en armonía con las percepciones de los pescadores.

En el estudio titulado *Fisheries of two tropical lagoons in Ghana, West Africa* (Dankwa, Shenker, Lin, Ofordi & Ntiamoa, 2004), se estudia la abundancia de especies en las lagunas costeras Keta y Songor las cuales se tienen diferentes usos. Entre estos, se destacan el mantenimiento del ambiente para las especies de tilapia, (*Sarotherodon melanotheron*) y (*Tilapia guineensis*) que son de importancia comercial, ser un área de alimento para aves acuáticas y un área de obtención de sal mediante evaporación. El propósito de esta investigación es recopilar información sobre la biodiversidad y la abundancia de especies, así como el estado de salud de

los bancos de peces y el uso de los recursos pesqueros; para fomentar estrategias que conlleven una explotación sustentable de los recursos pesqueros entre otros. La investigación se llevó a cabo en los meses de diciembre del año 1997 y en febrero del año 1998. La metodología de este estudio, utilizó la división en cuadrantes de las dos lagunas, Keta en nueve secciones y Songor en cuatro secciones que fueron basadas en profundidad y vegetación. Luego, los especímenes fueron capturados y clasificados por especie; además fueron pesados para estimar la cantidad de peces. Acto seguido, se procedió a medir factores ambientales relacionados con la salinidad, el pH, el oxígeno disuelto, la temperatura y la turbidez. En conclusión, en términos ambientales la única variable fue la salinidad, la cual fue mayor en Songor. En términos de biodiversidad y abundancia de especies, Songor poseía una mayor cantidad de especies e individuos. Sin embargo, las especies más abundantes en las dos lagunas fueron la tilapia negra (*Sarotherodon melanotheron*) y la tilapia roja (*Tilapia guineensis*) respectivamente. Un factor a considerar en estas lagunas es que poseen un libre intercambio de agua entre los cuerpos de agua salada y de agua dulce. Las recomendaciones que se desprenden de este estudio promueven la utilización de tecnología, la selección de otros medios de subsistencia y la disminución en la intensidad de la actividad de la acuicultura; para de ese modo, aumentar la sustentabilidad de las lagunas.

Por último, en el estudio titulado *The use of the roving creel survey to monitor exploited coastal fish species in the Goukamma Marine Protected Area, South Africa*, (Van Zyl, 2011) se estudia el uso del *roving creel survey* para investigar la composición de especies en las lagunas *Buffalo Bay* y *Groenvlei* respectivamente. Esta investigación tuvo una duración de 17 meses y las encuestas intercepto se llevaron a cabo utilizando el muestreo aleatorio estratificado. Mediante el uso de información recopilada durante las encuestas, se pudo calcular el esfuerzo de captura,

además de determinar los puntos de pesca más visitados por los pescadores. Además, se comparó la captura durante el fin de semana y los días de semana.

De acuerdo con los resultados presentados en esta investigación, el mayor esfuerzo se registra durante los fines de semana. La captura total registra 361 peces en la laguna *Groenvlei*. Más aún, que los pescadores prefieren áreas de fácil acceso para llevar a cabo su ejercicio de pesca. En términos de composición de especies, resultó que el pez de cola negra (*Diplodus sargus capensis*) dominó en términos de captura con un 66%, mientras que otras especies tales como el *Dichistius capensis* y el *Rhabdosargus holubi*, representaban un porcentaje de 11% y 3% respectivamente. Este hecho muestra la dominancia de la especie principal, así como el establecer prácticas efectivas de manejo que ayuden a las demás especies a convertirse en especies exitosas. La investigadora utilizó como marco de referencia, para comparar, un estudio realizado por Pradervand y Hiseman en el año 2006. En conclusión, hubo convergencias en términos de composición de especies. Sin embargo, la variación en los resultados estaba influenciada por la diferencia en los puntos de muestreo y las técnicas de pesca utilizadas por los entrevistados en las encuestas.

### **Marco legal**

Las leyes y reglamentos se crearon con el propósito de fomentar el uso apropiado y la sustentabilidad de los recursos naturales. El recurso pesquero es parte integral de la sociedad, no solo por razones culturales y sociales, más aún, por razones de subsistencia. El recurso es uno dinámico, y dadas las circunstancias y las amenazas que afronta debemos utilizar las leyes como un mecanismo que resguarde su integridad, su desarrollo económico y la perpetuidad del mismo para las generaciones futuras. Es por esto, que la Constitución del Estado Libre Asociado de

Puerto Rico promueve en su política pública la protección de los recursos naturales. Este estatuto se encuentra en el artículo VI. Sección 19 donde establece “Será política del Estado Libre Asociado la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad” (p.14).

Actualmente en Puerto Rico existen 34 reservas naturales, de las cuales 28 han sido designadas bajo el Plan de Manejo de la Zona Costera, cinco por leyes y una por Orden Ejecutiva (Junta de Planificación, 2006). Parte de los terrenos de la Reserva, específicamente el Bosque de *Pterocarpus* es administrado por el Fideicomiso de Conservación (DRNA, 2006).

### **Leyes y reglamentos estatales y federales que aplican a la RNH**

#### Ley del Programa de Patrimonio Natural

La Ley Número 150 del 4 de agosto de 1988 otorga al Secretario del DRNA la facultad para recomendar a la Junta de Planificación la designación como reserva natural de cualquier área incluida en el Inventario de Áreas de Valor Natural del Programa de Patrimonio Cultural.

#### Ley Orgánica del DRNA

La Ley Número 23 de 20 de junio de 1972, según enmendada, es la que crea las reservas naturales y a su haber prescribe la creación de un plan de manejo específico para esta área.

#### Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico

La ley Número 75 de 24 de junio de 1975, según enmendada, faculta a la Junta de Planificación a preparar, adoptar y enmendar planes de uso de terrenos en caso que los terrenos sean declarados como reserva, lo que conlleva cambio en su clasificación.

## Reglamento de Pesca de Puerto Rico

El Reglamento Número 6768 de 10 de febrero de 2004 del DRNA fue derogado por el Nuevo Reglamento Número 7949, de 24 de diciembre de 2010 este estipula las especificaciones que debe tener la pesca con chinchorro de arrastre, las vedas de pesca de ciertas especies, así como las cuotas diarias permitidas a pescadores y embarcaciones.

## Ley de Pesquerías de Puerto Rico

La Ley Número 278 de 29 de noviembre de 1998, ordena al DRNA a construir un Reglamento de Pesca. Luego, según enmendada, por la Ley Número 68 de 11 de agosto de 2009, concede una licencia vitalicia a pescadores comerciales a tiempo completo, que tengan 60 años o más y faculta a la renovación de licencia de pescador comercial principiante por un año solamente. Esta Ley incluyó por primera vez el concepto de pesca recreativa. La Ley 83 (del año 1936) fue derogada por ésta, ya que sólo contemplaba la pesca comercial en Puerto Rico.

## Ley de Incentivos de la Pesca Deportiva y Recreativa

La Ley Número 115 de 6 de septiembre de 1997 procura crear incentivos que promuevan el desarrollo y el fortalecimiento de la pesca deportiva y recreativa. Además, estipula los tipos de licencias de pesca recreativa, y los costos que tendrán éstos.

## Ley sobre Política Pública Ambiental

La Ley 416 de 22 de septiembre de 2004, en su artículo 4b, establece la incorporación de nuevos procesos, tecnologías y actividades que prevengan la degradación ambiental y promuevan la protección de la salud del ambiente.



### Ley de Aguas Limpias (*Clean Water Act*)

Esta ley establecida en 1972, establece la regulación de descargas de contaminantes en los cuerpos de agua de los Estados Unidos y sus territorios. Establece y regula los estándares de calidad para aguas superficiales. A su vez implementó estándares para aguas usadas en la industria, así cualquier descarga de contaminantes como ilegal en aguas navegables, a menos que se obtenga permiso de la EPA.

### Ley para la Creación del Cuerpo de Vigilantes del DRNA

La Ley Número 1 de 29 de junio de 1977 faculta al DRNA a crear guardianes o custodios de los recursos naturales. Este cuerpo vela por el cumplimiento de las leyes establecidas por el DRNA. Además faculta al Secretario del DRNA a proceder administrativa o judicialmente en contra de ciudadanos que violen las leyes.

### Ley para la Conservación, el Desarrollo y Uso de los Recursos de Agua

La Ley Número 136 de 3 de junio de 1976, según enmendada y conocida como la Ley de Aguas de Puerto Rico promueve el buen uso y conservación de los recursos de agua en toda la isla, ya sea en propiedad pública como privada.

### Ley de Ecoturismo

La Ley Número 340 de 31 de diciembre de 1998 promueve el desarrollo de recursos ecoturísticos que fomenten la conservación del ambiente y propulsen la participación ciudadana, así

como su desarrollo económico con el establecimiento de micro empresas. Establece la inclusión de representantes de comunidades y guías de ecoturismo en el proceso de educación ambiental.

#### Ley de Navegación y Seguridad Acuática de Puerto Rico

La Ley Número 430 de 21 de diciembre de 2000 prohíbe el amarre y el anclaje de cualquier embarcación a un manglar o parte de este. El anclaje de las mismas, debe ser fuera de las inmediaciones de áreas protegidas tales como: los arrecifes de coral y áreas de yerbas marinas entre otras. Conforman la excepción, las embarcaciones manejadas por personal del orden público en situaciones de emergencia.

#### Ley de Política Pública de Humedales de Puerto Rico

La Ley número 314 de 24 de diciembre de 1998 se establece para proteger, preservar y conservar los humedales, así como para designar terrenos pertenecientes a la Autoridad de Tierras como reservas naturales.

#### Ley de Bosques de Puerto Rico

La Ley Número 133 de 1 de junio de 1975 promueve el mantenimiento, la protección y la conservación de bosques como patrimonio natural de Puerto Rico. Presenta prohibiciones y restricciones en el uso de los bosques.

### Ley de Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Act*)

Esta ley creada en el 1973 por el gobierno federal y mejor conocida como *Endangered Species Act*, promueve la protección de ecosistemas donde habitan especies en peligro de extinción que dependen de éstos.

### Ley del Tratado de Aves Migratorias

Esta Ley fue creada en 1918, en las secciones 703 y 704 se establece que toda acción (entiéndase caza, posesión, etc.) es ilegal para las aves migratorias. Además promueve la protección de ellas y sus partes, tales como nidos y huevos.

### Ley de Emergencia para Humedales

Esta ley fue establecida en 1986 y promueve la protección de humedales en su plan para la recreación al aire libre. A su vez propone que su plan de manejo sea aprobado por la NOAA para recibir beneficios económicos de esta.

### *Federal Aid in Fish and Wildlife Restoration Act*

Esta ley fue establecida el 2 de septiembre de 1937 y es conocida como *Pittman – Roberson Act* . Es responsable de la implementación de planes de manejo de los recursos pesqueros y de vida silvestre. Trabaja en proyectos de restauración mediante la asignación de fondos.

*Dingle- Johnson Act*

Esta ley federal fue establecida el 9 de agosto de de 1950. Autoriza al Secretario del Interior a proveer ayuda financiera para establecer planes de manejo, proyectos y restauración del recurso pesquero de importancia recreativa.

*Magnuson – Stevens Reauthorization Act*

Esta ley federal fue enmendada el 12 de enero de 2007 con el propósito de promover el desarrollo de la pesquería nacional, promover el manejo de las pesquerías y promover la conservación de este recurso en aguas federales.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **INTRODUCCIÓN**

En este estudio evalué la actividad de pesca recreativa en la Reserva Natural de Humacao con el fin de determinar el estado del recurso pesquero. Utilicé el método cuantitativo – descriptivo. En una investigación cuantitativa se utiliza el acopio y el estudio de datos, los cuales se utilizan para confirmar una hipótesis y/o responder preguntas de investigación (Hernández et al., 2003). Se enfoca en el uso de números y estadísticas para medir e instaurar el comportamiento de poblaciones, en este caso las poblaciones de peces que se capturan en la RNH. Por otro lado, una investigación descriptiva se utiliza mayormente para explicar sucesos que ocurren en la naturaleza. Está basada en la observación preliminar de un evento, seguido de inferencias. Luego, estas inferencias serán rechazadas ó tomadas en consideración mediante el uso de observaciones adicionales. Se busca establecer características significativas de eventos, personas o fenómenos que se investiguen (Hernández, 2003)

Ofrezco recomendaciones sobre manejo del recurso, de modo que, éstas sostengan las poblaciones de peces que son capturadas. Como datos secundarios, utilicé el estudio base realizado en el año 2000 y *creel survey*, conocido también como encuesta intercepto, realizado por el personal del DRNA en la Reserva para el año 2010, para determinar el impacto de la pesca recreativa en las principales poblaciones de peces capturadas. El proceso de entrevista los pescadores se realiza en diferentes horarios establecidos por el manejador. Estos se llevan a cabo períodos de cuatro horas, seis veces al mes en horario de 6-10 A.M., 10-2 P.M. y 2-6 P.M. El

empleado asignado recorre las instalaciones en el vehículo oficial con el equipo de medir y su hoja de datos. Este intercepta a los pescadores que encuentra durante su recorrido. Normalmente, los empleados de la RNH se ubican cerca de las bombas del Canal Mandri para interceptar a los pescadores a la salida de la Reserva. Utilicé las estadísticas de las encuestas intercepto, para comparar y contrastar la abundancia y cantidad de peces atrapados por los pescadores, durante el año 2010. Además utilicé los datos generados mediante la pesca experimental realizada dos veces por semana en las diferentes lagunas de la Reserva. Esta práctica, se lleva a cabo lanzando redes por una hora en la laguna asignada para estudio. Luego, se clasifican los ejemplares por especie, se miden y se pesan para determinar la biodiversidad de la laguna.

### **Área de estudio**

La Reserva Natural de Humacao se encuentra localizada en la costa sureste de la Isla de Puerto Rico. Sus coordenadas la sitúan en la latitud 18 grados y 10 minutos norte (18° 10'N) y la longitud 65 grados y 46 minutos oeste (65° 46'O), dentro del sistema de lagunas estuarinas que se encuentran en el llano costero del pueblo de Humacao(Figura 3) (Ferrer, 2005). La temperatura anual de este lugar promedia los 25 grados centígrados (°C) y su promedio anual de lluvia es de 88 pulgadas equivalentes a 2,038 milímetros (mm), siendo los meses de mayo a diciembre los de mayor precipitación ya que se encuentra en la zona geográfica por donde la mayoría de la actividad ciclónica entra a la Isla (DRNA, 1986). En esta investigación en particular, utilicé los lugares de pesca en los sistemas de lagunas estuarinas Mandri , Palmas y Santa Teresa de esta Reserva.

- 1) Determinar la biodiversidad y abundancia de peces capturados en la Reserva para comparar con los datos del estudio base del 2000.**

## **Período del estudio**

El estudio comprendió los datos recopilados durante los meses de enero a diciembre del año 2010. Cabe mencionar, que durante este período, mensualmente se realizaron tres encuestas intercepto tanto en días de semana, los fines de semanas así como los días feriados, un total de seis por mes. Las encuestas están diseñadas para determinar la captura por unidad de esfuerzo por especie (DRNA, 2000). En el mes de junio, se celebran torneos de pesca recreativa, organizados por el DRNA y la Reserva de Humacao participa del mismo por dos días. Durante estos días, se recopilan los datos donde se determina captura, liberación y peso de especies durante el evento (DRNA, 2010)

## **Fuente de datos**

Los datos que se utilizaron en esta investigación, son datos secundarios provenientes de encuestas intercepto generadas durante el año 2010. Los mismos, fueron suministrados por el personal del DRNA que administra y maneja la Reserva Natural de Humacao. Además, se utilizaron los datos del estudio base llevado a cabo en el año 2000 por la Universidad de Mississippi, los cuales fueron adquiridos por petición a la biblioteca del DRNA (Jackson, 2001). También, se utilizaron datos de la pesca experimental que se realizaron en las diferentes lagunas de la Reserva dos veces por semana durante el año 2010.

## **Análisis**

Los datos obtenidos los utilicé para realizar un análisis comparativo de biodiversidad y abundancia entre las especies de peces capturadas durante el año 2000 y el año 2010. De este modo, establecí si las poblaciones de peces han permanecido en el mismo estado o ha acontecido

alguna tendencia que muestre cambio en las mismas. Por otro lado, establecí la abundancia relativa de las especies en la Reserva al presente.

El análisis de datos lo llevé a cabo utilizando el programa de computadoras Excel, el cual utilicé para elaborar tablas donde coloqué los nombres de las especies y la cantidad de individuos capturados en el año 2000 y el año 2010. Posteriormente, realicé análisis estadísticos donde calculé el promedio, la varianza y la desviación estándar por especie por año.

Para comparar los resultados del estudio base del 2000 y los del *creel survey* del año 2010 utilicé tablas y gráficas para determinar las diferencias entre la cantidad y abundancia de especies capturadas en la Reserva Natural de Humacao. Luego procedí a crear gráficas circulares tanto del año 2000 como del año 2010 en las cuales ilustré las cantidades de peces en porcentajes y establecí una comparación de los mismos.

**2) Evaluar las tendencias de participación de pescadores recreativos, deportivos y de subsistencia y el esfuerzo de pesca para determinar el impacto sobre el recurso pesquero.**

**Fuente de datos**

Particularmente, estudié el esfuerzo de pesca, y la cantidad de pescadores que visitaron la Reserva según estipulado en los datos del *creel survey* del año 2010 y el estudio base del año 2000. Estos datos, mostraron la cantidad de horas que los pescadores utilizaron en la faena, así como la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Además se utilizaron datos de CPUE de la Laguna de Boquerón durante el año 2010, de modo que, pudiera establecerse una comparación con los datos de la RNH.

**Análisis de datos**



Mediante el uso de la información recopilada en las encuestas intercepto del año 2010, de la RNH y Boquerón, determiné la cantidad de horas de esfuerzo de pesca y la relación entre el esfuerzo de pesca y los peces capturados. Además, establecí si existe una mayor tendencia de participación durante los fines de semanas en comparación con días de semanas. También, determiné la cantidad de pescadores que visitan la Reserva por mes, de modo que, se evidencien los meses más intensos o de mayor participación de los mismos en la faena. De esta forma, pudieron identificarse específicamente, los meses en que el recurso pesquero recibe mayor impacto. Posteriormente, establecí una comparación entre la participación de los pescadores en el año 2000 y el año 2010 para determinar si hubo alguna tendencia que demuestre cambio.

El análisis de los datos obtenidos, lo llevé a cabo utilizando la técnica de muestreo probabilístico no uniforme (Malvestuto, 1978), con probabilidades asignadas a base de la media ó promedio de los datos de esfuerzo mensual (Ferrer, 2005). El esfuerzo total del mes lo estimé utilizando el conteo instantáneo de todos los pescadores seleccionados al azar durante el mes y este a su vez ofreció un estimado del promedio de estos por mes (Hoenig, Jones, Pollock, Robson, & Wade 1997). Asimismo, calculé el promedio, la varianza y la desviación estándar tanto de las horas de esfuerzo como de la cantidad total de pescadores que visitan mensualmente y anualmente este ecosistema.

Se compararon las tendencias de participación de pescadores en el año 2000 y el año 2010 para establecer una correlación entre la cantidad de pescadores que visitan la Reserva y el impacto de la participación en el recurso pesquero. De esta manera, determiné la participación de pescadores y cómo ha experimentado cambios en un intervalo de diez años.

**3) Evaluar la incorporación de las recomendaciones del estudio base del 2000 en el Plan de Manejo de la Reserva para determinar su implantación y su estado actual.**

## **Fuente de datos**

Utilicé para estudiar este objetivo, el estudio base realizado en el año 2000 y el Plan de Manejo de la Reserva. Hice uso del Plan de Manejo para corroborar que las recomendaciones han sido añadidas en el documento. Tanto el estudio base, como el Plan de Manejo fueron adquiridos por petición a la biblioteca del DRNA. Además, visité la Reserva durante los fines de semana y los días de fiesta, por un intervalo de dos meses donde realicé observaciones e inspeccioné las áreas de este espacio.

## **Diseño metodológico**

Del estudio base del año 2000, obtuve las recomendaciones ofrecidas para el mejoramiento y manejo de los recursos así como de las instalaciones. Diseñé una hoja de cotejo con la que determiné si las recomendaciones del documento fueron incorporadas, si permanecieron vigentes o caducaron, así como su estado actual. Las recomendaciones las evalué por medio de inspección visual mediante visitas al lugar en un período dos meses y por medio de documentos que demostraron su implantación o caducidad. Además, diseñé una tabla, donde por medio de las observaciones realizadas durante ese tiempo, determiné las actividades que realizaron los visitantes de la Reserva.

## **Análisis**

El análisis de los datos obtenidos lo lleve a cabo estableciendo el porcentaje de recomendaciones que se implementaron durante los pasados diez años. Además, establecí cuales son las actividades principales que se realizan en la Reserva, de modo que, se demostrara si la pesca recreativa es realmente la actividad principal que se realiza en este espacio.

A raíz de los datos obtenidos, establecí sugerencias y recomendaciones para la consideración del manejador y el personal de la Reserva.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Reserva Natural de Humacao es un área localizada en el Este de Puerto Rico donde se llevan a cabo diferentes actividades. Este estudio trabaja con una de las actividades que distingue este espacio, la pesca recreativa. Este análisis evalúa la actividad de pesca recreativa en la reserva. Este espacio que fue designado como reserva natural y ha sido denominada la primera reserva ecoturística en el país. Por lo tanto, es imperativo determinar cómo se está utilizando el recurso, la forma en que el impacto antropogénico ha actuado sobre él y los cambios por lo que ha acontecido durante los pasados diez años.

#### **Biodiversidad y abundancia de peces capturados en la Reserva**

De acuerdo a los datos recopilados en las encuestas intercepto 2010, la composición de especies ha variado, así como la cantidad de estos que han sido capturados. En el año 2000 el mayor porcentaje de captura fue de las tilapias (*Tilapia rendalli* y *Oreochromis mossambicus*), mientras que en el año 2010 ocupa esta posición el sábalo (*Megalops atlanticus*) (Tabla 3). Este hecho posiblemente está relacionado con el cambio de salinidad que ha ocurrido en las lagunas a consecuencia del Plan de Mitigación del río Antón Ruíz. Es importante señalar, que durante el año 2000 el total de peces capturados según el estimado de captura utilizado en las encuestas intercepto en este espacio fue de 181, lo cual contrasta con 179 capturados en el año 2010 (Tabla 2). La diferencia entre peces capturados es mínima, sin embargo representa una merma en la captura total en la reserva.

En los datos del 2000, las especies principales son: el róbalo (*Centropomus undecimalis*), sábalo (*Megalops atlanticus*), tilapia (*Tilapia rendalli* y *Oreochromis mossambicus*), lo cual difiere de los datos del 2010 en el cual el macabí (*Elops saurus*) ocupa un 16% de captura (Tabla 3). La captura del macabí, según las encuestas intercepto 2010, ha reemplazado la captura de róbalos, ya que más pescadores han logrado atrapar mayor cantidad de estos (Tabla 6). Al añadir el macabí como especie principal, ha cambiado definitivamente la composición de especies y la red alimenticia en el lugar (Tabla 3). Se muestra una tendencia de disminución de captura de róbalos en comparación con el año 2000, ya que su porcentaje de captura mermó de un 32% a un 9% en el año 2010 (Figura 7 y 8). Por lo tanto, esta disminución podría estar relacionada al aumento de salinidad en las lagunas, a la sobre pesca o ambos factores. Sin embargo, este estudio no provee la información adecuada o necesaria para establecer la causa de esta merma. En relación a la cantidad de individuos capturados por especie en el año 2010, el sábalo representa mayor captura, seguido por la tilapia (*Tilapia rendalli*) que es la que prevalece en la actualidad (Tabla 6). En el año 2000, se muestra una disparidad en comparación con el año 2010, ya que el sábalo resultó ser el pez con menor captura (Tabla 8). El promedio de peces que se capturan al mes en la reserva es de aproximadamente 15, según la temporada.

Es importante señalar, que el promedio de captura de peces en el año 2000 y el año 2010 es bastante similar; debido a la estrecha diferencia que existe en la captura (Tabla 2). En términos de la varianza y la desviación estándar, los valores obtenidos son mayor que uno. Por tanto, en términos de captura de peces los valores muestran una baja significativa, ya que en un término de diez años la captura de peces ha mermado (Tabla 2). El análisis de *one way ANOVA* que se llevó a cabo mostró valores fuera de los estándares, ya que ninguno se acerca al valor de

alfa comúnmente aceptado que es 0.05, para considerarlo significativo. Es por esto, que en esta investigación sus resultados fueron tomados en consideración.

### **Tendencias de participación de pescadores, el esfuerzo de pesca y su impacto**

La participación de pescadores en el lugar, así como el esfuerzo y la captura impactan significativamente el recurso. Es por esto, que considero importante recalcar que la captura de peces en la reserva es mayor durante el verano, específicamente durante el mes de julio (Tabla 4). El recurso es impactado tanto los días en semana como los fines de semana, sin embargo, es más intensivo durante los fines de semana (Tabla 4). Por otro lado, durante los meses de noviembre y diciembre no se registran capturas, lo que contrasta con los meses de enero y febrero que suelen aumentar, aunque no drásticamente como en el mes de abril (Tabla 5). En relación a las horas de esfuerzo de pescadores en el lugar, resultan ser relativamente altas durante el mes de octubre en comparación a los meses de verano (Figura 12). En clasificación de mayor a menor, en las horas de esfuerzo de los pescadores, el mes de julio ocupa el primer lugar, seguido por el de abril y en tercer lugar el mes de octubre (Figura 12). Este dato concuerda con la información relacionada a la cantidad de pescadores que visitan la reserva por mes, ya que se clasifican de igual forma que las horas de esfuerzo (Tabla 7). No existe un registro formal para los pescadores que visitan la Reserva, sólo para visitantes en general. Por lo tanto, se estima que los pescadores que son entrevistados, son los que realizan el esfuerzo de pesca en este espacio. Los meses de mayor esfuerzo de pesca, son también los de mayor visita de pescadores y mayor captura. Es importante señalar que los meses de noviembre, diciembre y junio son los que no registran captura de peces, sin embargo, en estos períodos los pescadores continúan visitando estos espacios y dedicando horas de esfuerzo a su faena (Tabla 7 y 10).

La cantidad promedio de pescadores que visitan la reserva es de aproximadamente 12 pescadores por mes, lo que fluctúa de acuerdo a la época del año. La desviación estándar tiene un valor mayor que uno lo que representa un valor significativo en términos del uso del recurso. Los pescadores recreativos que visitaron la reserva durante el año 2010 invirtieron en captura por unidad de esfuerzo promedio un factor de 0.20, comparación a la laguna de Boquerón que posee un factor de 0.69 en el mismo período. En el período que corresponde al año 2010, el esfuerzo y la captura total obtuvieron altos rangos (Tabla 9), lo que se traduce en que los pescadores recreativos invierten tiempo suficiente en la reserva. Sin embargo, la cantidad de pescadores ha disminuido drásticamente del año 2000 al 2010 (Tabla 11). La Tabla 7 presenta los valores de promedio, varianza y desviación estándar del esfuerzo realizado por los pescadores que visitan la RNH.

### **Incorporación de recomendaciones del estudio base 2000 al Plan de Manejo**

En el año 2000 la Universidad de Mississippi propuso varias recomendaciones para establecer en el plan de manejo de la reserva. Presuntamente estas ayudarían, de acuerdo a sus hallazgos, en la conservación y sustentabilidad del recurso pesquero. La mayoría de estas recomendaciones estaban relacionadas con la exposición, construcción de instalaciones y manejo dirigido en las lagunas Mandri que son las de mayor extensión en la RNH. Los accesos e instalaciones recomendadas para las lagunas Mandri no se han llevado a cabo al presente, primordialmente por la insuficiencia de fondos y su separación física de las oficinas de administración (Tabla 1 y Figura 3). Las lagunas Santa Teresa y Palmas ya son accesibles a la población pesquera, pero Santa Teresa 2 cuenta con un acceso difícil. Por parte del estudio base, se recomendó mejorar las instalaciones ya existentes, lo que se vislumbra en poco tiempo. Se

planificó y se aprobó la instalación de muelles flotantes para los espacios de Santa Teresa I y Palmas, de modo que, se sustituyan los de madera ya existentes.

En principio, se favoreció por parte del estudio base el desarrollo de estrategias de manejo así como la manipulación ambiental para aumentar las poblaciones de peces. Sin embargo según su manejador, su condición de laguna abierta no permite que estas estrategias entren en función (Tabla1). Otro punto importante, es favorecer el desove de especies importantes como el sábalo y róbalo mediante una conexión abierta con el mar para que estas especies completen su ciclo de vida. Sobre este particular, la conexión permanece abierta por procesos naturales durante los meses de otoño. Esos procesos se encargan de cerrar el acceso y no permiten un ambiente propicio durante el desove de estas especies. Para el sábalo este proceso ocurre durante la primavera y el del róbalo ocurre de mayo a septiembre.

Otra de las sugerencias apunta hacia el aumento de captura, proveyéndoles a los pescadores lugares específicos donde se aglomeren una cantidad de peces considerables. Sobre este pormenor, se utiliza el concepto de construir facilidades cerca de los accesos ya que de este modo, si hay mayor accesibilidad hacia el recurso, se estima más captura. Resulta un poco difícil estimar o predecir el lugar específico donde se encuentra un conglomerado mayor de cierta especie. Asimismo, se propone el desarrollo de actividades educativas que promuevan el uso sustentable de los recursos pesqueros. En la reserva se desarrollan actividades educativas, sin embargo, en su mayoría no están ligadas al recurso pesquero directamente. A su vez, se desarrollan actividades generales que inciden en la conservación de todos los recursos con que cuenta este lugar. De acuerdo a la información recopilada en la Tabla 13, en la Reserva se realizan diversas actividades recreativas donde la pesca recreativa no es la que más visitantes



atrae. La pesca de cocolías, seguida por el disfrute de un día familiar en las instalaciones constituyen las actividades principales que atraen visitantes al lugar (Tabla 13).

De acuerdo a los estudios realizados en las encuestas intercepto, en el año 2000, la captura de róbalo y sábalo no representaban un alto porcentaje (Figura 8). Por esta razón, se propuso instituir una reglamentación aplicable a las técnicas de captura y a la captura de especies como el róbalo y el sábalo. Al presente, de acuerdo al Nuevo Reglamento de Pesca, se estableció la técnica de *catch and release* para el sábalo y se estableció una medida específica para la captura de róbalo. Además, está prohibida la captura de sábalos en la reserva, sin embargo, no existe una cuota de captura para el róbalo (Tabla 1).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el pasado, la Reserva Natural de Humacao representaba una fuente de sustento para los residentes del área de Punta Santiago y pueblos limítrofes (Departamento de Comercio de los Estados Unidos, 1986). Hoy día, representa un escenario para la conservación de recursos naturales donde la pesca recreativa y el compartir en familia resultan en beneficio para sus visitantes (Ferrer y Dibble, 2008). Desde este punto de vista, es importante determinar en qué estado se encuentra este recurso que ha sido utilizado desde hace más de treinta años. Este espacio fue estudiado por la Universidad de Mississippi entre el año 2000 y 2001, de modo que, los hallazgos de la investigación arrojaran resultados que proveyeran estrategias sustentables en el uso del recurso. Ya han pasado más de diez años desde este estudio y no se ha realizado ninguna otra investigación sobre este particular. Ninguna otra entidad educativa ha realizado un estudio que determine si este recurso ha tenido cambios en términos de los recursos pesqueros.

Al presente, existe un aumento en cantidad y variedad de especies que pueden capturarse en la reserva. Para el año 2000, las especies principales comprendían la tilapia (*Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*), el sábalo (*Megalops atlanticus* y el róbalo (*Centropomus undecimalis*). En la actualidad, este grupo de especies principales aumentó ya que el macabí (*Elops saurus*), que representa un 16% de la pesca, se unió a las especies principales ya existentes en la pesca recreativa, sin embargo, hubo a su vez una disminución de especies ya que ahora solo se captura la tilapia (*Tilapia rendalli*), en comparación al 2000 donde se podían capturar dos especies de tilapia. Un factor importante para esta alteración puede ser los cambios en salinidad. En un principio, los parámetros de salinidad se encontraban de 0 a 5 partes por mil,

ahora sobrepasan las 10 partes por mil. Debido a las modificaciones incluidas en el Plan de Mitigación del Río Antón Ruíz, ha cambiado la composición de especies en las lagunas de Santa Teresa y Palmas. No solo ha cambiado la composición de peces, sino que las eneas que bordeaban las lagunas de la Reserva fueron reemplazadas por mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), lo que denota un cambio abrupto en su salinidad.

Coexisten con las especies principales un amplio número de especies, aproximadamente once, así lo demuestran las estadísticas de pesca experimental realizadas por el personal de la reserva en el 2010. Estas pescas se realizan tres veces por semana con el propósito de determinar la cantidad y variedad de especies que cohabitan en este espacio junto con las especies principales. Según los datos, la especie que predomina es la mojarra (*Diapterius plumieri*), seguido por la tilapia (*Tilapia rendalli*) (Figura 10). Existe especulación para explicar el hecho de que abundan las mojarras, pero aparecen en las capturas. Una de las posibles explicaciones se relaciona con las técnicas de pesca, ya que la mojarra es específica con su tipo de carnada y técnicas de captura. La mayoría de los pescadores no tienen el dominio de las artes de pesca específicos para atraparla, por lo tanto, aunque abunda, no aparece en el grupo de especies capturadas. La cantidad total de peces capturados en el 2000 y 2010 según las encuestas intercepto, se diferencia por dos ejemplares y esta es una situación que capta la atención, debido a que se espera un aumento en la cantidad de especies durante un intervalo de diez años (Tabla 2) Existen varios factores que deben considerarse para explicar esta situación, entre estos: el dominio de las artes de pesca de los visitantes, las condiciones del tiempo, la salinidad de las lagunas y las horas de pesca que se dediquen a la faena. En términos de las artes de pesca la mayoría de los visitantes de la Reserva van a pasar un día en familia o apartados disfrutando del ambiente. Esto significa que no son expertos pescando, que van a “probar suerte” con la pesca,

como se dice coloquialmente. Por lo tanto, es improbable que logren capturas, ya que no saben pescar propiamente, así que al interceptarlos no podrán colaborar con la encuesta. En cuanto a las condiciones ambientales, por ejemplo, si hay período de lluvia, disminuye considerablemente la asistencia de pescadores al lugar y dependiendo de la laguna, la captura de especies. Por lo tanto, si las condiciones ambientales no son favorables durante los períodos donde se llevan a cabo las encuestas, los resultados de las mismas mostrarán poca asistencia de pescadores, disminución de esfuerzo y de captura. Los días en que el agua está turbida los pescadores piensan que está contaminada y disminuye su esfuerzo de pesca. Según los datos del año 2000, la salinidad era menor en las lagunas, por tal razón las especies como la tilapia pudieron dominar la razón de capturas. A diferencia del año 2010, la salinidad ha favorecido especies que toleran altas salinidades como el sábalo, es por esto que ha aumentado su captura. Esta comparación sirve para comprender la sustitución, en términos de captura, de una especie como la tilapia y el sábalo en un período de diez años.

Las horas de esfuerzo dedicadas al ejercicio de la pesca no están directamente relacionadas con la captura de peces. Según los datos para el año 2010, los pescadores recreativos dedicaron muchas horas, aproximadamente 50, a la faena, aunque no capturaron peces en los meses de noviembre, diciembre y junio. Por tanto, los pescadores continuaron visitando las instalaciones e intentando capturar peces, sin éxito. Sin embargo, hubo meses donde la asistencia de pescadores mermó y la cantidad de capturas aumentó (Tabla 5 y 7), lo que demuestra que no hay relación entre estos factores. Un elemento que puede explicar este resultado es el periodo y la fecha en que se realizan las encuestas; las mismas se realizan en fechas alternas entre días de semana y fines de semana en diferentes horarios. Por lo tanto, pudo haber más actividad de pesca en otra fecha o período y no fue documentada. Se infiere que se

expandieron los datos de las entrevistas realizadas a los pescadores para estimar la pesca total realizada durante el año 2010 en la RNH

Los fines de semana asisten un mayor número de visitantes a la reserva, y es por esto que los días donde hay encuestas intercepto, en fin de semana se registra un mayor número de pescadores. Durante mis visitas a la Reserva en el mes de diciembre, pude notar poca asistencia de personas en las facilidades. Las razones específicas para este patrón las desconozco, pero interpreto que las festividades y las visitas a los centros comerciales ocupaban el tiempo de los posibles visitantes. En comparación a los meses de diciembre y enero, los meses de febrero y marzo la participación fue mayor, dependiendo del fin de semana. Si era feriado había mayor asistencia, como el Día de los Presidentes y el Día de Hostos. El mes de junio, tiene poca asistencia ya que muchas personas no están disfrutando de sus vacaciones. Sin embargo, en los días de torneo de pesca que se celebran en el mes de junio, hay una asistencia mayor, ya que se les otorgan reconocimientos a los asistentes y a las familias que logran capturar peces. Lamentablemente, estos datos no se incluyen en las encuestas intercepto, lo cual debería modificarse ya que estos datos beneficiarían las estadísticas y la asignación de fondos a la Reserva. La mayoría de las personas en Puerto Rico, disfruta de las vacaciones durante el mes de julio. Es por esto, que se registra mayor asistencia en las facilidades de la Reserva y aumento en la captura de peces. El mes de julio registra aumento en varios indicadores como la captura, la cantidad de visitantes y las horas de esfuerzo. En términos generales, comparado con los datos de las encuestas intercepto del año 2008, la captura por unidad de esfuerzo en el 2010 aumentó considerablemente, a casi el doble. Posiblemente porque el turismo interno, así como el de no residentes aumenta en la isla para esa época. Una captura por unidad de esfuerzo con un factor de 1, significa que debe dedicarse 1 hora de esfuerzo en la faena para capturar un pez. Tomando

en consideración la participación masiva y el uso extremo del recurso durante el mes de julio; deberían desarrollarse actividades educativas que fomenten el buen uso y la sustentabilidad del recurso. Por otro lado, durante los meses con menor asistencia, promover el uso del recurso desde el punto de vista de conservación mediante la elaboración de actividades que promuevan el uso integral del recurso. Es importante recalcar, que a pesar de que hay mayor diversidad de especies actualmente, la cantidad de pescadores que visitan la Reserva disminuyó considerablemente, posiblemente, debido a las restricciones establecidas en el Nuevo Reglamento de Pesca. En el mismo, se prohíbe la retención de sábalos y limita los tamaños de róbalo que pueden capturarse (DRNA, 2010). Muchos pescadores recreativos visitaban la reserva con el propósito de capturar sábalos y róbalo. Capta la atención, que según los datos de las encuestas intercepto del año 2010, el mayor porcentaje de captura por especie es de sábalos, cuando está prohibida la retención de los mismos. La información provista en las estadísticas de las encuestas intercepto no provee información suficiente para establecer un análisis más preciso sobre la condición de los recursos pesqueros. Además tomando en consideración la CPUE, para los pescadores no es atractivo pescar en la Reserva. Necesitan utilizar aproximadamente 5 horas de esfuerzo para atrapar un pez, mientras que en otros lugares como en la Laguna de Boquerón solo invertirían 1 hora y media para obtener la misma captura.

Un factor importante que atrae a los pescadores a este espacio es la pesca de cocolías (*Callinectes sapidus*) un crustáceo que habita en el Caribe y zonas tropicales del Atlántico. En Humacao, estos representan una fuente de ingresos ya que se comenta que al no estar reglamentadas en el Nuevo Reglamento de Pesca son capturadas para obtener un beneficio económico, lo que está prohibido por el DRNA, ya que esta práctica es de pesca comercial, lo que requiere licencia. El Reglamento de Pesca prohíbe la venta del producto de pesca recreativa.

Esta especie posee un alto nivel de adaptación a las salinidades (Ortiz, 2007) y se ha encontrado en la Laguna Joyuda en Puerto Rico en salinidades de 23.7 y 26.7 partes por mil (Buchanan y Stoner, 1988). Es considerable la aportación de estos organismos a la pesca recreativa del lugar, aunque no existen datos, estadísticas ni investigaciones que puedan determinar la importancia, condición y beneficio de este recurso. Muchos de los pescadores que visitan la Reserva van con el propósito de capturar las cocolías y no con el propósito de capturar peces. Las últimas investigaciones que fueron realizadas en este espacio y relacionadas con las cocolías datan del año 1999. Estas investigaciones tenían como propósito determinar la bio-acumulación de metales pesados en estos organismos ya que se sospecha que las aguas de la Reserva pudieran estar mezcladas con estos materiales que pudieran ser nocivos para la salud de los que consumen las cocolías. Si este dato de la bio-acumulación de metales pesados continua actualmente en las aguas de la Reserva, hay que tomar precauciones y estudiar estos cangrejos, ya que estos forman parte de la dieta de los róbalo, los cuales son una especie importante en la pesca recreativa. Por lo tanto, se concluye que la pesca de cocolías es la actividad de pesca principal que se lleva a cabo en las instalaciones de la RNH.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la hoja de cotejo de recomendaciones establecidas en el estudio base, el enfoque principal está en desarrollar la actividad de pesca en las lagunas Mandri. El limitado acceso a estas lagunas, su distancia geográfica de las oficinas de administración, la falta de recursos económicos y de personal no favorece el manejo adecuado del recurso. Sin embargo, es importante recalcar, que desde la salida de los kayaks hasta Mandri 1, solo tomaría alrededor de 15 minutos en un bote a 10 mph, lo que disminuye el impacto del argumento de distancia y tiempo. Pese a esto, si aceptamos estos factores, se hace difícil determinar en qué estado están estas lagunas que representan un 78% del área total de las

lagunas. En principio, las encuestas intercepto, no se llevan a cabo en estas áreas. Por lo tanto, si las lagunas Mandri, no son monitoreadas periódicamente, es incierto el uso sus recursos. Para continuar, el mayor uso que reciben estas facilidades es para la caza deportiva, ya que el DRNA ha permitido el uso de este espacio para estos propósitos. También se han avistado botes para la pesca, pero no hay supervisión para los mismos. Entonces, es difícil determinar si se está llevando a cabo un uso adecuado o legal del recurso pesquero en estas lagunas. En vista de que todo pez entra en el sistema de lagunas de la RNH tiene que pasar por las lagunas Mandri y su conexión con el mar, el manejo de estas lagunas es de importancia crítica.

Aunque no se realizan encuestas intercepto, en todas las lagunas de la reserva, se llevan a cabo pescas experimentales y se monitorean las condiciones ambientales de las lagunas en el momento en que se realizan las pescas. Se mide el pH, el oxígeno disuelto, la salinidad, la temperatura, la conductividad y la turbidez dos veces al mes en las estaciones establecidas en cada laguna. En relación a las pescas experimentales, éstas muestran la cantidad y variedad de los recursos pesqueros. Este tipo de datos ayuda a tener una percepción del estado del recurso, sin embargo, no se analizan y ni se utilizan los mismos de modo que aporten a decisiones de manejo.

En los períodos secos y los húmedos durante el año ocurren mortandades de peces en todas las lagunas. Estas son más notables en Santa Teresa I y Palmas, donde el personal de la reserva y los visitantes tienen acceso. Este hecho es preocupante ya que el sistema de lagunas es cerrado, sobre todo en las áreas de Santa Teresa y Palmas que quedan aisladas del resto de las lagunas. Por lo tanto, se pierden peces en períodos donde este sistema cerrado recibe peces nuevos que dependen de eventos extremos con periodicidad desconocida para su supervivencia. A pesar de que se conoce que estos eventos ocurren y la época en que se suscita, no se



documentan, ni se establecen planes de contingencia para trabajar esta situación. Las mortandades ocurren mayormente en los periodos secos, entre marzo y junio y en los meses húmedos (de mayor precipitación) entre agosto y octubre. La situación es más alarmante ya que el personal de la Reserva conoce las causas, pero no desarrolla un plan de acción, mucho menos orienta a los usuarios sobre este evento. El desconocimiento por parte de los usuarios, en relación a estos eventos, podría relacionarse con la disminución de asistencia registrada en la Reserva, que su vez redundaría en un factor de CPUE bajo. En concordancia con los factores antes descritos, los datos de la hoja de cotejo, avalan mayor cantidad de actividades educativas, ya que son mínimas, las que se realizan en beneficio del recurso. Estas deben establecer la sustentabilidad y conservación de los recursos pesqueros, ya que no puede protegerse lo que no se conoce. Los visitantes, que en su mayoría son residentes, no reciben orientaciones asiduamente y utilizan el recurso sin conocer las maneras específicas que pueden beneficiarse del recurso. No existen servicios de orientación adecuados para los pescadores, dicho de otra forma, hay ausencia de educación directa a los pescadores. Tampoco ha habido mejoras en cuanto a los servicios que se ofrecen al pescador, en cuanto al trámite de licencias, permisos, instalaciones, entre otros.

El más reciente Reglamento de Pesca puesto en vigor, establece disposiciones a favor de la conservación de los recursos. Aunque exista, si no hay personal que custodie las mismas, no resulta efectivo. Al presente, existe como disposición la prohibición para la retención de sábalo. Sin embargo, en las encuestas intercepto, aparece como la especie con mayor porcentaje de captura. Estos datos no concuerdan con las disposiciones establecidas por ley para el sábalo. No se permite la retención de estos, pero se capturan y se pescan en la Reserva con el conocimiento del personal, lo cual es totalmente incongruente. En términos de la resolución para el sábalo en

el Reglamento, se instaura la captura con condiciones, basadas en tamaño de largo total, medido desde la punta del hocico hasta la horquilla de la cola. Al analizar las cifras de captura, se percibe que las disposiciones adscritas al Reglamento pudieron haber afectado su captura, ya que la misma ha disminuido. Se desconoce según las estadísticas los tamaños de los especímenes capturados, por lo tanto, no puede establecerse si la captura fue legal o no. El pico de reproducción del sábalo es en los meses de junio a septiembre. El mayor impacto de pesca se recibe en el mes de julio, por lo tanto, en estos meses se debe vigilar más de cerca el desarrollo de esta especie, sobre todo en las pescas experimentales. La técnica de *catch and release*, podría ayudar en cierto modo el que no se afecte la reproducción de estos en este periodo. Sin embargo la ley establece que se esta especie puede capturarse, sin que los pescadores reciban el adiestramiento adecuado para llevara a cabo esta técnica. Por otro lado, el pico reproductivo del róbalo es entre abril y septiembre. Significa que ambas especies están en su cumbre reproductiva durante los meses de mayor impacto en el recurso. Las lagunas Santa Teresa (1 y 2) poseen las características apropiadas, en términos de alimento y ambiente, para el crecimiento de los sábalos y los róbalo. Los de mayor tamaño, según el personal, se atrapan en estas lagunas. Deben tomarse consideraciones especiales con relación al desarrollo y el crecimiento de estas especies, ya que no deben afectar la participación de los pescadores en el lugar, ni tampoco afectar el ciclo de desarrollo de estas especies. Es imperativo tener en consideración que el propósito fundamental de una reserva es la conservación de los recursos. La probabilidad de disfrutar y obtener beneficios de los recursos es secundaria, pero no menos importante.

### **Recomendaciones de manejo para la Reserva Natural de Humacao**

La Reserva de Natural de Humacao cuenta con una diversidad de recursos pesqueros como se demuestra en los datos de pesca experimental. Por lo tanto, a continuación se presentan recomendaciones de manejo que aportan directa o indirectamente a la conservación de las pesquerías en este lugar. En principio, es importante incluir más información en los informes estadísticos que se realizan en las encuestas intercepto. Debe incluir información relacionada con los pueblos de procedencia de los pescadores. Esta información es importante ya que permite estudiar los pueblos que se benefician de este recurso, de modo que puedan establecerse acuerdos socioeconómicos entre estos. Debe incorporar una estadística que muestre las cantidades de peces por especie que son atrapadas mensualmente. La información recopilada sobre este punto, ayuda a determinar cómo cambia la dinámica de las especies por mes y sobre todo si alguna está siendo sobre explotada. Más aún, debería armonizar la forma en que se realizan las encuestas y estadísticas con otras reservas y lagunas en Puerto Rico. Todavía más, favorecería el establecer políticas públicas con relación a ciertas especies en el lugar. Es importante, conocer sobre el perfil de los pescadores de la reserva en cuanto a su edad y sexo, para de ese modo diseñar actividades educativas de acuerdo a sus intereses y estilos. También insertar información relacionada al tipo de pescador, si es recreativo, deportivo ó de subsistencia, nos ayuda a determinar si este recurso aporta en el desarrollo socio económico de la comunidad.

Se aconseja el diseño de actividades educativas que incentiven la pesca recreativa directamente. Es importante que los usuarios reconozcan el valor de todos los recursos que ofrece la reserva. La revisión periódica y el uso adecuado de los tabloncitos de edictos con afiches educativos, es una necesidad para los visitantes. Les permite estar conectados con el ambiente y los recursos para no inutilizar los recursos por falta de conocimiento. Sin embargo, deben promoverse actividades especializadas que incluyan talleres prácticos sobre las artes de pesca y

equipos. Ejemplo de estos podrían incluir talleres de uso de carretes, cañas y anzuelos de acuerdo a las especies que buscan capturar. Como consecuencia, se reduciría la basura que produce la pesca, como hilos y anzuelos, ya que las personas saben utilizarlos adecuadamente. En términos de talleres específicamente me refiero a ofrecer talleres de “*catch and release*”, clínicas de pesca, construcción y uso de cebos artificiales, reducción de basura de pesca, entre otros talleres que ayuden al pescador a aumentar su captura, lo que redundaría en mayor participación de estos en la Reserva. En instalaciones como La Plata en Toa Baja y Cerrillos en Ponce se llevan a cabo clínicas de pesca recreativa para todas las edades, con carrete y cañas. Esta iniciativa debería ponerse en práctica en la Reserva, ya que atrae más público joven, que a su vez motivará a las siguientes generaciones. Incluir talleres prácticos sobre las técnicas de pesca específicas para ciertas especies como la mojarra, de modo que se diversifique la captura de peces y no recaiga en las especies principales.

Además, en las épocas reproductivas de las especies principales en las lagunas, deben abrir la boca del Canal Frontera con tractor. Esta acción facilitaría el paso e intercambio de peces entre las lagunas. Además, fomenta la sostenibilidad y la abundancia de especies sobretodo en las lagunas que se encuentran aisladas. Todavía más, la construcción de zonas de aereación en el Canal Mandri, alledaño a las lagunas Santa Teresa y Palmas, ayudaría a reducir las mortandades ocasionadas por la disminución del oxígeno dentro de las lagunas en los periodos húmedos y secos. La documentación de los eventos anuales de mortandades es muy importante, ya que a través de estas se determina el impacto de estas en el recurso, las causas específicas y ayudaría además en la preparación de un plan de acción para prevenirlas o manejarlas.

Debe considerarse el introducir la tecnología como medio de comunicación. Asuntos relacionados con los ofrecimientos recreativos, específicamente de pesca recreativa, pueden promocionarse a través de estos medios. La promoción de torneos, actividades educativas e investigativas pueden traer beneficios a este lugar. La creación de páginas en las redes sociales, así como “blogs” fomenta la participación y la conciencia sobre la utilización del recurso. Además ayudan a mercadear las facilidades y atraer visitantes, lo que redundaría en un beneficio socio-económico para las comunidades aledañas. Estas acciones pueden ser por medio PECES, quien se encarga de trabajar con el co-manejo de estas instalaciones. De igual forma, los concesionarios que existen en la Reserva deben alquilar o vender equipo de pesca. De modo que, los visitantes reconozcan la pesca recreativa como una actividad que pueden llevar a cabo en las instalaciones. Esta acción reforzaría la actividad de pesca recreativa, así como el desarrollo económico de los concesionarios. Asimismo, debería establecerse un registro de visitantes más riguroso, así como clausurar las entradas no oficiales a las instalaciones de Santa Teresa y Palmas. Aportaría al recurso, la radicación de una reclamación formal al Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos para que se modifique el Plan de Mitigación del Río Antón Ruiz. En el mismo, deben mostrarse los datos de salinidad, pH y cambios en composición de especies para documentar los efectos adversos del mismo.

Se recomienda mejorar las instalaciones e infraestructura de las lagunas Santa Teresa y Palmas. Mediante la radicación de nuevas propuestas que asignen fondos, podrían mejorar significativamente las facilidades existentes y lograr establecerlas en las Mandri para obtener accesibilidad y rendimiento de sus recursos. Mejores facilidades (sanitarias, llaves de agua, gazebos y plataformas de pesca) para los pescadores repercute en mayor asistencia de estos a las instalaciones. Además, se avala el establecimiento de acuerdos de vigilancia y protección con

PECES, y el Cuerpo de Vigilantes para evitar el vandalismo de las instalaciones y la pesca ilegal con trasmallos. Deben establecerse acciones de manejo en la entrada y salida del mar y pesca ilegal con trasmallos en los canales, específicamente en Boca Prieta y en las lagunas Mandri, donde ocurre el intercambio de peces con el mar. Si se limita la entrada de peces, estas disminuirán paulatinamente en todas las lagunas y causaría el colapso del recurso pesquero. Además se debe monitorear la salinidad de las lagunas periódicamente, ya que esto afecta las poblaciones y si aumenta podría disminuir las poblaciones existentes. Establecer técnicas de manejo para el róbalo y sábalo en el Canal Frontera para que estos no permanezcan aislados en Santa Teresa y Palmas. Esta acción, promueve una circulación constante de peces y favorece la reproducción de los mismos. Deben establecerse acuerdos con instituciones educativas que ayuden a monitorear y manejar la salud del recurso periódicamente. También se recomienda colocar letreros en las instalaciones con las reglamentaciones existentes como la prohibición del uso de trasmallos y la retención de sábalos. Además, letreros en las carreteras principales que dan acceso al lugar para que los visitantes puedan dirigirse a las instalaciones sin problemas de desviarse. Por último, debe evaluarse si la pesca recreativa, conocida como *angling* representa una actividad principal en este espacio frente a la pesca de cocolías. Estudiar y documentar la captura de estos crustáceos es importante en el aspecto ecológico y el desarrollo socio económico del lugar. Estos son bastante abundantes en el Canal Mandri y son capturados por una gran cantidad de visitantes. Muchos de estos organismos son capturados y consumidos en áreas limítrofes, lo que representa un riesgo a la salud. Se recomienda llevar a cabo investigaciones científicas que determinen si son aptas para el consumo. En conclusión, para que estas recomendaciones puedan ser ejecutables es necesaria la contratación de más personal de apoyo y la estructuración de técnicas de manejo más atemperadas a su situación actual.

### **Limitaciones del estudio realizado en la Reserva Natural de Humacao**

La metodología utilizada en este estudio discrepa de la utilizada en el estudio base del 2000. El estudio base trabajó con tres factores importantes en las pesquerías: la composición de especies, el componente antropogénico y las condiciones ambientales (Jackson et al., 2001). A diferencia del estudio base, esta investigación trabajó con la evaluación del recurso pesquero desde el punto de vista de la composición de especies y la cantidad de pescadores que utilizan el recurso. Particularmente, con los datos recopilados en las encuestas intercepto realizadas por el personal que maneja la Reserva durante el año 2010. Por lo tanto, resulta complicado establecer comparaciones, ya que los datos de ambas investigaciones son incongruentes. No se encontraban accesibles los datos crudos del estudio del 2000, en tablas con valores, que pudieran establecer cambios en tendencias, cantidades y capturas. Posiblemente, si los datos endosados en el estudio base y el DRNA guardaran similitudes y precisión, las comparaciones de esta investigación hubiesen podido evaluar cabalmente la pesca recreativa en la Reserva.

Otro factor importante que limita esta investigación es que las encuestas intercepto, se realizaron solamente en las lagunas Santa Teresa (1 y 2) y Palmas. No puede establecerse una valoración real del recurso pesquero en todas lagunas. No existen datos que apoyen o censuren la actividad de pesca, si ocurre, en las lagunas Mandri. Los datos de las encuestas intercepto, establecen un promedio de captura por unidad de esfuerzo, y el estudio base utiliza las artes de pesca para determinar este valor. La captura por unidad de esfuerzo se utiliza para demostrar estadísticamente la abundancia de especies, y al no tener cifras comparativas no se puede establecer como un dato robusto. Es importante mencionar, que los datos de las encuestas no son del todo confiables, ya que dependen de las artes de pesca, la voluntad de los pescadores y el

entrevistador, el conocimiento sobre pesca del visitante, sobre todo del azar. Ya que posiblemente el día de la encuesta no coincide con la fecha en que mayor visita reciben las facilidades, entre otros factores. Otro detalle, es que durante la recopilación de los datos de las encuestas, no se establecen categorías que distingan los pescadores que visitan la reserva. Se asume que todos son recreativos, sin embargo en mi propuesta de investigación están categorizados y ni siquiera el DRNA reconoce dentro de su reglamento a los pescadores de subsistencia. Estos pescadores se clasifican como comerciales si venden su pesca y deben tener una licencia para vender los peces que capturan. Si no los venden, son recreativos y no requieren de licencia, hasta que el sistema de licencias para la pesca recreativa se implemente.

Además, un factor fundamental que limitó esta investigación fue la carencia de investigaciones realizadas en este lugar en relación a este tema. Las investigaciones más recientes realizadas en este espacio, datan del año 2001, cuando la Universidad de Mississippi realizó la investigación del estudio base. Las investigaciones previas a la antes mencionada estaban relacionadas con otros elementos de la reserva, pero no específicamente con el estado de las pesquerías en este lugar. Aunque los autores del estudio base han utilizado estos resultados para publicar otras investigaciones relacionadas, todas giran alrededor de los datos de ese año. Al momento esta investigación representa la primera realizada después de diez años. Es por esta razón que no existe margen comparativo de mi investigación con la situación real de las pesquerías en la Reserva Natural de Humacao.

### **Futuras investigaciones que pueden realizarse en la Reserva Natural de Humacao**

La investigación realizada pone de manifiesto una extensa variedad de investigaciones que pueden realizarse en estas instalaciones. Entre estas se encuentra el perfil de los pescadores



que visitan la reserva anual y mensualmente. Además podría estudiarse el cambio en composición de especies de año en año, utilizando los datos de las pescas experimentales. Sería posible comparar las estadísticas de pesca experimental contra las de las encuestas intercepto en un mismo año. Estudiar los cambios físico-químicos y ambientales en la reserva y como éstos determinan la composición de especies. Tomando en consideración que no se le ha brindado importancia a la captura de cocolías en la reserva, se puede investigar sobre su importancia como recurso y su aportación en la pesca recreativa del lugar. Un tema de especial interés sería identificar los lugares en la reserva donde ocurre pesca ilegal con trasmallos, sobre todo en las lagunas que se encuentran más alejadas de las oficinas de administración y cómo minimizar este problema. Otro tema de estudio, podría ser la aportación socio económica del recurso pesquero en la Reserva. Para evidenciar la salud del recurso pesquero en cada una de las lagunas, sería interesante estudiar la composición de especies por laguna y como los factores bióticos y abióticos afectan su composición. Para manejar la pesca en la Reserva, hay que entender la dinámica de entrada de los peces en cada una de las lagunas, con qué frecuencia ocurre este evento, pero sobre todo como salen para completar su ciclo de vida, si este requiere acceso al mar. El hecho de que no puedan salir, afecta las medidas de manejo que se requieren para maximizar su utilidad en la pesca recreativa.

El recurso pesquero en la Reserva Natural de Humacao se ha transformado en los últimos diez años. Ha tenido un descenso tanto en la cantidad de peces que son capturados como en la cantidad de pescadores que utilizan estos recursos. Aunque en el año 2000 Jackson et al. (2001) estableció que las instalaciones necesitaban ser transformadas, indicó además que el recurso estaba sub utilizado y que se encontraba en buen estado. Al presente concuerdo con sus expresiones, basado en los datos que analicé, ya que si hay menor esfuerzo de pesca por parte de

los pescadores, es evidente que la captura será menor. La incógnita es la magnitud de la captura que se realiza por parte de los llamados pescadores de subsistencia, o la pesca furtiva que no se contabiliza. Es imperativo que se establezca el monitoreo periódico de estos recursos y se produzcan investigaciones científicas que aumenten la utilización del recurso de forma sustentable avalando la conservación del mismo. La comunidad científica, así como los fiduciarios de este recurso deben ser pro-activos, y establecer prácticas de manejo que sean cónsonas y creativas, sobretodo, que se atemperen a los cambios en el ambiente.

## LITERATURA CITADA

- Acevedo, M. (2007, Agosto 28). Humacao: fusión de naturaleza e historia. Periódico *Primera Hora*.
- Agardy, T. (2000). Effects on marine ecosystems: a conservationist's perspective. *Journal of Marine Science*, 57, 761-765. doi: 10.1006/jmsc.2000.0721
- Agostinho, A., Gomes L., Dirco, J. (2004, June). Fisheries Management in Brazilian Reservoirs: Lessons from/for South America. *Interciencia*, 29(6), 334-338.
- Allan, J. D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor B. W., Welcomme, R. L., & Winemiller, K. O. (2005). Overfishing of inland waters, *BioScience*, 55, 1041–1051.
- Abruña, F. (2007). Guías de diseño para instalaciones ecoturísticas y de turismo sostenible. Compañía de Turismo de Puerto Rico.
- Arlinghaus, R., & Cooke, S. J. (2009). Recreational fisheries: socioeconomic importance, conservation issues and management challenges. *Recreational Hunting, Conservation and Rural Livelihoods: Science and Practice*, pp. 39–58. Oxford: Blackwell Publishing.
- Bocek, A. (2009). Introducción al cultivo de la tilapia. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. pp. 1-12. Auburn University, Alabama.
- Buchanan, B. & Stoner, W. (1988). Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* sp.) in a tropical estuarine lagoon. *Estuaries* 11, 231-239.
- Camacho, J. & Gadea, V. (2005). Estudio técnico científico del róbalo en Río San Juan y el Gran Lago de Nicaragua. 1(2). Nicaragua: Araucaria.

- Chabert, J. L. (2004). Conservación vis a vis preservación: un comentario. Plan de Manejo Zona Marítimo Terrestre 25 años, DRNA, 34 - 35.
- Cifuentes, J., Torres, P. & Frías, M. (2002). *Las artes y los métodos de pesca*. El océano y sus recursos.
- Coleman, F. C., Figueira, W. F., Ueland, J. S. & Crowder, L. B. (2004). The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations. *Science* 305, 1958–1960.
- Cooke, S. J., Cowx, I.G. (2004). The role of recreational fishing in global fish crisis. *Bioscience*, 54, 857-859.
- Cowx, I.G., & Anrooy, R.V. (2010). Social, economic and ecological objectives of inland commercial and recreational fisheries. *Fisheries Management and Ecology*, 17, 89-92.doi: 10.1111/j. 1365-2400.2010.00739.x
- David, A., et al. (2005, December).Overfishing of inland waters. *Bioscience*, 55(12), 1041-1051.
- Day, J.W., Smith, W.G., Wagner, P.R. & Stone, W.C. (1973). Community structure and carbon budget of a salt marsh and shallow bay estuarine system in Louisiana. Center for Wetland Resources, Louisiana State University.
- De la Guardia, E., González, G. & Aguilar, C. (2003). Biodiversidad marina en la laguna costera El Guanabaco, Cayo Largo, Cuba. *Revista de Investigación Marina*, 24(2), 111-116.
- Díaz, E. L. (2004).Retos y riesgos en el manejo de las áreas costeras. Plan de Manejo Zona Marítimo Terrestre 25 años, DRNA, 28 -29.

- Dibble, E.D., Jackson, D.C., Ferrer, M., Orlando, J., & Rundle, K.R. (2006). Evaluación de los ensamblajes de peces e invertebrados y la disponibilidad de alimentos que soportan la pesca de la Reserva Natural de Humacao, Puerto Rico. *Ciencia*, 14(1), 28-45.
- DRNA. (2011, Septiembre). Para el deleite del turismo la primera reserva eco turística: Rinde frutos esfuerzo conjunto DRNA, Turismo y PECES en la Reserva Natural de Humacao. Portal DRNA.
- DRNA, (2010, Noviembre). Documento de designación Gran Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste.
- DRNA, (2010). Nuevo Reglamento de Pesca, reglamento 6768 enmendado.
- DRNA, (2006, Agosto). Hojas de Nuestro Ambiente. Las Reservas Naturales.
- DRNA, (1986). Educación y Relaciones con la Comunidad. Reserva Natural de Humacao.
- Estudios Técnicos, (2009). Plan de Manejo de la Reserva Natural de Humacao.
- FAO, (2007). Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe. Documento técnico de pesca 461. Roma.
- FAO, (2002). The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome: FAO Fisheries Department.
- Fedler, T. (2009, December). The economic impact of recreational fishing in Everglades Region. *Everglades Foundation*, Florida, 1-17.
- Ferrer, O. (2009). Assessing the habitat structure for common snook and tarpon in Santa Teresa Lagoons, Puerto Rico. *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences*, 9. Doi:10.41941/trjfas.2009.0208

- Ferrer, O., & Dibble, E.D. (2008). Conexión entre el ambiente y el éxito pesquero en el sistema lagunar de la Reserva Natural de Humacao, Puerto Rico. *Ciencia*, 16(2), 156-166
- Ferrer, M., Orlando, J., Dibble, E.D., Jackson, D. C., et al. (2007). Estructura espacio-temporal del sistema lagunar de la Reserva Natural de Humacao, Puerto Rico. *Ciencia*, 12(2), 193-204.
- Ferrer, O., & Dibble, E.D. (2005, Mayo). *Evaluación de la funcionalidad del hábitat de un sistema lagunar costero en Puerto Rico*. XXV Congreso de Ciencias del Mar, Chile.
- Ferrer, O., Dibble, E. D., Jackson, D. C. & Rundle, K. R. (2005). Angling assessment of the fisheries of Humacao Natural Reserve lagoon system, Puerto Rico. *Fisheries Research*, 76, 81–90.
- Flores, F., Agraz, C., & Benítez, D. (2002). Los ecosistemas de manglar, su importancia económica, ecológica y social. *Conservación y restauración* (pp 147-164). España: Universidad de León.
- Galeano, D., Langenkamp, D., Levantis, C., Shafron, W. & Redmond, I. (2004). Economic Value of Charter and Recreational Fishing in Australia's Eastern Tuna and Billfish Fishery. *Fisheries Resources Research Fund*. Canberra, Australia.
- Gbogbo, F., Oduro, W., & Oppong, S.K. (2008). Nature and pattern of lagoon fisheries resource utilization and their implications for water bird management in coastal Ghana. *African Journal of Aquatic Science*, 33(3), 211-222.

- Guidetti, P., & Claudet, J. (2009). Co management practices enhance fisheries in marine protected areas. *Conservation Biology*, 24, 312-318. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01358.x
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill, México. 5.
- Hilborn, R., et al. (2003). State of world's fisheries. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 359-399.
- Hoenig, J. M., Jones, C. M., Pollock, K. H., Robson, D. S. & Wade, D. L. (1997). Calculation of catch rate and total catch in roving surveys of anglers. *Biometrics* **53**, 372-382.
- Holmlund, C. M. & Hammer, M. (1999). Ecosystem services generated by fish populations. *Ecology Economy*, **29**, 253-268.
- Hunt, K., & Ditton, R.B. (2001). Perceived benefits of recreational fishing to Hispanic – American and Anglo anglers. *Human Dimensions of Wildlife*, 6, 153-172.
- Jackson, D.C. & Dibble, E.D. (2001). Fisheries Dynamics and management orientations for Humacao Natural Reserve Puerto Rico: Department of Wildlife and Fisheries- Mississippi State University.
- Junta de Planificación. (2006). Perfil de Puerto Rico: Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico-Borrador Preliminar.
- Kura, Y., et al. (2004). Fishing for answers: making sense of the global fish crisis. Washington (DC): World Resources Institute.
- Lellis, K.A., McGlynn, K.E., & Bigford, T.E. (2008). Estuarine fish and shellfish species in U.S. commercial and recreational fisheries: economic value as an incentive to

- protect and restore estuarine habitat. *U.S. Dep. Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFSF/SPO-90*, pp. 94. Recuperado [http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitat\\_protection/wetlands/index5.htm](http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitat_protection/wetlands/index5.htm)
- Levesque, J. (2010, December). Habitat use patterns of juvenile ladyfish, *Elops saurus*, in Florida. *Wildlife Biology Practice*, 6(2), pp. 39-56. doi: 10.246/wbp.2010.6.4
- Lewin, W.C., Arlinghaus, R., & Mehner, T. (2006). Documented and potential biological impacts of recreational fishing: insights for management and conservation. *Reviews in Fisheries Science*, 14, 305-367. doi: 10.1080/10641260600886445
- Lilyestrom, C.G. (2004). Estadísticas de Pesca en Puerto Rico. *Plan de Manejo Zona Marítimo Terrestre 25 años*, DRNA, pp.32-33.
- Lleonart, J. (1998, Junio). *Sobreexplotación y sostenibilidad en el Mediterráneo, el enfoque biológico*. III Foro Científico sobre la pesca española en el Mediterráneo. Alicante.
- Mallison, C.T., & Cichra, C.E. (2004). Accuracy of angler reported harvest in roving creel surveys. *North American Journal of Fisheries Management*, 24, 880-889.
- McBride, R., MacDonald, T., Matheson, R., Rydene, D., & Hood, P. (2001). Nursery habitats for ladyfish, *Elops saurus*, along salinity gradients in two Florida estuaries. *Fishery Bulletin*, 99(3), 443-458.
- Murdock, S.H., Backman, K., Ditton, R.B., Hoque, H., & Ellis, D. (1992). Demographic change in the United States in the 1990's and the twenty-first century: Implications for fisheries management. *Fisheries*, 17(2), 6-13.
- Ortiz, A. (2009). Juntos Aprendemos a preservar nuestra Reserva Natural de Humacao. Programa de Educación Comunal de Entrega y Servicios .



- Ortiz, H., Jesús, A., & Sosa E. (Marzo, 2007). Distribución espacial temporal del cangrejo *Callinectes sapidus* en la Bahía Chetumal, Quintana Roo, Mexico. *Revista Biología Tropical*. 55(1). 235 - 245.
- Pauly, D., et al. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418, 689-695.
- Pawson, M.G., Glenn, H., & Padda, G. (2008). The definition of marine recreational fishing in Europe. *Marine Policy*, 32, 339-350. doi:10.1016/j.marpol.2007.07.001
- Pérez, A., Barbarino, A., Castillo, O., & Fabré. N. (2011). Hacia un manejo pesquero integral en la cuenca del Río Apure, Venezuela. *Interciencia*, 36(6), 463-470.
- Pritchard, D.W. (1967). What is an estuary: Physical Viewpoint. *Estuaries*, 3, 3-5.
- Reillo, J., & Rosario, J.E. (2008, Marzo). La base legal para la participación pública en el desarrollo de planes de manejo de las reservas naturales con ecosistemas marinos. *Autoridad de Conservación y Desarrollo de Culebra*, pp.1-43.
- Ribas, F. (2011, Septiembre 3). Buena carnada. Retrieved from <http://el nuevodia.com>
- Roberts, C.M. et al. (2003). Application of ecological criteria in selecting marine reserves and developing reserve networks. *Ecological Applications*, 13, 215-228.
- Rundle, K., Jackson, D., Dibble, E. & Ferrer, O. (2002). Atlantic tarpon distribution in brackish water lagoons, Humacao Natural Reserve, Puerto Rico. *Fish and Wildlife agencies*, 56, 86-94.
- Saavedra, M.A. (2006, Agosto). Manejo del cultivo de la tilapia. Simposio Universidad de Hawaii. Managua, Nicaragua.
- Sastre, M., Reyes, P., Ramos, H., Romero, R. & Rivera, J. (1999). Heavy metal bioaccumulation in Puertorrican Blue Crabs (*Callinectes sapidus*). *Bulletin of Marine Science*, 64(2).

- Schwartz, L.N. (2004). Río Antón Ruíz Wetlands Mitigation Design and Plan. Camp Dresser and McKee Inc., pp. 1-9.
- Slipke, J.N., Maceina, M.J. & Grizzle, J.M. (1998). Analysis of Recreational Fishery and Angler Attitudes toward hydrilla in Lake Seminole, a Southeastern Reservoir. *Journal of Aquatic Plant Manage*, 36, 101-107.
- Upneja, A. , Shafer , E., Seo, W., &Yoon, J. (2001, August). Economic benefits of sport fishing and angler wildlife watching in Pennsylvania. *Journal of Travel Research*, 40(1) 68-79.
- US Department of Commerce, & DNER, (1986). Declaración de impacto ambiental preliminar y plan de manejo para el propuesto segmento de Humacao del sistema nacional para investigaciones estuarinas de Puerto Rico. Washington D.C. (USA) and San Juan (Puerto Rico).
- Valdés, M., et al. (2008). Plan de Manejo Reserva Canal Luis Peña Culebra, Puerto Rico. Centro Interdisciplinario Estudios del Litoral, pp.12.
- Van Voorhees, D. & Pritchard , E.S. (2007). Current Fishery Statistics No. 2006. National Marine Fisheries Service, Office of Science and Technology, Fisheries Statistics Division. Silver Spring, Maryland.
- Van Zyl, C. (2011). The use of roving creel survey to monitor exploited coastal fish species in Goukamma Marine Protected Area, South Africa. Nelson Mandela University.
- Veiga, P., Ribeiro, J., Goncalves, J.M., Erzini, K. (2010). Quantifying recreational shore angling catch and harvest in southern Portugal: Implications for conservation and

integrated fisheries management. *Journal of Fish Biology*, 76, 2216 – 2237. doi: 10.1111/j.1095-8649, 2010, 02665.x

Vilella, F.J., Gray, M.J. (1997). Ecological Assessment and Management Plan for the Humacao Wildlife Refuge. Mississippi Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Mississippi State, MS, pp. 315.

Wolter, C.& Arlinghaus, R. (2003). Navigation impacts on freshwater fish assemblages: the ecological relevance of swimming performance. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13, 63–89.

Zerbi, A., Aliaume, C. & Joyeux, J. (2000). Growth of juvenile tarpon in Puerto Rico estuaries. *Journal of Marine Science*, 58, 87-95. doi: 10.1006./jmsc.2000.0992

## **TABLAS**

Tabla 1

*Hoja de cotejo de recomendaciones Reserva Natural de Humacao*

Recomendación Plan de Manejo	Incorporadas		Vigencia		Observaciones
	Si	No	Si	No	
Desarrollo de estrategias de manejo que aumenten capturas.		*		*	Sistema estuarino abierto. No confían en su efectividad
Manipulación ambiental para aumentar la abundancia relativa de especies y las poblaciones de peces.		*		*	Sistema abierto. Se intentó pero los peces no se mantuvieron en el espacio.
Establecer conexión abierta del río Antón Ruiz con el mar durante los meses de desove del sábalo y róbalo.		*		*	Permanece abierta en los meses de otoño mediante procesos naturales. Maquinaria existente no aporta y se cierra naturalmente.
Promover acceso a las lagunas Mandri para aumentar pesca deportiva.		*		*	Es prioridad mejorar y mantener las instalaciones de Santa Teresa I, II y Palmas ya existentes ya que son más accesibles a los visitantes.
Proveer a los pescadores lugares específicos dirigidos a la captura de especies.		*		*	Las especies migran a diferentes partes de la RNH por tanto las facilidades se hacen cerca de los accesos. No puede asegurarse la localización de estas.
Desarrollo de instalaciones recreativas en las lagunas Mandri.		*		*	No existe el presupuesto para las instalaciones. Se necesita permiso del Cuerpo de Ingenieros E.U.A...
Construcción de muelles de pesca y con tablonas educativos en las lagunas Mandri.		*		*	No existen facilidades, existe vandalismo rampante. Las lagunas quedan distantes de las oficinas de administración de la reserva.

Construcción de estacionamiento y veredas interpretativas en las Lagunas Mandri.	*	*	No existe acceso.
Desarrollo de actividades educativas que promuevan el uso de los recursos pesqueros de forma sustentable.	*	*	Las actividades que se realizan son generales y se enfocan en la conservación de los recursos de la Reserva , no en el recurso pesquero directamente
Reglamentar la técnica “ <i>catch and release</i> ” para róbalo y sábalo.	*	*	El Nuevo Reglamento de Pesca establece el <i>catch and release</i> para el sábalo. Para el róbalo se conserva si tiene 22” alrededor de la horquilla.
Establecer una cuota de captura por especie, en especial para róbalo y sábalo.	*	*	El nuevo reglamento no establece cantidad de sábalo, sólo <i>catch and release</i> . Para el róbalo no hay cantidad, tiene que cumplir con la medida. Se confunde con el robalete, que se captura de cualquier tamaño.
Mejoras estructurales a las Lagunas Santa Teresa Y Palmas.	*	*	Muelles flotantes para las lagunas Santa Teresa Y Palmas. Están en proceso ya que fueron aprobados en el presupuesto.

Tabla 2  
*Cantidad total de peces capturados en la RNH basado en las encuestas intercepto del año 2000 y 2010*

Cantidad de peces capturados	Año
181	2000
179	2010

Tabla 3

*Porcentaje de composición de peces en la RNH según los creel surveys 2000 y 2010*

Especies	por ciento (%) año 2000	por ciento (%) año 2010
Tilapia	59	32
Macabí	no datos	16
Róbalo	32	9
Sábalo	9	42

Tabla 4

*Comparación de la captura de peces en la RNH durante los fines de semana y los días en semana durante el año 2010*

Meses del año	fines de semana	días de semana
agosto	8	0
septiembre	10	0
octubre	15	0
noviembre	0	0
diciembre	0	0
enero	8	0
febrero	8	0
marzo	3	0
abril	0	12
mayo	25	0
junio	0	0
julio	89	1



Tabla 5  
*Captura total de peces por mes en la RNH en el año 2010*

Meses del año	cantidad de peces capturados
enero	8
febrero	8
marzo	3
abril	12
mayo	25
junio	0
julio	90
agosto	8
septiembre	10
octubre	15
noviembre	0
diciembre	0

Tabla 6  
*Cantidad de individuos capturados por especie en la RNH durante el año 2010*

Especie	Cantidad de peces
Tilapia	57
Macabí	28
Sábalo	75
Róbalo	17
Otros	2

Tabla 7

*Cantidad de pescadores por mes que visitaron la RNH durante el año 2010*

Meses del año	días de semana	fines de semana	total
Agosto	9	6	15
Septiembre	2	7	9
Octubre	6	11	17
Noviembre	8	4	12
Diciembre	2	5	7
Enero	1	4	5
Febrero	1	12	13
Marzo	1	8	9
Abril	5	13	18
Mayo	4	8	12
Junio	2	6	8
Julio	3	21	24

Tabla 8

*Cantidad de individuos capturados por especie en la RNH durante el año 2000*

Especie	Cantidad de peces
Tilapia	107
Macabí	no data
Sábalo	16
Róbalo	58
Otros	no data

Tabla 9

*Captura por unidad de esfuerzo promedio, captura y esfuerzo total de pesca en la RNH durante el año 2010*

Factor	Valores
CUE	0.196665
Captura total	2540.52
Esfuerzo total	6353.2

Tabla 10

*Horas de esfuerzo por mes (angler- hours) de los pescadores que visitan la RNH durante el año 2010*

Meses del año	Horas de esfuerzo
enero	20
febrero	52
marzo	36
abril	72
mayo	48
junio	32
julio	96
agosto	60
septiembre	36
octubre	68
noviembre	48
diciembre	28

Tabla 11

*Cantidad de pescadores que visitaron la reserva en el año 2000 y 2010*

Año	cantidad de pescadores
2000	343
2010	149

Tabla 12

*Cantidad de visitantes y actividades que realizaron en las instalaciones de la RNH durante los fines de semana en los meses de enero y febrero del año 2012*

Actividades que se realizan en la RNH	Cantidad de personas
Paseo o caminata por las instalaciones	17
Pesca recreativa “angling”	11
Pesca de cocolías	26
Recorridos en bicicleta	12
Día familiar	25
Uso de kayak	3

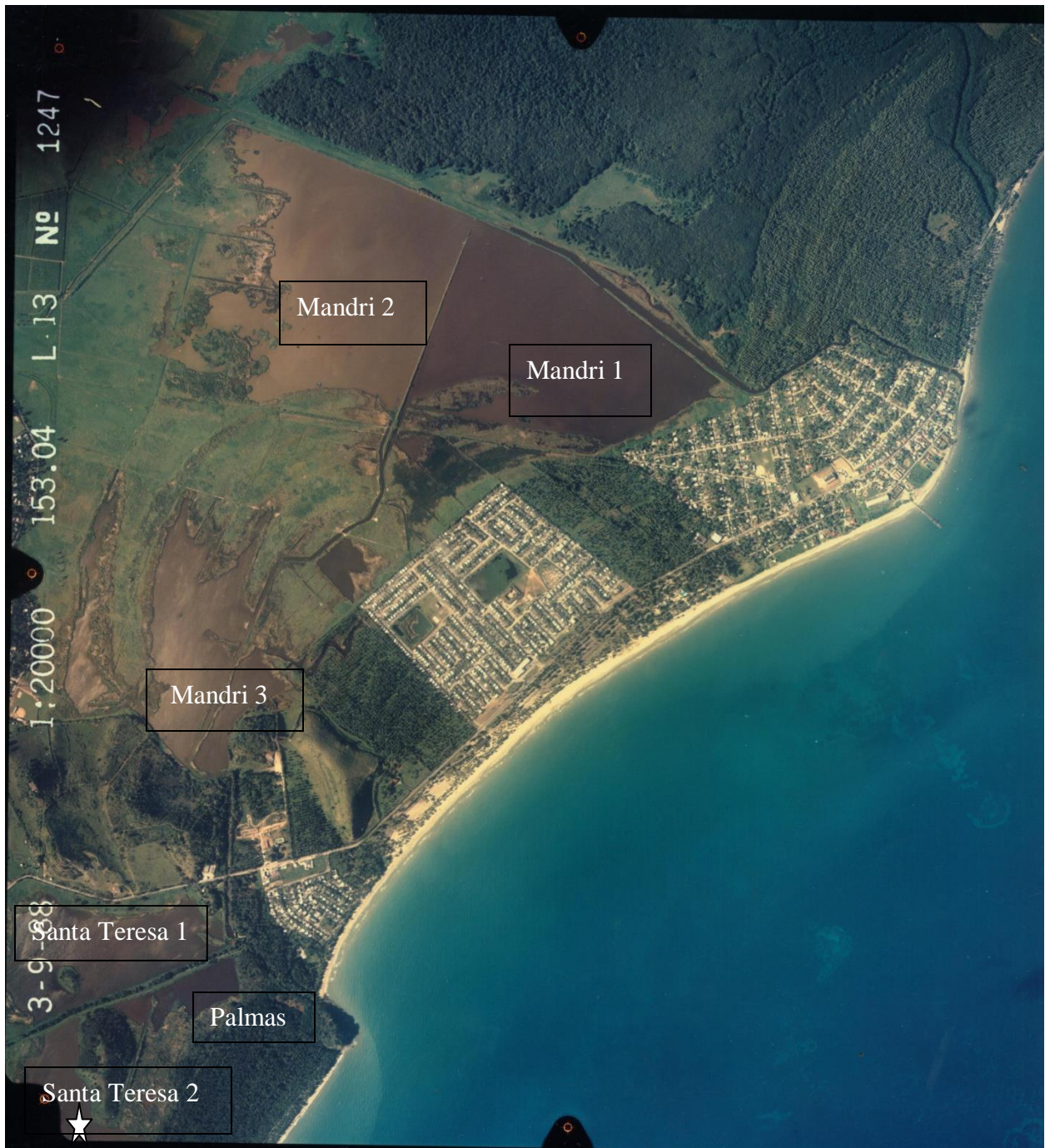
## **FIGURAS**



Cortesía de DRNA

*Figura 1.* Foto aérea Terrenos dragados para el cultivo 1936.





Cortesía DRNA

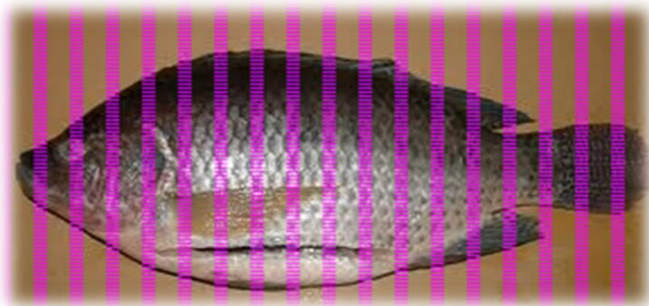
Figura 2. Foto aérea Lagunas de la Reserva Natural de Humacao 1988 (Sin Mitigación).





Tomado de Goggle map

Figura 3. Foto de satélite de la Reserva Natural de Humacao 2010.



Tomado de Google images

Figura 4. Foto de tilapia (*Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*.)





Tomado Google images

Figura 5. Foto macabí (*Elops saurus*).



Tomado de Google images

Figura 6. Foto del sábalo (*Megalops atlanticus*) y róbalo (*Centropomus undecimallis*).

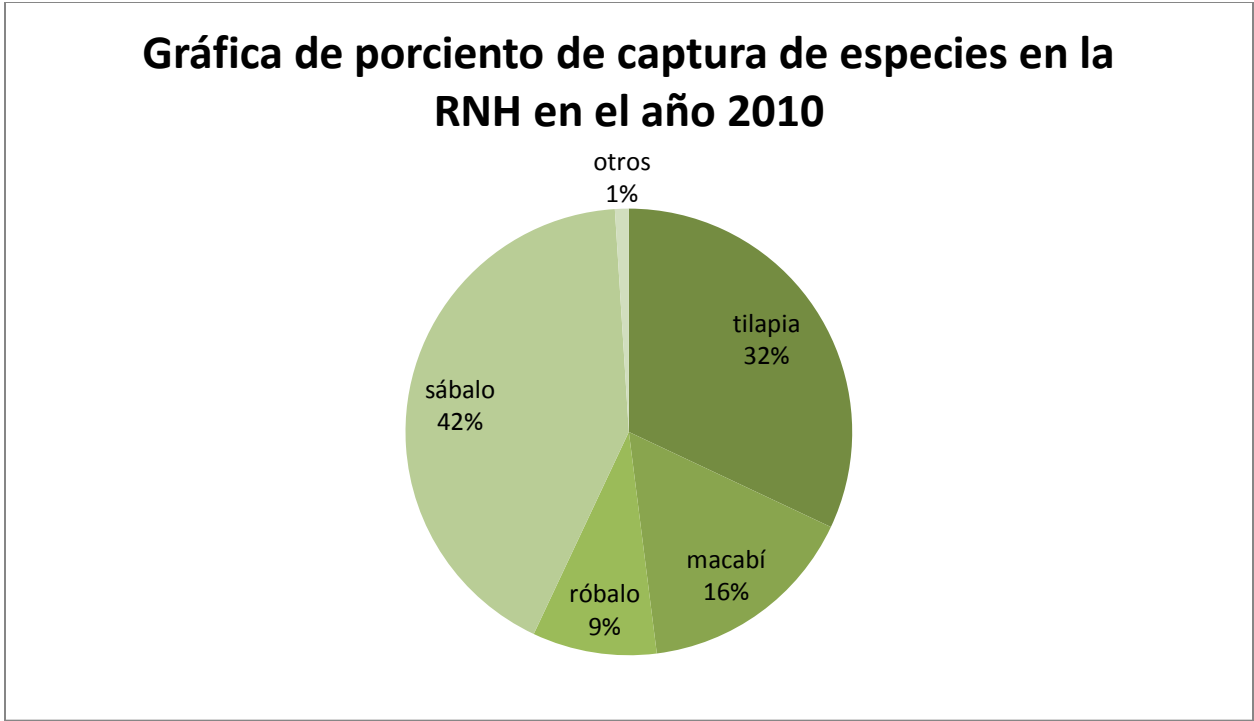


Figura 7. Gráfica de composición de especies RNH 2010.

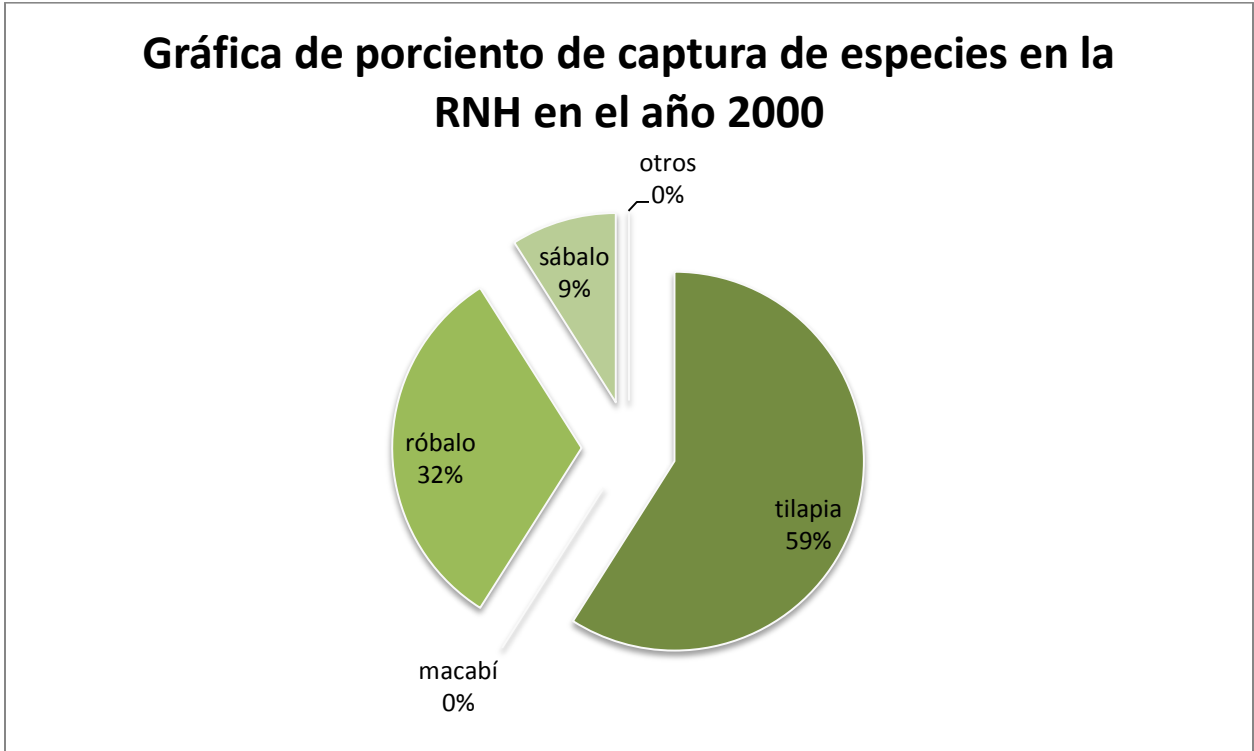


Figura 8. Gráfica de composición de especies RNH en el año 2000.

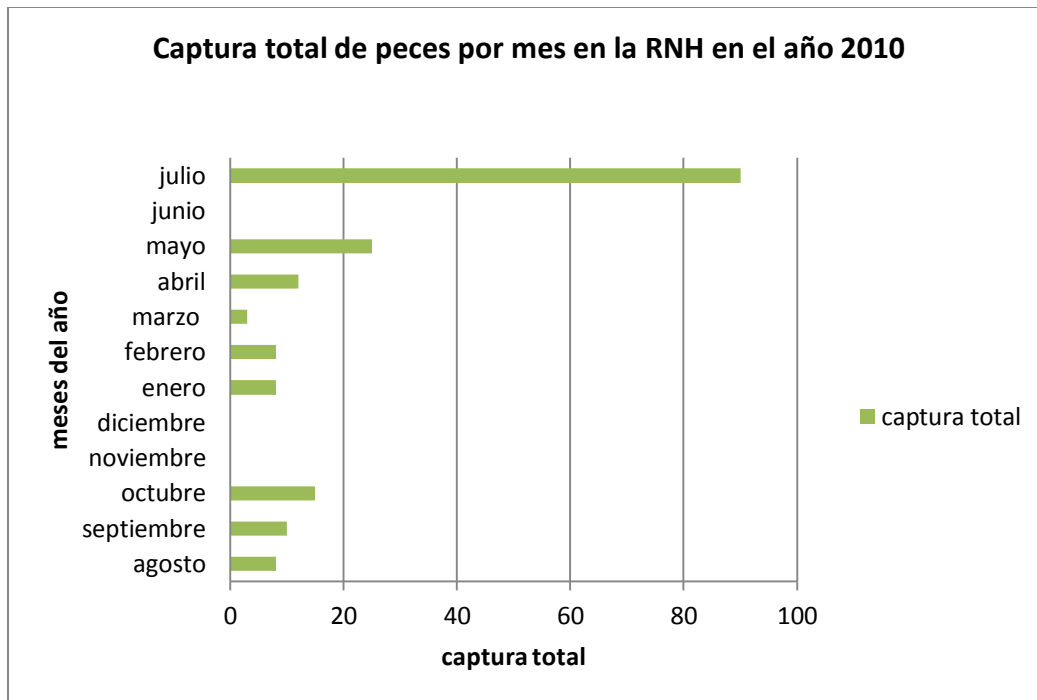


Figura 9. Gráfica de captura total de peces por mes en la RNH en el año 2010.

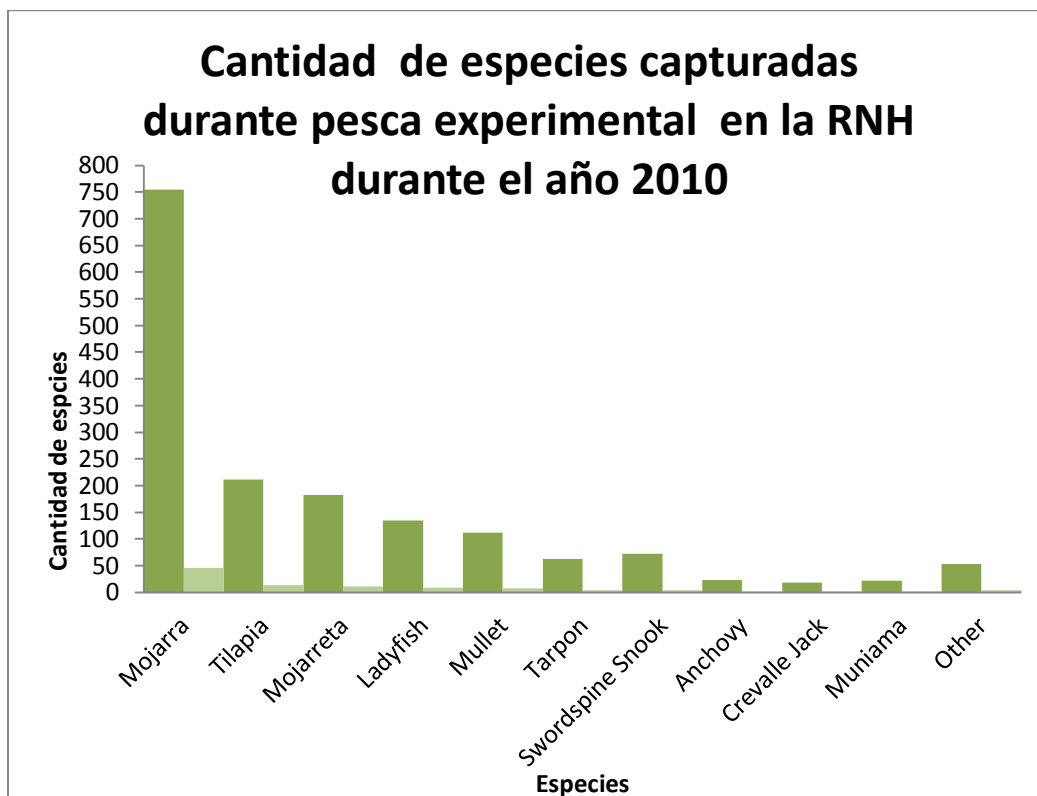


Figura 10. Gráfica de cantidad de especies capturadas en la pesca experimental en la RNH durante el año 2010.

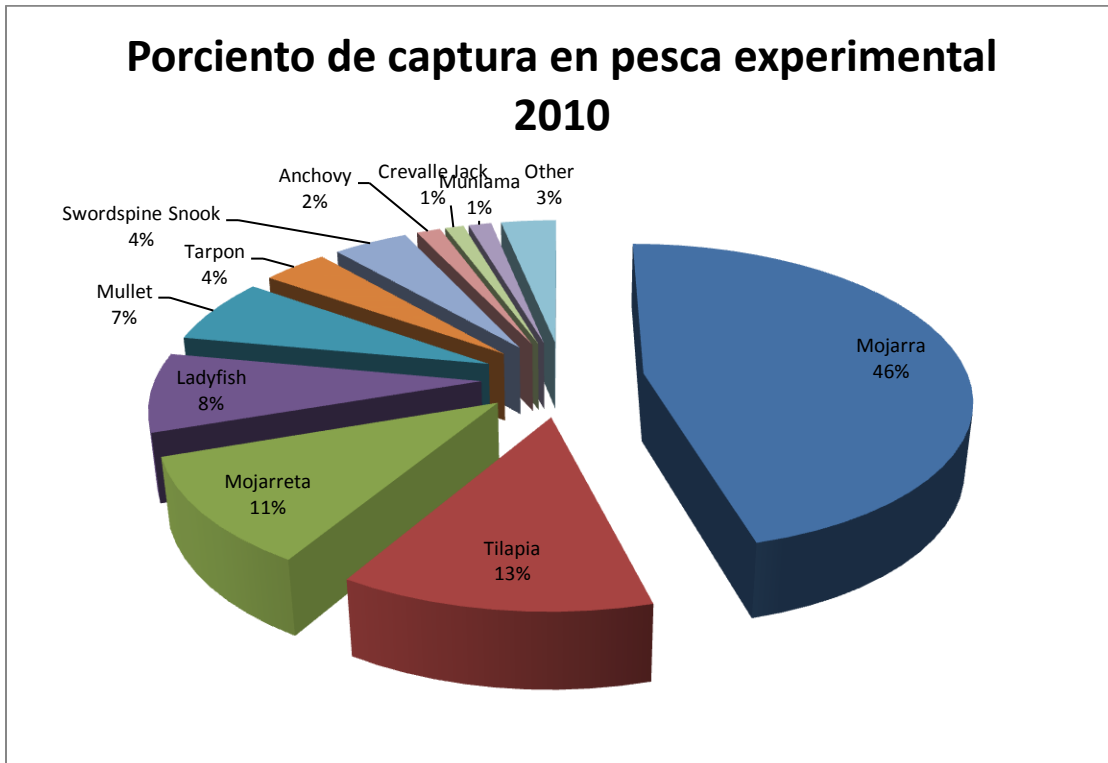


Figura 11. Gráfica de porcentaje de especies capturadas en la pesca experimental durante el año 2010.

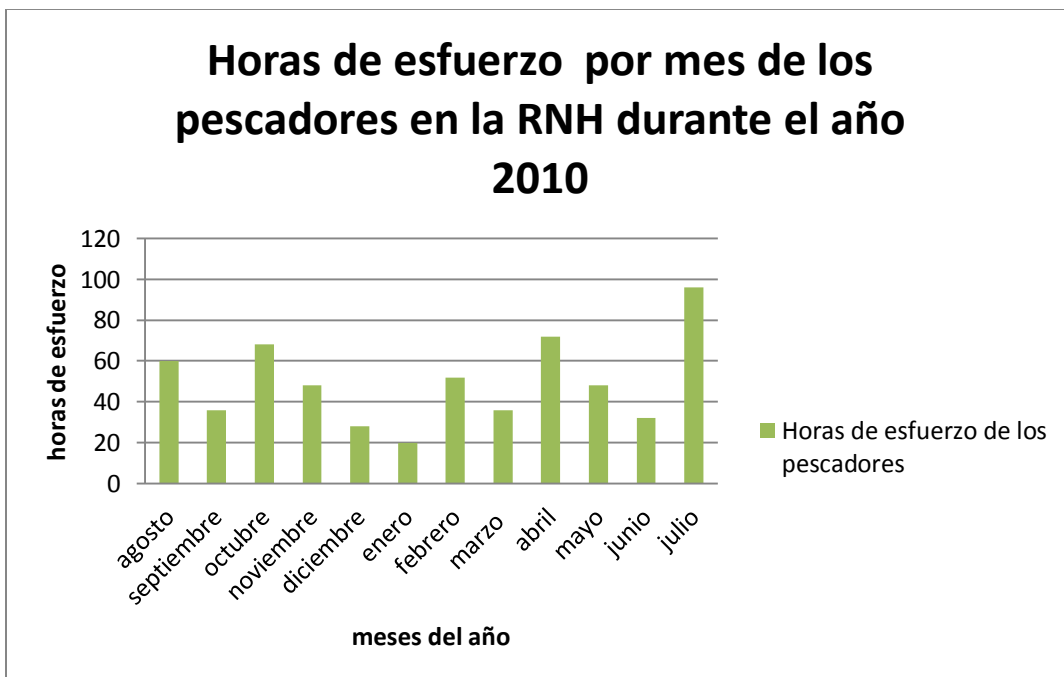
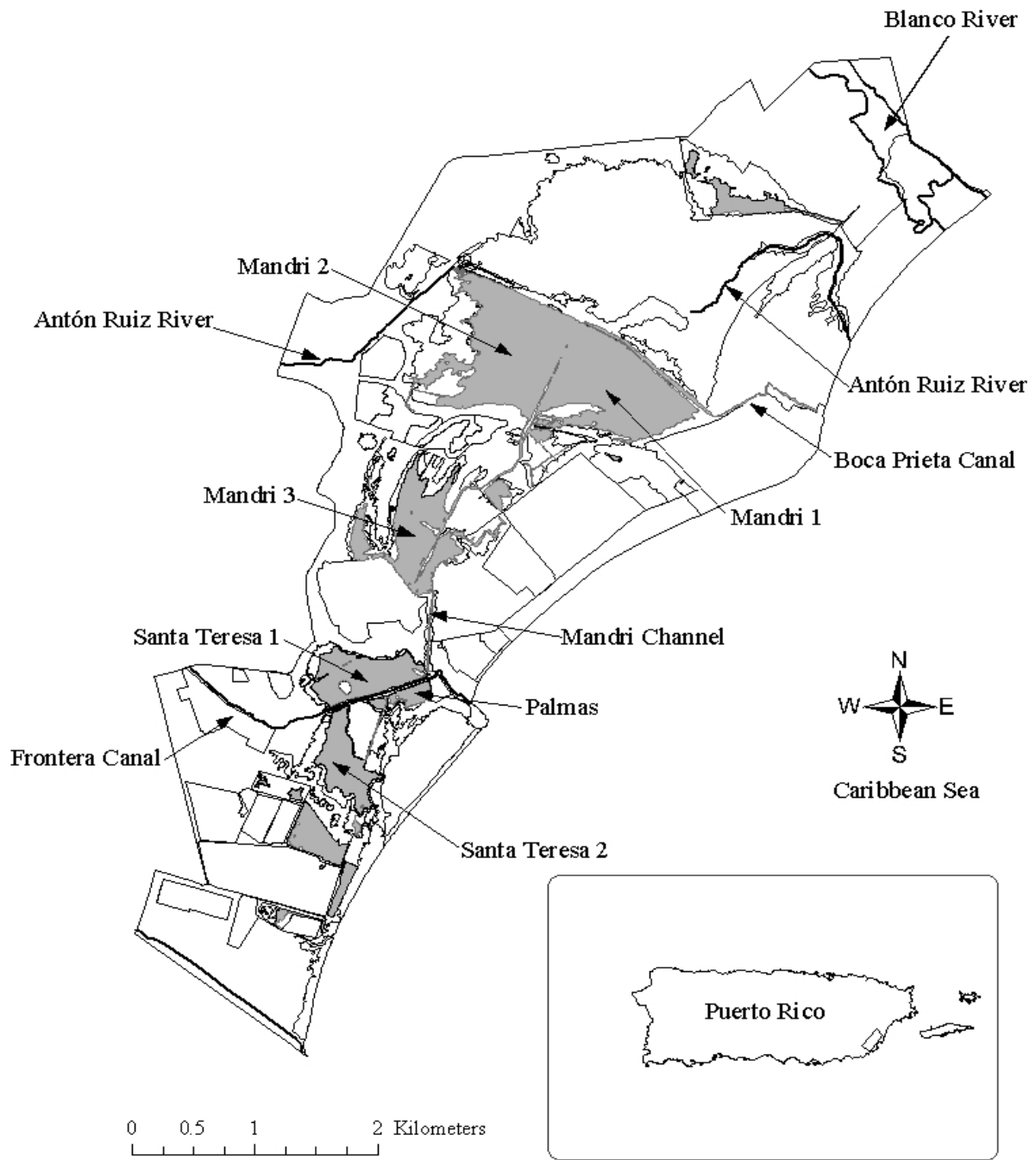


Figura 12. Gráfica de horas de esfuerzo por mes de los pescadores que visitaron la RNH durante el año 2010.



Cortesía de Mississippi State University

Figura 13. Mapa hidrológico de la RNH.

## **APÉNDICES**



Apéndice 1. Hoja de cotejo de recomendaciones Reserva Natural de Humacao

Recomendación Plan de Manejo	Incorporadas		Vigencia		Observaciones
	Si	No	Si	No	
Desarrollo de estrategias de manejo que aumenten capturas.					
Manipulación ambiental para aumentar la abundancia relativa de especies y las poblaciones de peces.					
Establecer conexión abierta del río Antón Ruiz con el mar durante los meses de desove del sábalo y róbalo.					
Promover acceso a las lagunas Mandri para aumentar pesca deportiva.					
Proveer a los pescadores lugares específicos dirigidos a la captura de especies.					
Desarrollo de instalaciones recreativas en las lagunas Mandri.					
Construcción de muelles de pesca y con tablonés educativos en las lagunas Mandri.					
Construcción de estacionamiento y veredas interpretativas en las Lagunas Mandri.					
Desarrollo de actividades educativas que promuevan el uso de los recursos pesqueros de forma sustentable.					
Reglamentar la técnica “ <i>catch and release</i> ” para róbalos y sábalos.					





Apéndice 3. Encuestas intercepto de la RNH del año 2010.

FECHA	D/W	Horari	Prob.	# pesc.	HORAS	Harv.	angler-hrs	E	HUE	H			PROMEDIO	VARIANZA	Standard Error
12-ene-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0		Ewd	11.93	269.4519494	16.41499161
22-ene-10	WD	C	0.33	1	7.08	0	4	12.12	0	0		HUEwd	0.038244767	0.032780062	0.181052649
28-ene-10	WD	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0		Hwd	1.974562333	112.0169174	10.58380449
08-feb-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
16-feb-10	WD	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0		Ewe	30.19	1031.394885	32.11533723
26-feb-10	WD	B	0.5	1	2	0	4	8.00	0	0		HUEwe	0.566270129	1.684698116	1.297959212
02-mar-10	WD	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0		Hwe	18.59386822	1553.658916	39.41648026
17-mar-10	WD	B	0.5	1	4	0	4	8.00	0	0					
29-mar-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0		WD%	0.7		
14-abr-10	WD	C	0.33	5	11.5	12	20	60.61	1.04348	63.2411		WE%	0.3		
22-abr-10	WD	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0					
26-abr-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0		Eprom	17.40606061		
12-may-10	WD	B	0.5	1	3	0	4	8.00	0	0		HUEprom	0.196652375		
13-may-10	WD	C	0.33	1	0.33	0	4	12.12	0	0		Hprom	6.9603541		
20-may-10	WD	C	0.33	2	7.67	0	8	24.24	0	0					
01-jun-10	WD	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0		E total	6353.212121		
10-jun-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0		H total	2540.529246		
22-jun-10	WD	B	0.5	2	7.17	0	8	16.00	0	0					
07-jul-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
21-jul-10	WD	C	0.33	2	8	0	8	24.24	0	0					
29-jul-10	WD	A	0.17	1	3	1	4	23.53	0.333333	7.84314					
05-ago-10	WD	B	0.5	4	11.5	0	16	32.00	0	0					
12-ago-10	WD	B	0.5	3	14	0	12	24.00	0	0					
27-ago-10	WD	C	0.33	2	1.83	0	8	24.24	0	0					
08-sep-10	WD	B	0.5	2	6.92	0	8	16.00	0	0					
09-sep-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
22-sep-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
15-oct-10	WD	C	0.33	2	12.5	0	8	24.24	0	0					
18-oct-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
29-oct-10	WD	B	0.5	4	19.67	0	16	32.00	0	0					
02-nov-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
04-nov-10	WD	B	0.5	8	25	0	32	64.00	0	0					
16-nov-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
08-dic-10	WD	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
21-dic-10	WD	B	0.5	2	4	0	8	16.00	0	0					
29-dic-10	WD	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
17-ene-10	WE	B	0.5	1	2.25	6	4	8.00	2.66667	21.3333					
23-ene-10	WE	C	0.33	2	2.83	2	8	24.24	0.70671	17.1325					
24-ene-10	WE	B	0.5	1	3.17	0	4	8.00	0	0					
15-feb-10	WE	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
21-feb-10	WE	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
27-feb-10	WE	B	0.5	12	26.17	8	48	96.00	0.30569	29.3466					
13-mar-10	WE	C	0.33	2	4	0	8	24.24	0	0					
14-mar-10	WE	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
20-mar-10	WE	C	0.33	6	8.58	3	24	72.73	0.34965	25.4291					
04-abr-10	WE	B	0.5	3	5.5	0	12	24.00	0	0					
17-abr-10	WE	C	0.33	8	20.41	0	32	96.97	0	0					
25-abr-10	WE	B	0.5	2	6	0	8	16.00	0	0					
08-may-10	WE	B	0.5	2	4	5	8	16.00	1.25	20					
22-may-10	WE	A	0.17	1	2.83	20	4	23.53	7.06714	166.286					
23-may-10	WE	B	0.5	5	8.25	0	20	40.00	0	0					
13-jun-10	WE	B	0.5	2	6	0	8	16.00	0	0					
19-jun-10	WE	B	0.5	4	12.83	0	16	32.00	0	0					
20-jun-10	WE	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
05-jul-10	WE	B	0.5	18	68	70	72	144.00	1.02941	148.235					
10-jul-10	WE	B	0.5	3	10.58	19	12	24.00	1.79584	43.1002					
27-jul-10	WE	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
21-ago-10	WE	A	0.17	2	4.17	8	8	47.06	1.91847	90.2807					
28-ago-10	WE	B	0.5	1	5	0	4	8.00	0	0					
29-ago-10	WE	C	0.33	3	12	0	12	36.36	0	0					
11-sep-10	WE	C	0.5	4	6.59	3	16	32.00	0.45524	14.5675					
18-sep-10	WE	A	0.17	1	2.75	3	4	23.53	1.09091	25.6684					
19-sep-10	WE	B	0.5	2	8	4	8	16.00	0.5	8					
02-oct-10	WE	A	0.17	2	6	0	8	47.06	0	0					
12-oct-10	WE	B	0.5	6	12	15	24	48.00	1.25	60					
24-oct-10	WE	C	0.33	3	13.33	0	12	36.36	0	0					
11-nov-10	WE	A	0.17	0	0	0	0	0.00	0	0					
27-nov-10	WE	C	0.33	0	0	0	0	0.00	0	0					
28-nov-10	WE	B	0.5	4	15	0	16	32.00	0	0					
11-dic-10	WE	A	0.17	3	12	0	12	70.59	0	0					
12-dic-10	WE	C	0.33	2	9	0	8	24.24	0	0					
18-dic-10	WE	B	0.5	0	0	0	0	0.00	0	0					
<b>TOTAL</b>				<b>149</b>	<b>446.4</b>	<b>179</b>									



Apéndice 4. Foto Laguna Santa Teresa I- RNH



Apéndice 5. Foto Laguna Palmas – RNH





Apéndice 6. Entrada Reserva Natural de Humacao