

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA  
ESCUELA DE ASUNTOS AMBIENTALES  
PROGRAMA GRADUADO**

**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL POR  
EDAD Y SEXO Y LA ABUNDANCIA RELATIVA DE *Trachemys scripta elegans*  
*WELD-NEUWIED* Y *Trachemys stejnegeri stejnegeri* *SCHMIDT*  
EN LA RESERVA DE VIDA SILVESTRE EN HUMACAO Y EL JARDÍN  
BOTÁNICO DE SAN JUAN, PUERTO RICO**

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

Por  
Rafael Sierra Castro

30 de noviembre de 2009

## **DEDICATORIA**

*A Dios, a la Sra. Carmen M. Castro  
y a mi mentor, Dr. Manuel Acevedo por  
ser siempre una esencia de fuerza e inspiración  
durante este largo, importante y enriquecedor camino.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza y la energía para culminar este documento, y a mis padres, Cruz M. Castro y Rafael Sierra por el apoyo incondicional en la realización de mi investigación. De igual manera, agradezco al Departamento de Ciencias y Tecnología y a la Escuela de Asuntos Ambientales (EAA) de la Universidad Metropolitana (UMET) por el apoyo brindado ante este estudio herpetológico. Del mismo modo, agradezco infinitamente a mis tres grandes mentores, los profesores Miguel García, Doris García y Eva Dávila por siempre creer en mí, estar dispuestos a colaborar y a ayudarme a culminar este grado de maestría. Le agradezco a Dr. Juan C. Musa, Dr. Edwin Serrano, Dr. Richard Thomas, Dr. Carlos Ruiz y Dr. Richard Vogt por su orientación en el manejo de reptiles y por proporcionarme el equipo adecuado para este estudio. Del mismo modo, doy gracia a todo el personal de la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y del Jardín Botánico de San Juan por la ayuda brindada al momento realizar el muestreo de vertebrados. Mi mas sincero agradecimiento a los siguientes voluntarios: Sra. Janice Arroyo y a sus estudiantes del Colegio La Piedad; Sra. Janette Delgado e hijos; Srta. Charluz Arrocho y Sra. Milka M. Sierra por su ayuda en la recolección de los datos en ambos lugares de estudio. Últimamente, y no menos importante, doy gracias a mis grandes amigos y compañeros en este camino: Gabriel Santos, Dayamiris Candelario, Omar Monzón, Javier Antonsanti, Tere de los Santos, Yamill Camacho, Thelma Graniela y Gloribeth Sanjurjo, por las continuas aportaciones y sugerencias científicas en relación a mi estudio investigativo.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE APÉNDICES	xi
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	
Trasfondo del problema	1
Problema de estudio	6
Justificación del estudio	7
Preguntas de investigación	9
Meta	9
Objetivos	10
<b>CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
Trasfondo histórico	11
Marco teórico	13
Descripción de la familia <i>Emydidae</i> , tortugas hicoteas	16
Descripción de la tortuga oreja-roja, <i>T. scripta elegans</i>	17
Descripción de la jicotea de Puerto Rico, <i>T. stejnegeri stejnegeri</i>	20
Estudio de casos	21
Primer caso	21
Segundo caso	22
Tercer caso	24
Marco Legal	26
Leyes estatales	26
Reglamentos estatales	31
Leyes federales	32
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	33
Área de estudio	
Reserva de Vida Silvestre de Humacao (RVSH)	33
Jardín Botánico de San Juan (JBSJ)	35

Metodología por objetivos	36
Muestreo de estructura poblacional por edades y abundancia relativa	38
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>40</b>
Estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de especies	40
Estructura poblacional por sexo de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en RVSH y JBSJ	41
Estructura poblacional de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> y <i>T. scripta elegans</i> en JBSJ	46
Abundancia relativa y hábitat de las poblaciones de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en RVSH y JBSJ	50
Estructura poblacional por edades en las poblaciones de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en RVSH y JBSJ	54
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
Recomendaciones	59
Limitaciones	60
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de las tortugas del género <i>Trachemys</i> y <i>Chrysemys</i> examinadas en el estudio	72
Tabla 2. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de peso entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	73
Tabla 3. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao	74
Tabla 4. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	75
Tabla 5. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de caparazón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	76
Tabla 6. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao	77
Tabla 7. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	78
Tabla 8. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de plastrón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	79
Tabla 9. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao	80
Tabla 10. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	81
Tabla 11. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	82

Tabla 12. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao	83
Tabla 13. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	84
Tabla 14. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de peso entre hembras y machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en el Jardín Botánico de San Juan	85
Tabla 15. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre machos vs machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	86
Tabla 16. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras vs hembras de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	87
Tabla 17. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de caparazón entre hembras y machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en el Jardín Botánico de San Juan	88
Tabla 18. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre machos vs machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	89
Tabla 19. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras vs hembras de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	90
Tabla 20. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de plastrón entre hembras y machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en el Jardín Botánico de San Juan	91
Tabla 21. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre machos vs machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	92
Tabla 22. Prueba T (T-Test). Comparación del plastrón entre hembras vs hembras de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	93

Tabla 23. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en el Jardín Botánico de San Juan	94
Tabla 24. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre machos vs machos de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	95
Tabla 25. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras vs hembras de <i>T. scripta elegans</i> y <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> del Jardín Botánico de San Juan	96



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área en estudio, Reserva de Vida Silvestre de Humacao, Puerto Rico (RVSH)	98
Figura 2. Mapa del área de estudio, Jardín Botánico de San Juan, Puerto Rico (JBSJ)	99
Figura 3. Por ciento de individuos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> capturados en la Reserva de Vida Silvestre, Humacao	100
Figura 4. Por ciento de individuos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> capturados en el Jardín Botánico de San Juan	101
Figura 5. Tamaño promedio de caparazón y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	102
Figura 6. Tamaño promedio del plastrón y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	103
Figura 7. Relación peso y caparazón de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre, Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	104
Figura 8. Tamaño de la cola y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y Jardín Botánico de San Juan	105
Figura 9. Por ciento de especies capturadas en las charcas del Jardín Botánico de San Juan	106
Figura 10. Porcentaje de individuos de <i>T. scripta elegans</i> capturados en el Jardín Botánico de San Juan	107
Figura 11. Peso promedio y sexo de las especies en estudio en ambos áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan	108

## LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Foto de Laguna Palmas, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	110
Apéndice 2. Foto de fragmentación de la Laguna Palmas, Reserva de Vida Silvestre Humacao	111
Apéndice 3. Foto de puente principal del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	112
Apéndice 4. Foto de Caño Frontera (lado derecho), Reserva de Vida Silvestre de Humacao	113
Apéndice 5. Foto de Caño Frontera (lado izquierdo), Reserva de Vida Silvestre de Humacao	114
Apéndice 6. Foto vista lateral del Jardín Monet, Jardín Botánico de San Juan	115
Apéndice 7. Foto vista frontal del Jardín Monet, Jardín Botánico de San Juan	116
Apéndice 8. Foto vista frontal de la Laguna Grande, Jardín Botánico de San Juan	117
Apéndice 9. Foto de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> hembra adulta del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	118
Apéndice 10. Foto de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> macho adulto del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	190
Apéndice 11. Foto de la variedad de individuos de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> (machos y hembras) adultos del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	120
Apéndice 12. Foto de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> hembra adulta, Jardín Botánico de San Juan	121
Apéndice 13. Foto de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> macho adulto, Jardín Botánico de San Juan	122
Apéndice 14. Foto de <i>T. scripta elegans</i> hembra adulta, Jardín Botánico de San Juan	123

Apéndice 15. Foto de <i>T. scripta elegans</i> macho adulto, Jardín Botánico de San Juan	124
Apéndice 16. Foto de peto pegado en la hembra adulta de la especie de <i>T. scripta elegans</i> , Jardín Botánico de San Juan	125
Apéndice 17. Foto de ejemplo de mutilación en un individuo de <i>T. stejnegeri stejnegeri</i> en el Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao	126
Apéndice 18. Foto de individuo hembra de la especie <i>C. picta picta</i> encontrada en la charca Laguna Grande, Jardín Botánico de San Juan	127
Apéndice 19: Hoja de datos	128
Apéndice 20. Permisos de autorización	130

## **LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS**

ASIH - American Society of Ichthyologists and Herpetologists

DRNA – Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

IACUC – Institutional Animal Care and Use Committee

JBSJ – Jardín Botánico de San Juan

RVSH – Reserva de Vida Silvestre de Humacao

IUCN- Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza Y Los Recursos Naturales

UPR – Universidad de Puerto Rico

## RESUMEN

La Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan no han sido estudiadas adecuadamente con relación a las especies de reptiles que habitan en estos dos ecosistemas. En Puerto Rico no se ha documentado el desplazamiento y actividades diurnas de *Trachemys scripta elegans* en ecosistemas de agua dulce. Ante la falta de estudios y la importancia de la conservación de *Trachemys stejnegeri stejnegeri*, determinamos la estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri*. Esto con el fin de comparar resultados poblacionales entre las áreas de estudio y evaluar posibles impactos de sobreposición de distribución y hábitat de *T. scripta elegans* sobre la especie nativa. El muestreo lo llevamos a cabo en la Laguna Palmas y el Caño Frontera en RVSH, y el Jardín Monet y la Laguna Grande en JBSJ. Utilizamos redes y trampas acuáticas para la captura de tortugas. Estas fueron marcadas, medidas y liberadas en su lugar de captura. Determinamos el índice de abundancia relativa y a través de un análisis estadístico de varianza (ANOVA) y una prueba T, comparamos ambas poblaciones. Durante los meses de junio a septiembre del 2009 capturamos 71 tortugas: 18 individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH y 29 individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* y 21 de *T. scripta elegans* en JBSJ. Los resultados indicaron una diferencia significativa entre peso, tamaño de caparazón, peto y cola entre hembras y machos, y una correlación significativa positiva entre tamaño y peso entre las dos especies en estudio. La abundancia y diversidad de individuos fue mayor en JBSJ, donde determinamos que por cada 10 tortugas nativas existen 7 tortugas invasoras. Las edades estimadas fluctuaban entre 8 a 19 años entre ambas poblaciones. No identificamos ningún impacto negativo sobre la especie nativa con relación a sus actividades diurnas. Este estudio documentó por primera vez la estructura poblacional de las tortugas acuáticas en JBSJ y determinamos el estado actual de *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH. Recomendamos que *T. stejnegeri stejnegeri* debe categorizarse como especie de menor riesgo bajo el reglamento 6766 del DRNA. Además, se debe crear un plan informativo ambiental acerca de estas dos especies en ambos lugares de estudio.

## ABSTRACT

The reptile populations of the Humacao's Wildlife Reserve (RVSH) and the San Juan Botanic Garden (JBSJ) have not been studied. There is no documented data of the displacement or the diurnal activities of the *Trachemys scripta elegans* in freshwater ecosystems. This study was performed to determine the population structure of the *T. scripta elegans* and *T. stejnegeri stejnegeri* by age, sex and relative abundance. The study compared the results of the population within the studied sites and evaluated the possible impacts of distribution due to imposition and habitat of the *T. scripta elegans* over the native species. The samples were collected in Palmas Lagoon and Caño Frontera at RVSH, and Monet Garden and Grande Lagoon at JBSJ. Nets and aquatic traps were used to obtain the turtles for this study. These turtles were marked, measured and freed at the site trapped. The relative abundance index was determined and statistic analysis of variance (ANOVA) and t-test comparing both populations. During the months of June and September of 2009, 71 turtles were captured: 18 individuals of *T. stejnegeri stejnegeri* at RVSH, 29 individuals of *T. stejnegeri stejnegeri* and 21 individuals of *T. scripta elegans* at JBSJ. The results showed a significant difference in weight, the size of the shell, plastron and tail between males and females and a significant positive correlation in size and weight between the two species in this study. The abundance and diversity of the individuals were higher at JBSJ, determining a ratio of 10:7 between the native and the invasive species. The estimated ages found fluctuate between 8 and 19 years old in both species. The presence of the invasive species did not impact the diurnal activities of the native species. This study was able to document for the first time the population structure of the aquatic turtles at JBSJ and determined the current status of the *T. stejnegeri stejnegeri* at RVSH. It is recommended for *T. stejnegeri stejnegeri* to be categorized as a low risk species under the DRNA 6766 regulation. An informative environmental plan about both of these species should be created.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **Trasfondo del problema**

Ante la introducción de nuevos individuos en diversos territorios, el entender la distribución y los patrones de abundancia de ciertas especies se ha convertido en el objetivo fundamental de los estudios ecológicos poblacionales (Swingland, 2001; Whitfield et al., 1997). Sin embargo, la exactitud del estado de distribución y la demografía de casi todas las especies, al menos en los Estados Unidos, no ha sido estudiada ni documentada adecuadamente (Whitfield et al., 1997). Los estimados exactos de la distribución y abundancia de especies en el manejo de hábitats son críticos para la conservación de la biodiversidad, especialmente cuando se estudian las especies nativas de una región.

Los cambios en los patrones de distribución pueden reflejarse en la dispersión de los individuos o en estudios poblacionales previos (Swingland, 2001). Los cambios en abundancia pueden ocurrir a través del tiempo según la variación de hábitats (Blaustein et al., 1994; Swingland, 2001), como ocurre en poblaciones de tortugas acuáticas (Whitfield et al., 1997). Por ejemplo, cuando los niveles de agua fluctúan en pantanos aislados, la densidad de los individuos pueden aumentar, si las condiciones se mantienen húmedas. De lo contrario, si las condiciones del hábitat son secas, la densidad de las especies se mantiene moderada o baja en la misma área (Miranda, 2006; Whitfield et al., 1997).

La introducción de especies invasivas afecta tanto la estructura como el funcionamiento de un ecosistema alterando así los procesos naturales. El flujo de energía y el desplazamiento de las especies nativas, de sus nichos ecológicos, son ejemplos concretos del efecto que producen las especies introducidas a nuevos hábitats (Herbold & Moyle, 1986). Según la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, IUCN por su siglas en inglés, la introducción de especies es una de las causas importantes para disminución o pérdida de biodiversidad a escala global (Prévot et al., 2007; IUCN, 2009). Wilson (1988) publicó que ante la pérdida gradual de la diversidad, el número de especies amenazadas y en peligro de extinción aumentaba significativamente. Algunas posibles causas para la introducción de especies son la agricultura, los controles biológicos, la cacería y las actividades de pesca (Mack et al., 2000).

Las especies introducidas, usualmente son impredecibles con relación a la demografía, la utilización de recursos y relaciones bióticas. Las especies introducidas poseen variaciones en sus historiales genéticos y en las habilidades para la competencia interespecífica (Cadi & Joly, 2003). Entre esas variaciones podemos mencionar la alta producción de prole, una amplia variedad ecológica y tolerancia a la presencia humana (Polo et al., 2008). Sin embargo, las especies nativas son desplazadas de sus procesos ecológicos por medio de la depredación, hibridización, introducción de patógenos o por la competencia por recursos (Dodd & Seigel, 1991).

Las especies introducidas generalmente provienen de áreas con una alta diversidad de depredadores, lo cual es apropiado para evitar más depredadores que las que evaden las especies nativas. Cuando estas especies son introducidas en un nuevo hábitat con pocos depredadores, estas tornan su comportamiento a uno anti-depredador.



Por otro lado, si las especies nativas ocupan un lugar geográficamente aislado de las acciones antropogénicas y ausencia de especies depredadores, éstas suelen ser más propensas a ser invadidas constantemente (Polo et al., 2008). La competencia entre las especies nativas e introducidas depende de las habilidades de supervivencia y del uso de los recursos disponibles del hábitat (Cadi & Joly, 2003). Un estudio realizado por Petren & Case (1996) en el archipiélago de Hawái, demostró que la lagartija nativa *Lepidodactylus lugubris*, fue reemplazada por la lagartija invasora, *Hemidactylus frenatus*, introducida desde el nordeste de Asia y del norte de África. Este reemplazo fue debido a que la especie invasora es capaz de reproducirse en cortos períodos de tiempo cuando existe una gran abundancia de presas para su ingestión.

La introducción de diferentes especies invasivas y exóticas como mascotas ocurre de forma no planificada. Este es uno de los métodos de introducción más común, ya que las mismas son liberadas, uno a dos individuos por ocasión, cerca de residencias privadas (Prévot et al., 2007). Una de estas especies de animales son las tortugas, las cuales se han convertido en especies invasivas, ya que las mismas son utilizadas frecuentemente en el comercio de mascotas.

Durante las últimas décadas, un gran número de reptiles juveniles en los Estados Unidos ha dominado los ecosistemas de agua dulce (Cadi & Joly, 2003). Desde comienzos del 1970 tortugas exóticas, se han exportado desde los Estados Unidos de América a países del Caribe y algunas regiones de América del Sur, a través de la industria del comercio internacional (Rueda et al., 2007). Desde la década del 70 hasta la década del 90, un importante comercio de mascotas se desarrolló en granjas estadounidenses con una gran producción de tortugas. Una de las especies más

exportadas es *Trachemys scripta elegans* Weld-Neuwied (1838) (la tortuga oreja-roja), de la cual alrededor de 50 millones de individuos se introdujeron a países del Caribe, América del Sur, Europa y Asia. Además, más de 52 millones de individuos se produjeron en granjas extranjeras fuera de los Estados Unidos (Prévot et al., 2007; Cadi et al., 2005).

Usualmente, esta especie es vendida en tiendas de mascotas, cuando tienen un caparazón de aproximadamente 3 a 4 cm de largo; cuando el individuo alcanza un tamaño mayor de 30 cm, los dueños no están preparados para mantenerla en cautiverio por mucho tiempo. Por tal razón, la misma es liberada e introducida a diferentes ecosistemas naturales (Cadi et al., 2005; Ernst et al., 1994). Entre una de las situaciones que contribuyó al aumento en la venta y liberación de *T. scripta elegans*, fue la producción del programa de televisión de caricaturas animadas *Teenage Mutant Ninja Turtle* en el año 1980. Además, se puede mencionar el intenso intercambio comercial en el mercado de comida y la acuicultura en Asia y en los países del Pacífico (Ernst et al., 1994; Williams, 1999).

La distribución natural de *T. scripta elegans* se extiende desde el centro y este de los Estados Unidos hasta el norte de América del Sur. Esta criatura acuática omnívora es generalmente encontrada viviendo en grupos en fondos lodosos en cuerpos de agua dulce. Esta especie es ectodérmica, ya que se puede encontrar asoleándose sobre rocas durante días soleados (Ernst et al., 1994; Somma et al., 2008). *T. scripta elegans* es una de las tortugas más conocidas en el mundo por su popularidad como mascota, convirtiéndola así en una especie con numerosos estudios fisiológicos y ecológicos (Bernal et al., 2004).

Algunas de las ventajas que posee esta especie de tortuga son la alta fecundidad, la madurez sexual a temprana edad y el gran tamaño que poseen los adultos (Moll & Legler, 1971; Cadi & Joly, 2003). La especie introducida posee depredadores, como hormigas, mapaches, zorrillos, y humanos que consumen sus huevos y crías en etapas tempranas. De manera que sus ventajas son positivas para el ambiente al ser una fuente de alimento para animales, y al regular otras poblaciones de animales y plantas. Para el ser humano, son buena fuente de alimento, y en algunos países son utilizadas para el intercambio comercial de mascotas. Con estas ventajas, esta especie puede ser perjudicial para especies nativas y para los humanos como portadores de enfermedades bacterianas (Ernst et al., 1994).

En Puerto Rico, la especie *T. scripta elegans* se ha convertido en una amenaza para el desarrollo y comportamiento de *Trachemys stejnegeri stejnegeri* Schmidt (1928), jicotea puertorriqueña. Esto es una ventaja para la tortuga oreja-roja debido a que esta posee una rápida y efectiva adaptación en ecosistemas de agua dulce (Joglar & León, 2005). *T. scripta elegans* es la especie de tortuga de mayor introducción a la isla (Rivero, 1998).

Con la compra y venta de *T. scripta elegans*, muchos dueños se incomodan con la tortuga (Joglar & León, 2005), ya que la misma tiene un crecimiento inmoderado, y debido a los cambios en su comportamiento, estas son entonces liberadas a cuerpos de agua dulce (Rueda et al., 2007). Esto acontece sin tener conciencia del daño ecológico que la especie introducida puede tener sobre la biodiversidad primaria con relación a la estructura y función de un ecosistema (Cadi & Joly, 2003). Este daño ecológico puede ocasionar factores de presión negativa para alguna especie nativa, como lo son la

depredación, la competencia interespecífica y la destrucción del hábitat (Joglar & León, 2005). El comercio internacional, no sólo se limita a la importación de numerosos neonatos y adultos de esta especie al país, sino también a la introducción y exposición de *Salmonella*. La *salmonella* es transmitida por esta especie dispersando así la salmonelosis en los niños a través de contacto directo con las tortugas. (Ernst et al., 1994).

### **Problema de estudio**

Desde el punto de vista de la herpetofauna, la Reserva de Vida Silvestre de Humacao es una de las menos estudiadas en comparación con otras reservas naturales. Los trabajos en el área del bosque de *Pterocarpus* y las lagunas Madri-Santa Teresa, se han utilizado para identificar más de diez especies de reptiles y anfibios. Entre las especies más comunes se encuentran *T. stejnegeri stejnegeri*, la única especie nativa de agua dulce y el sapo toro, *Rana catesbeiana* (DRNA, 1986).

El Jardín Botánico de San Juan no ha sido un lugar de investigación sobre la herpetología de Puerto Rico. Pocas investigaciones han sido llevadas a cabo en los jardines y viveros ubicados en las 300 cuerdas de terreno que componen este lugar. En este momento, el único estudio de herpetología que se realiza en el jardín está relacionado al curso de conducta animal de los coquíes que habitan alrededor de las lagunas del Jardín Botánico. Otras investigaciones incluyen la diversidad genética de abejas y la ecología y evolución de los procesos de dispersión de semilla de plantas tropicales por medio de aves nativas (UPR, 2008).

La documentación acerca de los estudios ecológicos sobre la introducción de *T. scripta elegans* en Puerto Rico es desconocida. Por tal razón, como parte de la protección, el manejo y la conservación de especies nativas, esperamos investigar la distribución poblacional de la especie en estos ecosistemas de agua dulce. Además, no se ha documentado si *T. scripta elegans* desplaza competitivamente a *T. stejnegeri* con relación a las características de nicho ecológico y a las actividades diurnas que ejerce cada especie (Joglar & León, 2005).

Teniendo en cuenta el posible desplazamiento por parte de *T. scripta elegans* y ante la habilidad de resistir cambios radicales de clima (Rueda et al., 2007) y hábitats (Cagle, 1950), pretendemos determinar si ocurre una sobreposición de la especie sobre la especie nativa. Esto ante la estructura poblacional por edades, la abundancia relativa y hábitats utilizados por las especies en estudio.

### **Justificación del estudio**

Según Mulder & Coppelillo (2005), biodiversidad se refiere a la serie de especies con variaciones genéticas, variedad de ecosistemas y abundancia natural, en el cual las especies se desarrollan. Estas variaciones en los historiales de vida y en las habilidades competitivas entre las especies del mismo género, causan diferencias en su habilidad de invadir y resistir competencia desde un depredador o un invasor (Cadi & Joly, 2003). Estas diferencias en la habilidad para competir pueden aumentar el riesgo de extinción para la especie invadida (Scott, 2007). Ante esta perspectiva, se desarrolla una conciencia sobre la importancia de la conservación de la diversidad de especies sobre la biosfera; este podría ser el caso de las especies *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri*

*stejnegeri*, las cuales podrían desarrollarse en ambientes similares y utilizar los mismos recursos desarrollando una sobreposición entre las especies (Ernst et al., 1994; Joglar & León, 2005).

*T. scripta elegans* es una especie de gran importancia por tener características particulares para sobrevivir en ambientes extremos (Cagle, 1950; Rueda et al., 2007). Al ser una tortuga popular en el mundo debido que es utilizada como mascota en Estados Unidos y Europa, numerosos estudios fisiológicos, ecológicos y de comportamiento han sido publicados (Moll & Legler, 1971; Ernst et al., 1994). Sin embargo, los individuos de esta especie localizados en el área del Caribe no han sido estudiados ni documentados adecuadamente (Somma et al., 2008). Éstos solo han sido identificados y descritos de manera general debido a que su distribución se ha extendido a lo largo de las Antillas Menores en la isla de Guadalupe, San Martín (Powell & Henderson 2005), y en algunos lugares de Trinidad y Tobago (Schwartz & Henderson, 1985; Murphy, 1997). En países de Latinoamérica donde la ingestión de tortugas es legal, la especie es considerado como buena fuente de proteína fácilmente cosechable; además, su carne, hígado, huevos y folículos ováricos son muy apreciados por su buen sabor (Bernal et al., 2004).

*T. stejnegeri stejnegeri* es una especie sobre la cual se conoce poco sobre su historia natural, aparte de su hábitat y su comportamiento sobre el apareamiento y la reproducción de la misma. Su distribución en la isla está restringida y sus poblaciones probablemente son pequeñas debido a la depredación de huevos y nidos en sus áreas de desove. En estos momentos se carece de un estudio documentado del estado actual de la especie alrededor de la isla, al ser la misma la única tortuga acuática nativa en Puerto Rico (Joglar & León, 2005; Rivero, 1998). Esta especie, al igual que *T. scripta elegans*

fue introducida y luego distribuida por escape, liberación de mascotas o en la importación de recursos alimenticios a través de las Antillas Menores en la isla de Guadalupe; aunque no es una especie de comportamiento ni desarrollo negativo para otras especies (Powell & Henderson, 2005).

Según los estudios realizados por Joglar & León (2005), el grado de protección de *T. stejnegeri stejnegeri*, no ha sido lo suficiente para la conservación de ella, debido a la falta de estudios científicos que evidencien el estado actual de la especie. Tampoco se tiene información científica reciente sobre las actividades diurnas de las tortugas exóticas introducidas, las cuales pueden afectar negativamente a la tortuga nativa. Se desconoce de algún mecanismo efectivo para controlar las interacciones competitivas de otras especies en los hábitats de *T. stejnegeri stejnegeri*. Ante este trasfondo, y teniendo en cuenta la introducción y establecimiento de *T. scripta elegans* en la isla, se desea investigar la estructura poblacional de la especie en los lugares próximos a *T. stejnegeri stejnegeri*.

### **Preguntas de investigación**

¿Puede *T. scripta elegans* tener un impacto negativo sobre la especie nativa *T. stejnegeri stejnegeri*?

¿Existe una sobreposición de estructura poblacional por edad y sexo, abundancia relativa y hábitat de *T. scripta elegans* sobre la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri*?

### **Meta**

Comparar la estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de la tortuga invasora oreja-roja, *T. scripta elegans* y la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan.

## Objetivos

1. Determinar la estructura poblacional por edades, abundancia relativa y hábitats de las especies *T. scripta elegans* y *T. stejneri stejneri*.
2. Comparar resultados poblacionales entre las áreas de estudio.
3. Evaluar los posibles impactos sobre la especie nativa.



## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **Trasfondo histórico**

Biodiversidad se define como la variedad de seres vivientes de cualquier procedencia teniendo en cuenta su abundancia, distribución y riqueza en cualquier ambiente, ya sea acuático o terrestre (Callow, 1999). Esto crea importancia a cada una de las especies encontradas en la biosfera, ya que las mismas son parte de las interacciones intra e interespecíficas que identificamos en cualquier ecosistema. Para entender esos patrones de distribución y abundancia, es importante conocer el efecto que tiene el ambiente y otras especies de un hábitat sobre el comportamiento y en la fisiología de los organismos.

Ante los efectos que tienen algunas especies sobre el comportamiento y desarrollo de otros organismos, los cuales pueden ser cruciales para la pérdida de la biodiversidad y el aumento de crisis ambientales (Joglar & León, 2005), se crean planes de manejo y conservación para evitar estas crisis. La Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), ha acordado que las especies invasivas son una de las causas más importantes para la reducción, a escala global, de la biodiversidad (Prévot et al., 2007). Ante esta perspectiva, la continua entrada y salida de especies exóticas han afectado significativamente el hábitat de muchas especies nativas, teniendo un efecto en las actividades diurnas y nocturnas de los individuos. A estos efectos se podría añadir la

labor antropogénica, la cual desplaza localidades e individuos de especies nativas, como *T. stejnegeri stejnegeri*.

*T. stejnegeri stejnegeri* es la única tortuga de agua dulce nativa de Puerto Rico, la cual habita en cuerpos de agua dulce y salobre alrededor de la isla (Joglar & León, 2005). Además, se encuentra en zonas de elevación baja cerca a las costas. La mangosta, mamífero pequeño introducido en Puerto Rico, es el principal depredador de esta especie. Se han observado marcas de dientes sobre la mayoría de los cascarones de huevos y huellas de mangostas sobre la arena cerca de los nidos depredados, sin excluir observaciones directas en un evento de depredación (Joglar & León, 2005).

La distribución de esta especie está restringida y se considera que las poblaciones son probablemente pequeñas (Rivero, 1998). Las agencias encargadas de custodiar esta especie nativa no la han incluido, como una protegida debido a la falta de documentación que evidencie el estado actual de la especie. *T. stejnegeri stejnegeri* pudiera estar amenazada por otros factores de presión negativa como el consumo humano y la introducción de especies exóticas. Esta introducción de especies exóticas, como *T. scripta elegans*, puede amenazar significativamente la integridad de la especie nativa al reproducirse exitosamente o al desarrolla competencia por los recursos, hasta el punto que la pueda desplazar (Joglar & León, 2005).

Este estudio se enfoca en la estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa, ya que se desconoce si *T. scripta elegans* desplaza competitivamente a *T. stejnegeri stejnegeri*. Esto, en relación a las características físicas del hábitat y las actividades diurnas que ejerce cada especie. Teniendo en cuenta ese desplazamiento y ante la habilidad de resistir cambios radicales de clima (Rueda et al., 2007) y hábitat

(Cagle, 1950), se pretende determinar, por medio de observación, si la especie invasora provoca cambios en los individuos de la especie invasora.

### **Marco teórico**

Los reptiles son el primer grupo de vertebrados que invade exitosamente el ambiente terrestre. El éxito de estas especies se debe a dos innovaciones que surgen por primera vez: las escamas y el huevo con cascarón. Otras dos características importantes de los reptiles son la fecundación interna, y que son ectotérmicos, ya que no son capaces de regular la temperatura interna de su cuerpo por medio de mecanismos fisiológicos (Joglar & León, 2005).

El número de especies de reptiles en el mundo es de más de 8,000, siendo las tortugas el grupo más antiguo y que ha cambiado muy poco. Las tortugas comparten una serie de características únicas, que las define como un grupo monofilético. Además, estas son las de menor diversidad dentro de los grupos amplios de reptiles. Las tortugas se caracterizan principalmente por tener su cuerpo protegido por una coraza o armadura. Estos animales son los únicos que poseen el esqueleto unido a una concha, ya que sus vertebras y costillas están fusionadas al caparazón. Todas las tortugas son ovíparas y ponen sus huevos en ambientes terrestres, aunque las mismas sean acuáticas o marinas (Ernst et al., 1994; Joglar & León, 2005).

Las tortugas forman dos linajes distintos, las criptodiras y las pleurodiras, las cuales se distinguen por el retraer o mover el cuello. Las pleurodiras esconden la cabeza y el cuello moviéndolo hacia los lados; sin embargo, las criptodiras, esconden la cabeza y el cuello guiándola hacia atrás en forma de S. Las cinco especies de tortugas marinas

que llegan a la isla y *T. stejnegeri stejnegeri* son organismos criptodiros (Pritchard & Trebbau, 1984; Joglar & León, 2005; Rueda et al., 2007).

Las tortugas de Puerto Rico contienen una importancia ecológica, científica y cultural. En el aspecto ecológico, las mismas son importantes por su distribución y abundancia como parte de las redes alimenticias en los ecosistemas terrestres. En el aspecto científico, el estudio de las tortugas y otros reptiles han contribuido al crecimiento y conocimiento de otras ramas de la biología como la biogeografía, nichos ecológicos y división de recursos entre otros (Rivero, 1998; Joglar & León, 2005).

En el aspecto económico, las tortugas son atractivas al turismo por su venta. Los primeros habitantes de Puerto Rico creaban sus cemies y adornos corporales como representaciones de reptiles. Estos utilizaban las tortugas como alimento y le daban importancia mística y religiosa a las representaciones de reptiles (Joglar & León, 2005).

A base de la importancia que tienen los reptiles nativos en la isla, debemos enfatizar que unos de los impactos más significativos hacia estas especies es la introducción de nuevas especies a ecosistemas locales (Prévot et al., 2007). Ante la importancia de la vida silvestre, se han creado diferentes leyes y reglamentos para el buen manejo y conservación de los organismos. Según la Ley 241 del 15 de agosto de 1999, Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico del Departamento de Recursos Naturales, se concretarán los siguientes conceptos básicos y fundamentales para especificar adecuadamente definiciones de vida silvestre:

- “La ley define a una especie como a cualquier especie, subespecie o variedad de flora, o fauna silvestre, así como cualquier segmento poblacional de la misma.

- Las especies de vida silvestre perjudiciales son especies que el Secretario designe mediante reglamento como perjudiciales a los mejores intereses de Puerto Rico.
- Las especies vulnerables o en peligro de extinción son aquellas especies de vida silvestre cuyos números poblacionales son tales que a juicio del Secretario requieren especial atención para asegurar su perpetuación en el tiempo y el espacio físico donde existen y que se designen por éste mediante reglamento.
- Las especies exóticas son especies que han sido introducidas y que de acuerdo con el criterio del Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales no son parte de la flora o fauna nativa de Puerto Rico.
- Vida silvestre o fauna silvestre se define como cualquier especie animal residente cuya propagación natural no dependa del celo, cuidado o cultivo del hombre. Esta también debe encontrarse en estado silvestre, ya sea nativa o adaptada en Puerto Rico o cualquier especie migratoria que visite Puerto Rico en cualquier época del año, así como también especies exóticas. Estarán comprendidas en ésta definición aves, reptiles, mamíferos acuáticos o terrestres, anfibios y todos los invertebrados e incluye cualquier parte, producto, nido, huevo, cría o su cuerpo muerto o parte de éste; incluye las especies vulnerables o en peligro de extinción.
- Reserva de vida silvestre es aquella área administrada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para el manejo y la propagación de la vida silvestre donde se permite la caza deportiva, actividades recreativas y científicas entre otras, conforme a la reglamentación vigente.

- Refugio es un área designada por el Secretario del Departamento donde la caza deportiva no está permitida y donde se determinan otros usos compatibles mediante reglamentación.
- Hábitat natural es un terreno cuyas condiciones ecológicas permiten la existencia y reproducción de poblaciones de vida silvestre. Excluye los terrenos urbanizados e incluye pero no se limita a bosques, humedades y praderas herbáceas, entre otros.”

### **Descripción de la Familia *Emydidae*, tortugas jicoteas**

La familia de *Emydidae* incluye cerca de 33 géneros y 95 especies entre las Américas, Europa, Noreste de África y Asia; las cuales predominan en América del Norte por su riqueza. Esta familia contiene primordialmente especies de agua dulce, aunque algunas son especies de agua salobre y terrestre, como *Malaclemmys terrapin* y *Terrapene*, respectivamente. Las especies de esta familia tienen la capacidad de vivir y adaptarse en una amplia serie de ambientes, tanto acuáticos como terrestres. Al tener la habilidad de adaptarse a diferentes ambientes, diferentes especies de tortugas de esta familia son vendidas a través del comercio de mascotas (Ernst et al., 1994; Rueda et al., 2007).

Entre los ambientes en los que habitan se encuentran ríos, lagos, caños, pantanos y regiones áridas y semiáridas de los Estados Unidos. Sin embargo, el hábito alimentario de esta familia parte desde estrictamente herbívoro en sus etapas tempranas hasta estrictamente carnívoro en sus etapas adultas. Las especies carnívoras se alimentan en su mayoría de anélidos, crustáceos y peces. Los pequeños mamíferos y algunos reptiles son responsables principalmente de la destrucción de nidos de las especie de la familia *Emydidae* (Ernst et al., 1994 & Rueda et al., 2007).

El género *Trachemys*, es un invasor reciente que sobrevive en los trópicos a pesar que el mismo pertenece a América del Norte, siendo así las únicas tortugas de la familia *Emydidae* encontradas en las Antillas Mayores. Este sobrevive debido a sus hábitos generalistas, su alimentación omnívora y su capacidad para colonizar cualquier hábitat. Además, este género conserva su estrategia reproductiva propia de las especies de las zonas templadas, la cual consiste en producir crías con un gran número de pequeños huevos (Ernst et. al. 1994; Rueda et. al. 2007).

**Descripción de la Tortuga oreja-roja, *Trachemys scripta elegans* Weld-Neuwied (1838)**

*T. scripta elegans*, descrita por Schoepff (1792), es una tortuga de tamaño moderado, la cual no sobrepasa los 29 cm de largo (Rueda et. al. 2007). Esta tortuga diurna se halla en hábitats de agua dulce poco profundos, fondos lodosos, abundantes plantas acuáticas y amplios lugares para asolearse (Cagle, 1950; Ernst et. al. 1994). Esta especie tiene el ámbito de distribución más extenso en comparación con cualquier otra tortuga acuática en el mundo, aunque se conoce poco sobre los movimientos poblacionales de la especie en su hábitat (Ernst et. al. 1994; Moll & Legler, 1971). Su distribución nativa cubre desde el centro y este de los Estados Unidos hasta el extremo noreste de México, América Central, Venezuela y Colombia (Ernst, 1990; Rueda et. al. 2007). De las 19 subespecies de *Trachemys scripta*, *T. scripta elegans* (Ernst, 1994), es una de las subespecies más comunes introducidas en numerosas localidades en el mundo como resultado del comercio internacional de mascotas. Esta especie de la familia *Emydidae*, por ser la principal tortuga vendida a través del comercio de mascotas, ha expandido su alcance a raíz de la liberación de mascotas a la vida silvestre (Ernst et. al. 1994; Seidel, 1990; Somma et. al. 2008).

Entre las características ideales existentes para los individuos de *T. scripta* en las áreas tropicales se encuentran los hábitats relativamente amplios, abiertos y claros en los bosques, abundantes lugares para asolearse, y cuerpos de agua lóaticas asociados a pequeños tributarios. Raramente son encontradas en aguas salobres. Además, los hábitats deben poseer grandes cantidades de vegetación acuática, especialmente sumergidas. Esta especie se encuentra en lugares acuáticas adyacentes a ecosistemas de tierra firme desde desierto hasta bosques lluviosos desde el nivel del mar hasta sobre 1500m (Pritchard et. al.1984). Sin embargo, poco es conocido acerca movimientos de los individuos esta especie dentro de la población. Los estudios realizados por Parmenter (1980) demuestran que la alta tolerancia al calor en ecosistemas tropicales aumenta el índice de crecimiento en relación al tamaño del cuerpo y a la amplitud de la población de esta especie.

Esta tortuga puede vivir aproximadamente de 37 a 40 años (Ernst et. al. 1994). Se caracteriza por sus cintas longitudinales amarillas y una ancha lista postorbital de color rojo brillante en su cabeza verde oliva oscura (Rivero, 1998). El plastrón puede alcanzar desde un color verde vivo hasta negro, a medida que la especie envejece (Ernst, 1990). Las hembras alcanzan significativamente un tamaño mayor en la cabeza; sin embargo en la concha, ésta es más alta, ancha y convexa y con una cola más corta. En los machos, las uñas tienden a alargarse mucho más durante la madurez (Ernst et. al. 1994; Rueda et. al. 2007).

Según Cagle (1950), *T. scripta elegans* realiza tres actividades diurnas principales, las cuales son fundamentales para el desarrollo de la especie en relación a su reproducción: alimentarse, termorregularse y descansar, las cuales ocurren siempre que la



temperatura de su hábitat lo permita. El período de alimentación de estas tortugas puede ser en cualquier momento, pero usualmente se restringe a la mañana o en las últimas horas de la tarde. Durante este tiempo, muchos individuos de esta tortuga pueden concentrarse en áreas restringidas para una efectiva alimentación. Esto es así, ya que poseen la habilidad de resistir largos períodos de tiempo sin ingerir alimentos disminuyendo la competencia entre los individuos de la misma especie.

La termorregulación de esta especie ocurre mayormente durante la mitad de la mañana o de la tarde, pero algunos individuos pueden llevar a cabo esta actividad durante horas tempranas de la noche. Esta especie no puede asolearse por largos períodos de tiempo para recibir luz solar directa ya que la radiación solar causa un aumento significativo en la temperatura de su cuerpo. Con dos horas de asoleo, es suficiente para que la especie regrese al agua con una temperatura máxima y efectiva. La misma se mantiene bien alerta ante cualquier disturbio mientras desarrolla esta actividad diurna. Durante el período de descanso de la especie, la tortuga se mantiene silenciosamente en el fondo del cuerpo del agua o flotando sobre la superficie del agua (Ernst et. al. 1994).

*T. scripta* es una especie omnívora que se alimenta de una gran variedad de plantas acuáticas, invertebrados, peces y carroña (Parmenter, 1980). En las primeras etapas de vida, esta especie es 70% carnívora, pero durante los periodos más calientes del año, los juveniles combinan sus recursos alimenticios con plantas acuáticas y carne de animales. Sin embargo, durante las etapas adultas la especie es más herbívora y es un 10% carnívora (Parmenter, 1980; Clark & Gibbons, 1969).

## **Descripción de la jicotea de Puerto Rico, *Trachemys stejnegeri stejnegeri* Schmidt, 1928**

*T. stejnegeri stejnegeri*, Schmidt (1928), descrita por Sthal (1882), es una tortuga acuática de tamaño moderado, midiendo aproximadamente de 18 a 30cm de largo, siendo la de mayor tamaño de las cuatro especies del Caribe Insular (Suárez, 1997; Silva, 1998; Joglar & León, 2005). De las seis especies de tortugas encontradas en la isla, es la única especie nativa en la isla (Joglar & León, 2005), la cual se distribuye en charcas, lagunas, embalses y riachuelos de agua dulce (Rivero, 1998). También, puede encontrarse en cuerpos de agua salobre en algunas partes bajas alrededor de Puerto Rico. Esta especie está limitada a cuerpos de agua con abundante vegetación acuática y suelos blandos (Joglar & León, 2005). Entre las poblaciones más grandes de esta especie en la isla se encuentran la Laguna Tortuguero, el Caño Tiburones, los canales de riego en Guánica, las charcas naturales y artificiales del pueblo de Isabela y el sistema de lagunas en la Reserva de Natural de Humacao. La abundancia de la jicotea de Puerto Rico disminuye durante los meses de octubre a marzo, sin embargo, su densidad aumenta durante los meses de abril a julio, donde ocurre la actividad reproductiva. La hembra migra a sus áreas de anidamiento para desovar (Moll & Legler, 1971).

Esta especie nativa de Puerto Rico, es principalmente omnívora, ya que se alimenta de materia animal como vegetal (Rivero, 1998). Sin embargo, las tortugas de agua dulce, se describen como especies herbívoras, aunque se alimentan de invertebrados (Ernst et al., 1994). Entre una de las plantas ingeridas por esta especie se encuentra el árbol de cayur, del cual la especie consume su fruta que se deposita en el cuerpo de agua (Joglar & León, 2005).

*T. stejnegeri stejnegeri* se caracteriza por tener la cabeza de color oscuro sin ninguna marca, una raya de color rojo pardo detrás del ojo y algunas rayas amarillas (Joglar & León, 2005; Rivero, 1998). Su caparazón es castaño oliváceo o negruzco, y el plastrón puede variar de crema a amarilloso con marcas que pueden formar siluetas como anillos. Las hembras poseen un tamaño mayor y la curvatura del plantón es más profunda que en los machos. En los machos, las garras tienden a ser más largas que las de la hembra (Stejnegeri, 1904; Joglar & León, 2005).

### **Estudios de casos**

Los casos a resumirse a continuación, presentan una visión más amplia de los objetivos de este trabajo investigativo con relación a las actividades diurnas de las especies nativas e invasoras de una región. Las investigaciones previas nos ayudan a aplicar alternativas de manejo ante especies introducidas en localidades habitadas por especies nativas. Las especies nativas se pueden ver amenazadas tanto por falta de recursos limitantes, eventos naturales o acciones antropogénicas afectando así la pérdida de la biodiversidad y el aumento de especies amenazadas y en peligro de extinción en un área específica.

### **Competencia por exposición al sol entre la especie europea, *Emys orbicularis galloitalica* y la especie introducida, *Trachemys scripta elegans***

Cadi & Joly (2003), investigaron la competencia que existe en los lugares donde las tortugas se exponen al sol entre las especies de ambos géneros, *Emys* y *Trachemys*, y el comportamiento de esta selección bajo competencia. Estos lugares pueden ser recursos restringidos en la vida silvestre, al ser óptimos en el hábitat de las especies. Para monitorear el comportamiento de las interacciones entre los individuos, se analizaron 28

tortugas de cada especie, las cuales poseían un mismo tamaño. Estas tortugas fueron recolectadas marcadas y alimentadas con comida natural. Se utilizaron cuatro estanques artificiales para comparar el lugar de selección para asolearse entre dos grupos experimentales: grupos simples y grupos mixtos.

Ambas especies preferían asolearse en aguas abiertas y profundas. En los grupos mixtos, *T. scripta elegans* competía indirectamente con *E. orbicularis galloitalica* por los lugares para asolearse. Siendo la especie introducida la más competitiva, esto se intensifica a raíz de charcas limpias o despejadas, disminuyendo la habilidad de favorecer lugares para asolearse en la especie nativa. En relación a la introducción de las especies invasivas a los grupos mixtos, su distribución fue rápida aumentando su densidad y modificando la utilización apropiada del hábitat. Aunque éste solo fue un comportamiento por recurso entre las dos especies al escoger lugares de baja calidad para exponerse al sol; este estudio provee una comprensión sobre las interacciones potenciales entre las especies introducidas y las especies nativas.

### **Reproducción exitosa de la tortuga introducida oreja-roja, *Trachemys scripta elegans*, en el sur de Francia**

Cadi et al. 2003, investigaron la reproducción potencial del género *Trachemys* en Francia, como un prerrequisito a un potencial de supervivencia a largo plazo de las tortugas de estanque. Esa persistencia de una especie en sobrevivir en un hábitat invadido a largo plazo es incierta, a menos que la especie contenga unas características propias para mantenerse en un ambiente. Una de esas características es la tolerancia a temperaturas muy bajas para la determinación de sexo. Para responder preguntas acerca de la reproducción de *Trachemys*, fue investigada en dos estanques semi-naturales en el sur de Francia. Incubaciones en laboratorios y en el campo fueron combinadas para

verificar la fertilidad de las hembras, el éxito de la incubación de los huevos y el ratio de sexo de sus crías.

El estudio demostró que los huevos de las hembras liberados en el campo fueron fértiles, aunque se encontró una alta proporción de huevos infértiles, en comparación con los individuos incubados en el laboratorio. Este alto número de huevos infértiles pudo ser el resultado del fallo de los individuos en el proceso de apareamiento. Sin embargo, este fallo no está relacionado a una baja densidad poblacional, ya que fue mantenida en cautiverio en una alta densidad. La falta de machos podría ser una explicación válida acerca de los huevos infértiles.

En comparación con estudios realizados en el norte de Francia, este estudio demuestra que las variaciones en la temperatura del suelo están relacionada con la producción de ambos sexos en la especie invasora. Sin embargo, las bajas temperaturas en el norte de Francia podrían ser un factor limitante sobre el éxito de la reproducción de estas especies. *Trachemys* puede ser una especie dominante para sobrevivir en ambientes extremos, como los calientes veranos y los fríos inviernos, pero ante estos extremos, podría tener una distribución limitada como especie invasora en Europa.

*Trachemys* posee una reproducción exitosa en el sur de Francia para expandir su distribución. Ante esto, los investigadores plantearon dos estrategias de manejo para reducir el impacto de esta especie: la introducción de especies exóticas debe ser fuertemente disuadida en Francia y se recomienda capturar y remover tortugas exóticas de agua dulce de los pantanos del sur de Europa.

## **Ecología de la alimentación de la especie *Trachemys scripta***

Parameter & Avery en 1980 examinaron e investigaron en detalle la literatura sobre la ecología de alimentación de la especie *T. scripta*: la alimentación es una de las actividades más importantes de esta especie. Se identificaron áreas para futuras investigaciones sobre los patrones de comportamiento y ubicación de áreas de alimentación de la especie. Se describieron técnicas de análisis de dieta y búsqueda de alimentación de la especie. Además, se identificaron los efectos de la temperatura en la alimentación y en la digestión y los efectos ambientales en la dieta y el crecimiento del individuo.

*T. scripta* es una especie oportunista omnívora. Su dieta se basa en organismos acuáticos, algunos insectos terrestres y ocasionalmente material vegetativo. Durante el verano, su dieta incluye una variedad de presas animales y plantas; por lo contrario, durante el invierno su dieta incluye vegetación acuática. Los cambios en la dieta de la especie se deben a la cantidad y calidad de la comida disponible durante las épocas del año. Ante estos cambios en dieta, se toma en consideración el tamaño de los fragmentos de los alimentos ingeridos por la especie, el cual varía según el tamaño de los individuos. Esto es así, ya que los individuos pequeños, tienen menos masa y utilizan menos energía en comparación a los individuos adultos de mayor tamaño, los cuales utilizan más energía en sus actividades diurnas.

*Trachemys* tiende a efectuar su búsqueda de alimentos durante el día en áreas poco profundas alrededor de vegetación acuática. Durante la búsqueda, utiliza los sentidos de la vista y del olfato; la tortuga nada bajo la superficie del agua asomando la cabeza por la vegetación con un aparente esfuerzo para ingerir los invertebrados

escondidos. Ingiere pequeñas partículas de comida que flotan sobre la superficie del agua, cuando raspa la superficie con su mandíbula inferior colectando agua y partículas de comida.

La temperatura no solo influye en la búsqueda de alimentación sino también en el aspecto fisiológico de la digestión. Los cambios en temperatura afectan la búsqueda de alimentos y la composición de la dieta de la especie, así como el comportamiento y el proceso del sistema digestivo. *Trachemys* pasa más tiempo asoleándose luego de ingerir comida. Esto es así, ya que los aspectos fisiológicos de la digestión son regulados por la temperatura, y los mismos responden al comportamiento de asolearse.

Las correlaciones entre el ritmo de crecimiento y la calidad de la dieta de la tortuga muestran que una alta productividad en el hábitat tiende a producir individuos más grandes con ritmo de crecimiento acelerado. Además, este crecimiento acelerado se puede observar en áreas orgánicas o en ambientes alterados químicamente, los cuales incluyen reservorios termalmente alterados o ríos contaminados.

Los hábitats alterados pueden tener un efecto en la interacción entre la temperatura y la dieta. La temperatura puede crear diferencias con relación al crecimiento y a la alimentación de la especie. Esto puede provocar una gran productividad en los niveles tróficos aumentando la calidad y la cantidad de comida disponible. Si se extiende la temporada de crecimiento de la tortuga y aumenta la temperatura del cuerpo, esto afecta el comportamiento, el metabolismo y los procesos de digestión del organismo.

## **Marco legal**

A continuación se planteará y discutirá el conjunto de leyes y reglamentos establecidos, tanto estatales como federales, para el manejo de la biodiversidad, conservación y protección de especies nativas en los ecosistemas de agua dulce. En este caso, se utilizarán estas legislaciones para el manejo adecuado de la herpetofauna en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao, el Jardín Botánico de San Juan y otras áreas utilizadas como hábitat por *T. stejnegeri stejnegeri*. Es importante cumplir con la política pública establecida, ya que la misma se basa en conservar los recursos naturales de manera óptima para el desarrollo y utilización de todos los ciudadanos. Hay que tener en cuenta que las especies nativas e invasoras están en diferentes regiones para convivir entre ellas y no para ser dominadas por los humanos.

## **Leyes estatales**

### *Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico*

El artículo VI, sección 19 de la constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico establece que “será política pública 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”. Se garantiza así que la conservación de los recursos naturales es un derecho constitucional y todo ciudadano debe cumplir con la ley establecida.

### *Ley 416 del 22 de septiembre de 2004, Ley sobre Política Pública Ambiental de la Junta de Calidad Ambiental*

La Ley 416 del 22 de septiembre de 2004 deroga y sustituye la Ley Núm. 9 de 18 de junio de 1970, según enmendada, conocida como Ley sobre Política Pública Ambiental. Esta Ley tiene como propósito el actualizar las disposiciones de la Ley sobre



la Política Pública Ambiental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Promover una mayor y más eficaz protección del ambiente; crear un banco de datos ambientales y organizar un sistema de información digitalizada.

La ley asegura la integración y consideración de los aspectos ambientales en los esfuerzos gubernamentales por atender las necesidades sociales y económicas de nuestra población. Esta creó la Comisión para la Planificación de Respuestas a Emergencias Ambientales, adscrita a la Junta de Calidad Ambiental, para cumplir con requisitos federales y establecer sus deberes y responsabilidades.

La ley sobre la política pública ambiental encomienda a la Junta de Calidad Ambiental a “proteger la calidad del ambiente, mediante el control de la contaminación del aire, las aguas y los suelos y de la contaminación por ruidos; así como el utilizar todos los medios y medidas prácticas para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva”. Esto se establece para mantener un completo disfrute de los recursos, sin que ningún tipo de contaminante o alteración antropogénica el uso adecuado de la naturaleza.

*Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, según enmendada, Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales.*

La ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales crea, por medio del Departamento Ejecutivo de Gobierno, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. Este se establece con el propósito y la responsabilidad de implementar la fase operacional de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Esta fase operacional consiste en poner en vigor programas para la utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico, siempre y cuando estén dentro de las normas que establezca la Junta de Calidad Ambiental.

El artículo 5 de esta ley estatal designa al Departamento de Recursos Naturales a ejercer vigilancia y conservación de las aguas territoriales, los terrenos sumergidos bajo ellas y la zona marítimo-terrestre. Concede medidas necesarias para la conservación, preservación, distribución, manejo, introducción, propagación y restauración de especies de vida silvestre residentes, migratorias, vulnerables, en peligro de extinción y exóticas; animales y plantas, tanto terrestres como acuáticas

La ley también incurre en llevar a cabo investigaciones con el fin de obtener información sobre la población, distribución, necesidades de hábitáculos, factores limitantes y otros datos biológicos y ecológicos; esto para determinar medidas de conservación necesarias para el sostenimiento y sobrevivencia de las especies de vida silvestre, animales y plantas.

*Ley de Municipios Autónomos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico de 1991  
Ley Núm. 81 de 30 de Agosto de 1991, según enmendada*

La Ley de Municipios Autónomos, política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, “propicia un uso juicioso y un aprovechamiento óptimo del territorio para asegurar el bienestar de las generaciones actuales y futuras”. De esa manera se promoverá un proceso de desarrollo racional e integral de los mismos. Con esta ley se establecen los planes de ordenación territorial que contenga las disposiciones y estrategias para la conservación de los suelos.

*Ley 314 del 24 de diciembre de 1998, Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico, Ley de Tierra del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*

Se establece como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, la protección de los humedales, entre ellos los pantanos y las ciénagas. Ante estos fines, se promueve la preservación, conservación, restauración y el manejo de este valioso recurso

natural. Según la ley, los humedales representan una parte esencial de los ecosistemas costeros y su aceptación como un recurso natural de alto valor ecológico es relativamente reciente. Estos sistemas son de alta productividad para los organismos que en ellos habitan. El artículo 1 describe a los humedales como “un importante recurso natural en Puerto Rico de gran valor ecológico, de incomparable belleza y de un significativo beneficio recreativo, educacional, científico y económico”.

*Ley 6 de 29 de febrero de 1968, Ley de prevención de inundaciones y de conservación de playas y ríos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.*

La ley creó un área de prevención de inundaciones y de conservación de playas y ríos en el Departamento de Recursos Naturales de Obras Públicas. Esta área de prevención tendrá a su cargo la vigilancia, conservación y limpieza de las playas; el control de la extracción de arena y grava de las playas; el deslinde y saneamiento de la zona-marítimo terrestre, y la vigilancia y atención de los manglares del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

*Ley 1 del 27 de junio de 1977, Ley de Vigilantes de Recursos Naturales del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*

El notable aumento de las actividades ilegales en detrimento y destrucción de los recursos naturales, justifica la creación de un Cuerpo que garantice la integridad, preservación y conservación de los recursos naturales. Este Cuerpo de Vigilantes se responsabiliza de velar por la protección de nuestros recursos naturales para el uso, goce y disfrute de nuestro pueblo. Además, velará por la observación de las leyes y reglamentos que protegen el ambiente y evitan la contaminación del mismo. Esta ley tiene el propósito de retener y incautar toda vida silvestre, vida acuática, material de la corteza terrestre o forestal en posesión o bajo el control de personas que intenten

transportar por vía terrestre, aérea o marina cualquier vida silvestre, acuática, material de la corteza terrestre o forestal en violación a las leyes que administra el Departamento de Recursos Naturales.

*Ley 133 del 1 de julio de 1975, Ley de Bosque de Puerto Rico del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*

La política pública forestal del Estado Libre Asociado de Puerto Rico declara que “Los bosques son un recurso natural y único por su capacidad para conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente; conservan el suelo, el agua, la flora y la fauna. Los bosques constituyen, por lo tanto, una herencia esencial, por lo que se mantendrán, conservarán, protegerán, y expandirán para lograr su pleno aprovechamiento y disfrute por esta generación, así como legado para las generaciones futuras”. Dentro de las prohibiciones encontradas en la ley, entra el impedir cazar, atrapar, molestar o coger los huevos de cualquier clase de animal silvestre dentro de un Bosque Estatal.

El artículo 12 de la ley 133 estipula que a fin de proteger la decreciente población de especies de vida silvestre en nuestros bosques, se declara que todos los bosques estatales presentes y futuros son refugios para cualquier especie de vida silvestre, ya sean éstas nativas o migratorias. Sin embargo, mediante autorización escrita, el Secretario de Recursos Naturales podrá permitir mediante autorización escrita bajo aquellos términos y condiciones que crea conveniente la captura de cualquier especie dentro de los límites de dichos refugios. Esto se permitirá únicamente para propósitos científicos, zoológicos o educacionales, propagación en cautiverio o cualquier otro propósito especial.

*Ley 241 de 15 de agosto de 1999, Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*

La Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico se crea con el propósito de conservar proteger y fomentar la vida silvestre tanto nativa como migratoria. Además, para asegurar el balance entre el desarrollo poblacional, económico y comercial y la perpetuidad de los recursos de vida silvestre. Con esta ley se declara propiedad de Puerto Rico toda especie de vida silvestre en jurisdicción y se establece una reglamentación para introducir especies exóticas a Puerto Rico. Se reglamenta la colección de especies con el fin de obtener información científica y educacional tanto en la reproducción como en el control poblacional

#### **Reglamentos estatales**

*Reglamento 6765 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para Regir la Conservación, el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico*

El reglamento 6765 provee la protección, conservación y manejo de las especies de vida silvestre estableciendo mecanismos para mitigar la modificación de hábitat natural. Regula la introducción de especies exóticas a Puerto Rico y las actividades relacionadas a recursos de vida silvestre.

*Reglamento 6766 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para Regir el Manejo de las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico*

El reglamento 6766 se crea para la protección, conservación y administración de los recursos naturales y ambientales del país de forma balanceada, para así garantizar a las próximas generaciones su disfrute y estimular una mejor calidad de vida. Este reglamento propicia un ambiente sano y saludable a través de la promoción de uso sostenible de los recursos naturales, la ordenación de la gestión ambiental y la

transformación de la cultura ambiental de los puertorriqueños hacia una de conservación. Esta ordenanza identifica, conserva y preserva las especies vulnerables y en peligro de extinción. Además, adopta criterios de designación utilizados por la comunidad científica internacional para especies cuya tendencia poblacional podría llegar a estar en peligro de crítico e incluso extinguirse en un periodo de tiempo muy breve.

### **Leyes federales**

*National Invasive Species Act of 1996, Sección 1002(a) (16 U.S.C. 4701(a))*

Esta acta federal declara que cuando las condiciones ambientales son favorable, especies no indígenas se establecen en un lugar determinado y pueden competir con especies nativas de plantas, peces y de vida silvestre. Estas especies pueden llevar enfermedades o parásitos que afecten a las especie nativas, perturbando el desarrollo de ambientes acuáticos y económicos afectando las áreas cerca del litoral.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

Comparar la estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de la tortuga invasora oreja-roja, *T. scripta elegans* y la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan. Esto con el fin de evaluar posibles impactos sobre la especie nativa *T. stejnegeri stejnegeri* en su hábitat natural.

El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por AGMUS Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC), para realizar un manejo adecuado de los vertebrados acuáticos. Los permisos requeridos para el muestreo de especies en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan, fueron solicitados a través del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) y la Oficina Central del Jardín Botánico de San Juan respectivamente (Apéndice 19).

#### **Área de estudio**

El Reserva de Vida Silvestre de Humacao (Figura 1), designada reserva natural en 1986 con fines de conservación, está localizado en la costa sureste de Puerto Rico entre los municipios de Humacao y Naguabo. La parte norte de la reserva está limitada por las montañas de la comunidad Río y el Río Blanco, el este con la carretera PR-3, la playa de Humacao y la comunidad de Santiago, al oeste con la carretera PR-925, la urbanización Ciudad Cristiana; y al sur con el Mar Caribe (DRNA, 1986). Esta abarca los barrios Río

Abajo, Antón Ruiz y Punta Santiago del municipio de Humacao. La misma está compuesta por las lagunas Mandri y Santa Teresa.

El área de la reserva se ubica a varios kilómetros al noreste del municipio de Humacao. La reserva contiene un área total de 2,612 cuerdas y posee una diversidad de recursos naturales, que incluye pantanos, ciénagas y un complejo de lagunas de gran valor ecológico (DRNA, 2004). La diversidad y abundancia de especies de vida silvestre dependen en gran medida de la diversidad y continuidad de los hábitats en un área geográfica dada. RVSH posee un clima marítimo característico de los sistemas costeros. Su periodo de lluvia se extiende desde mayo a enero con un promedio de lluvia anual de 224cm y una temperatura promedio de 25.3° C (DRNA, 1986).

La reserva consta de alrededor de 2,612 cuerdas distribuidas en 961 cuerdas pertenecientes al Bosque de *Pterocarpus*, 1,167 cuerdas a las Lagunas Mandri y 484 cuerdas a las Lagunas Santa Teresa. RVSH está formada por un pantano de agua dulce, un bosque de *Pterocarpus officinalis* (Palo de pollo), considerado como el más extenso de la Isla (NOAA, 1986). Toda el área de la reserva es llana y forma la planicie inundable del Río Antón Ruiz. Los terrenos que cubren el bosque y el pantano de Humacao son terrenos anegados, también conocidos como humedales. Se consideran terrenos anegados a aquellas áreas que son inundadas o saturadas por aguas subterráneas o superficiales a una frecuencia y duración suficiente como para sobrevivir bajo condiciones de suelos saturados. El pantano de agua dulce se caracteriza por poseer más de un 40% del área cubierta por vegetación leñosa y por encontrarse inundado por aportes de agua dulce. Este pantano y bosque de Humacao se encuentra saturado la gran parte



del año y contiene una baja permeabilidad y un alto nivel freático; favoreciendo su condición de inundabilidad (DNRA, 1986; NOAA, 1986).

Existe un área de manglares que se extiende desde la costa este hacia el noroeste donde se encuentra alrededor de 100 especies de plantas (DRNA, 1986). En la misma, *T. stejnegeri stejnegeri*, es uno de las especies de reptiles mas comunes en sus cuerpos de agua dulce (Suárez, 1997; Joglar & León, 2005). En este ecosistema puede encontrarse *T. scripta elegans*, ya que su intrusión a sido masiva alrededor de toda la isla (Rivero, 1998) y la misma utiliza hábitats similares a la tortuga nativa (Ernst et al., 1994; Joglar & León, 2005).

El pantano, el manglar y el bosque de *Pterocarpus* proveen un hábitat estructural para el tráfico de aves acuáticas. Las lagunas adyacentes a la reserva comunicadas con el pantano, reciben el aporte de las corrientías y las mareas. Por tal razón, RVSH es considerada una reserva diversa en fauna y flora teniendo así un gran valor ecológico ante la vida silvestre de Puerto Rico (DRNA, 2004; 2008; NOAA, 1986).

### **Jardín Botánico de San Juan (JBSJ)**

El Jardín Botánico de San Juan (Figura 2), también conocido como el Jardín Botánico de la Universidad de Puerto Rico, es un jardín localizado próximo al proyecto Bosque Urbano del Nuevo Milenio en la ciudad de San Juan. Este jardín se encuentra en la intersección de la Carretera #1 con la Carretera #847 en Río Piedras colindando con el Barrio Venezuela. JBSJ esta destinado principalmente al estudio de la conservación y enriquecimiento de la flora nativa. Los terrenos que componen este jardín fueron la sede de la Estación Experimental Agrícola Insular establecida en 1910 por la Asociación de

Productores de Azúcar. El propósito de estos terrenos fue investigar el desarrollo de nuevos híbridos y variedades de caña de azúcar. Para 1969, el Consejo de Educación Superior dio la aprobación al Proyecto del Jardín Botánico y no fue hasta enero del siguiente año que se asignan los primeros fondos para el desarrollo del proyecto. Finalmente el 10 de marzo de 1971 se funda el JBSJ bajo la coordinación del presidente de la Universidad de Puerto Rico, Don Jaime Benítez.

JBSJ tiene una extensión territorial de 300 cuerdas donde podemos encontrar otras agencias que sirven a la comunidad: Servicio Forestal de los Estados Unidos, Estación Experimental Agrícola, Servicio de Extensión Agrícola y la Administración Central de la Universidad de Puerto Rico. A su vez, el JBSJ, se divide en dos partes: parte norte y parte sur. En la parte norte del jardín se ubican los viveros de venta de plantas y el orquidiario, el Arboretum Internacional y el Jardín Taíno. En la parte sur se localiza los jardines temáticos, Jardín Acuático, Jardín de las Heliconias, Capilla de los Bambúes, Jardín Monet, Jardín de los Guanacastes, Jardín de las Fuentes Ornamentales y Laguna Grande, y *Palmetum*, los cuales están conectados por 4 kilómetros de veredas (UPR, 2008).

## **Objetivos**

**Determinar la estructura poblacional por edades, abundancia relativa y hábitats de las especies *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri*.**

Este trabajo fue completado a través de técnicas de muestreo de tortugas acuáticas (Vogt, 1980) en la Laguna Palmas (Apéndice 1 & 2) y el Caño Frontera (Apéndice, 3,4 & 5) de la Reserva de Vida Silvestre de Humacao, cuyas coordenadas son 18°08.909'N y 65°46.246'W. Las mismas técnicas fueron utilizadas para el muestreo de tortugas en el

Jardín Monet (Apéndice 6 & 7) y Laguna Grande (Apéndice 8) del Jardín Botánico de San Juan, cuyas coordenadas son 18°23.364'N y 66°03.220'W. El muestreo solo se restringió a los meses de junio a septiembre del verano del año 2009, donde capturamos individuos (n = 71), jóvenes y adulto de las especies bajo estudio en RVSH y JBSJ. Muestreamos machos y hembras, ya que poseen diferentes características fenotípicas y comportamientos dentro de sus actividades diurnas (Sierra & Burke, 2006), como por ejemplo, la ingestión de diferentes especies que se encuentran en los cuerpos de agua dulce (Burke & Mercurio 2002). Además, obtuvimos un estimado poblacional de ambas especies en las áreas muestreadas en RVSH y JBSJ (Koper & Brooks, 1998; Smith & Smith, 2001). Según Joglár y León (2005), en RVSH se han encontrado alrededor de 350 individuos de *T. stejnegeri stejnegeri*. Sin embargo, actualmente se desconoce el número actual de individuos de esta especie y de la tortuga invasiva oreja-roja en ambas áreas de muestreo.

Los individuos fueron capturados dentro del agua utilizando redes y trampas acuáticas. Seis trampas de tortugas fueron distribuidas en horas de la mañana en diferentes estaciones cerca de las orillas del cuerpo de agua de RVSH y las charcas del JBSJ, a una profundidad de uno a tres metros (Parmenter & Avery, 1990; Fachin et al., 1995; Leandro & Shinya, 1997). Al momento de colocar las trampas, éstas contenían como carnadas pedazos de pan, sardinas, pollo crudo y camarones (Vogt, 1980; Rivero, 1998). Además, estas poseían balizas flotantes en los extremos, para evitar asfixia, estrés o la pérdida de algún individuo capturado (ASIH, 2004).

Las trampas fueron revisadas cada hora o menos durante el período diario de muestreo, junio a septiembre del año 2009. Estas fueron transferidas, cada dos días, dentro de las estaciones designadas o según el éxito de captura de especies. Cualquier animal

capturado en las trampas no identificado como alguna de las especies en estudio fue identificado y removido al momento de revisar las mismas. Las tortugas capturadas fueron colocadas en envases grandes de plásticos con agua para minimizar el estrés. Los individuos fueron marcados y medidos, y luego liberadas a su lugar de origen. Esta medición tomó un período máximo de media hora, lo cual dependió del número de individuos capturados en el momento (Sierra & Burke, 2006). Debido a que se conoce sobre la transmisión de *Salmonella* a través de *T. scripta elegans* (Ernst et. al. 1994), todo el equipo que entró en contacto con cada individuo capturado fue lavado antes de exponer a otra tortuga al proceso de medición (Sierra & Burke, 2006). Las tortugas capturadas fueron medidas en longitud, la máxima de caparazón, longitud máxima del plastrón, longitud de la cola y peso (Cagle, 1950; Rueda et. al. 2007).

Recogimos dos muestras de agua y suelo en envases estériles, las cuales analizamos al momento del muestreo en cada una de las estaciones identificadas en RVSH y JBSJ. Las mismas fueron analizadas de manera aséptica utilizando el protocolo estipulado por el equipo de muestreo, Test Soil and Water Investigation Kit, AM-12, code 5849 y Wide Range pH Test Kit/P-3100. Se obtuvieron datos sobre la calidad del suelo y el agua. Las muestras de suelo y agua fueron descartadas en el lugar de colección.

### **Muestreo de estructura poblacional por edades y abundancia relativa**

Para comparar la distribución de cada especie, establecimos estaciones en cada área de estudio, RVSH y JBSJ. Estas estaciones fueron seleccionadas tomando en cuenta las características físicas del hábitat (Ernst et. al. 1994 & Rivero, 1998) y observaciones de comportamiento de los individuos en el campo sobre sus actividades diurnas (Cagle, 1950).

Cada individuo fue marcado permanentemente con un corte de forma triangular, con una lima de acero, en el centro del escudo marginal del caparazón utilizando un código previamente establecido (ASIH, 2004; Cagle, 1939; 1950; Leandro & Shinya, 1997; Koper & Brooks, 1998). Los escudos marginales que unen el caparazón con el plastrón no fueron marcados, ya que podrían causar heridas y ligero sangrado a las especies. Este método, utilizado por la mayoría de los herpetólogos, es uno fácil y simple de usar porque asegura una marca permanente por diez años o más en la especie (Cagle, 1939; Seidel, 1990). El mismo torna a las tortugas un poco agresiva pero no afecta su anatomía ni su crecimiento (Cagle, 1939). Los individuos juveniles no fueron marcados, ya que su caparazón es muy frágil y no se tomó en cuenta la técnica de mutilación de garras para su identificación (Cagle, 1939; 1950). Se identificó el sexo, la especie (Stejnegeri, 1904; Rivero, 1998; Joglar & Leon, 2005; Rueda et, al. 2007) y la edad de los individuos capturados utilizando el método de los anillos del plastrón y del caparazón (Dunham & Gibbons, 1990), para así analizar la estructura poblacional de ambas especies.

Ambas áreas de estudio fueron muestreadas diariamente por un plazo de 30 días con el fin de determinar la distribución de las dos especies utilizando el método de captura-recaptura (Leandro & Shinya, 1997). Para el cálculo de la abundancia relativa, se tomó en cuenta el número de individuos capturados por hora en cada trampa (Miranda, 2006). Además, se realizó un análisis estadístico de varianza, ANOVA y de prueba T (T-test) para determinar la correlación en la estructura poblacional entre el tamaño, sexo, peso y localización de las especies en las áreas de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio estuvo dirigido a comparar la estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de la tortuga invasora oreja-roja, *T. scripta elegans* y la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri*. El mismo se llevó a cabo durante los meses de junio a septiembre del verano del año 2009 en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan. Además de conocer la estructura poblacional de las especies y la abundancia relativa, se evaluaron los hábitats de ambas especies. Esto con el fin de determinar posibles impactos específicamente en el hábitat natural de la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri*, y establecer estrategias de conservación para la protección de esta especie.

#### **Estructura poblacional por edad y sexo y la abundancia relativa de especies**

Durante los meses de verano del año 2009, capturamos 71 tortugas en las cuatro estaciones ubicadas en las dos áreas de estudio. En la estación Caño Frontera de RVSH capturamos 18 individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* (Apéndice 9, 10 y 11). En la Laguna Palmas del RVSH, sólo observamos un individuo cuando el mismo se encontraba tomando el sol en los residuos del tronco de una palma. En las dos estaciones (Jardín Monet y Laguna Grande) de JBSJ capturamos 29 individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* (Apéndice 12 y 13) y 21 individuos de *T. scripta elegans* (Apéndice 14 y 15). En la estación Laguna Grande capturamos tres individuos de una tercera especie cuyo nombre científico es *Chrysemys picta picta* Schneider (1783) (Apéndice 18).

### *Estructura poblacional por sexo de T. stejnegeri stejnegeri en RVSH y JBSJ*

El dimorfismo sexual en las tortugas acuáticas se manifiesta usualmente en el tamaño corporal de los individuos. Además, puede manifestarse en la coloración, el peso, la proporción del ancho del caparazón y la cabeza, y otras características sexuales distintivas de cada especie. Este dimorfismo podría estar asociado a factores importantes en la interacción social, competencia y cortejo, supervivencia y reproducción. Algunas especies poseen poco o ningún dimorfismo, teniendo una restricción evolutiva o ambiental para desarrollar una diferencia marcada en el tamaño (Bury, 1979; Seidel 1984).

En el caso de *T. stejnegeri stejnegeri*, se observa una diferencia entre sexos marcada, tanto en el peso como en el tamaño del caparazón, del peto y en la cola de los individuos capturados en el estudio (Tabla 1). Una importante diferencia encontrada en las poblaciones de *T. stejnegeri stejnegeri*, es el comportamiento de los machos donde los mismo son más agresivos que las hembras. Esto es debido a su tamaño y para competir durante el período de apareamiento, o por lugares donde termorregularse (Cagle, 1950; Bury, 1979; Thomas et al., 1990; Cadi & Joly, 2003). Esto ocurre regularmente durante dos de sus principales actividades diurnas, al momento de alimentarse (Fachin et al., 1995) y al escoger los lugares específicos para termorregularse (Cadi & Joly, 2003).

No se identificó individuo ningún de *T. scripta elegans* en RVSH, ya que los mismos abundan mayormente en grandes cuerpos de agua (Cagle, 1950). Además, no identificamos ninguna otra especie en RVSH que mostrara un impacto negativo con relación al hábitat o a la especie nativa en la reserva. La población de *T. stejnegeri*

*stejnegeri* en RVSH (n=18) se componía de un 56% de hembras, 28% de machos, y 16% juveniles. De los juveniles, el 11% fue identificado como juveniles machos y el 5% restante como juveniles hembras (Figura 3). En este muestreo se capturó un mayor número de hembras en comparación a los machos, estos presentaron agresividad al momento de cazar la carnada disponible en las trampas. En JBSJ, los individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* (n=29) capturados, se componían de 55% de hembras, 35% de machos, 3% juveniles machos y 7% juveniles no identificados. El 7% de juveniles no pudo ser identificado como hembra o macho debido a que no presentaban características físicas de cada sexo (Figura 4). Esto indica que estos juveniles no habían alcanzado su madurez sexual al momento del muestreo. Además, los machos frecuentemente maduran más temprano y obtienen un tamaño menor al de las hembras (Bury, 1979).

La proporción de hembras a machos en las poblaciones de *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH y JBSJ es de 1:0.63 y 1:0.68, respectivamente. Como resultado de esta proporción, por cada 10 hembras encontradas, observamos 6 machos en las dos áreas de estudio. Los datos obtenidos llevan un sesgo en la tasa de sexualidad, ya que no se tomó en consideración los juveniles no identificados ni las propiedades poblacionales de migración, natalidad y mortalidad de la especie. Es importante señalar que las poblaciones de tortugas acuáticas del sur de los Estado Unidos maduran más temprano que las poblaciones del norte del país, debido a la temperatura. Esto da como resultado que la madurez sexual se relacione directamente al tamaño y no a la edad del individuo (Bury, 1979; Gibbon, 1990). Según Joglar y León (2005), la proporción de hembras: machos en RVSH es 1.89:1 (n=298), de acuerdo con este estudio, la reserva continúa teniendo el mismo radio de sexo en la RVSH. Desde 1940, estudios realizados por Bury



reportan que las hembras sobrepasan a los machos en proporción, particularmente en tortugas acuáticas adultas. Al mismo tiempo, esto dependerá de la metodología y del muestreo seleccionado para el estudio de las especies acuáticas.

Siendo el tamaño de la tortuga la diferencia más obvia entre los sexos de *T. stejnegeri stejnegeri* (Joglar & León, 2005), nuestro estudio muestra que existe una diferencia significativa en el tamaño del caparazón ( $df=3,38$ ;  $P<9.26E-05$ ) y peto ( $df=3,37$ ;  $P<6.89E-06$ ) entre ambos sexos de la especie en las dos áreas de estudio. En RVSH, *T. stejnegeri stejnegeri* tuvo un promedio de 14.3cm y 11.3cm de los machos, y un 20.8cm y 15.6cm en las hembras en el tamaño del caparazón y el peto respectivamente, sin diferencia significativa entre cada medida. En JBSJ, los machos capturados tuvieron un tamaño de caparazón y peto promedio de 16.8cm y 14.2cm, y las hembras capturadas de 21.8cm y 20.cm ( $t=2.08$ ;  $df=21$ ;  $P<2.17E-06$ ) ( $t=2.09$ ;  $df=20$ ;  $P<8.99E-07$ ) (Tabla 1). Sin embargo, en las Figuras 5 y 6 se demuestra que los individuos de RVSH son de menor tamaño que los individuos capturados en JBSJ, existiendo una diferencia de 3 ó 4 cm entre hembras y machos en cada una de las áreas en estudio (Tabla 1; Apéndices, 9, 10, 12 y 13).

Durante la captura de las tortugas, observamos que el tamaño del cuerpo de agua era diferente en cada área de estudio. Esto mostró una restricción de crecimiento a consecuencia del espacio como factor limitante (Bury, 1979) especialmente en RVSH. Esta reserva es un lugar amplio y abierta en el área de la Laguna Palmas (Figura 1), donde al comienzo del estudio se observó una hembra de *T. stejnegeri stejnegeri* termorregulándose. Esta tenía un tamaño máximo de largo de caparazón aproximado de 20cm y 18cm de ancho, de color marrón oscuro. Sin embargo, el Caño Frontera es un

pequeño cuerpo de agua con un ancho de 13.4m; aquí los individuos de *T. stejnegeri* eran de menor tamaño en relación al ancho y largo del caparazón (Tabla 1, Figura 8). Estudios realizados por Cagle desde 1950, muestran que existe una correlación entre el tamaño del individuo y el hábitat de selección. Esto puede explicar la razón por la cual en JBSJ, los individuos son de mayor tamaño en comparación con los individuos de RVSH. En esta estación, las charcas muestreadas eran amplias y abiertas dando espacio al crecimiento y desarrollo de los organismos (Litzgus & Mousseau, 2004).

Las hembras de *T. stejnegeri* capturadas en RVSH poseían un peso promedio de 1034.9g en comparación con el peso de los machos, 434.5g (Tabla 1). La Figura 6 muestra una diferencia en el tamaño del peto entre los machos y hembras de cada área de estudio; sin embargo, en RVSH no presentan una diferencia significativa entre los sexos. Los machos y hembras de JBSJ, tenían un peso promedio de 475.8g y 1118.5g, respectivamente (Tabla 1), mostrando una diferencia significativa entre ambos sexos ( $t=2.14$ ;  $df=14$ ;  $P<0.005$ ) (Figura 6). Como resultado de la toma de pesos en cada área, no se reflejó una diferencia significativa entre todos los individuos capturados en el estudio.

Los resultados de peso y tamaño del caparazón confirman los estudios realizados por Joglar & León (2005) con *T. stejnegeri*. Estos estudios revelan que las hembras de RVSH son 1.7 veces más grandes y 3.3 veces más pesadas que los machos. El análisis de regresión entre el tamaño del caparazón y el peso de las tortugas en RVSH ( $df=1,16$ ;  $P<0.0003$ ) y JBSJ ( $df=1,27$ ;  $P<3.69E-07$ ), este mostró una relación significativa entre los individuos de la especie (Figura 7). Esto es, mientras mayor sea la

longitud máxima del caparazón, más peso será el individuo. Tal relación puede determinar el movimiento de flujo de energía en el ecosistema acuático y la biomasa total de la población de tortugas (Bury, 1979), en este caso *T. stejnegeri stejnegeri*.

Otras características indicativas del sexo son el tamaño de la cola, el ancho de la cabeza, encontrado en varias hembras de *T. stejnegeri stejnegeri* y la longitud de las garras de los machos. Estas características son utilizadas para identificar el sexo de algunos géneros de tortugas acuáticas (Gibbons & Lovich, 1990; Joglar & León, 2005; Rueda et al., 2007). Según los datos obtenidos durante nuestro muestreo, se encontró una diferencia significativa en el tamaño de la cola entre los sexos de *T. stejnegeri stejnegeri* ( $df=3,38$ ;  $P<0.0005$ ). La Figura 8 encontramos una diferencia entre el tamaño promedio de cola de *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH entre los sexos: los machos tienen un largo promedio de cola de 5.2cm y las hembras de 3.9cm (Tabla 1).

El análisis estadístico no muestra esta diferencia en los tamaños de la cola de estos individuos. Sin embargo, en JBSJ los machos poseían mayor tamaño de cola (5.5cm) que las hembras (3.7cm) mostrando una diferencia significativa entre los sexos de la especie ( $t=2.07$ ;  $df=21$ ;  $P<9.93E-09$ ) (Tabla 1). Es importante señalar que la longitud precloacal, la cual es parte del tamaño de la cola del individuo, fue mucho más alargada en los machos que en la hembra, siendo esta una comprobación adicional acerca del sexo de cada individuo. Además, esta medida puede ser utilizada para reconocer la madurez sexual en los machos de las tortugas acuáticas (Gibbons & Lovich, 1990; Rueda et al. 2007).

Con relación a la longitud de las garras, ésta es una característica relacionada al cortejo de las hembras. El macho utiliza sus garras para inmovilizar a la hembra por la

cabeza durante el periodo de apareamiento (Cagle, 1950; Ernst et. al. 1994; Joglar & León, 2005). La medida longitudinal de las garras no fue tomada durante el muestreo, ya que los individuos de cada especie podían identificarse con la presencia de garras largas, el tamaño del caparazón, el largo de la cola y el peso. Varios de los machos de *T. stejnegeri stejnegeri* de RVSH presentaron ausencia de garras, lo cual pudo ser producto de severas luchas con otros individuos de la misma o de otra especie presente en el mismo hábitat (obs, pers.; Cagle, 1950; Gibbon & Lovich, 1990; Apéndice 17).

*Estructura poblacional por sexo de T. stejnegeri stejnegeri y T. scripta elegans en JBSJ*

*T. scripta elegans* es considerada como una de las especies con distribución más amplia en comparación con otras especies (Moll & Legler, 1971; Ernst et. al. 1994; Bernal et. al. 2004). Esta posee tamaños diferentes como respuesta a diferencias fisiológicas o ambientales, que es peculiar de cada sexo (Gibbon & Lovich, 1990). Esto la hace una especie con un dimorfismo sexual fácil de identificar.

Durante el muestreo en JBSJ, el 41 % de las tortugas capturadas fue la especie *T. scripta elegans* (n=21) (Figura 9), de los cuales el 64% eran hembras, 23% machos y un 13% de juveniles. Dentro de este 13% de juveniles, un 4% eran juveniles y un 9% juveniles no identificados. (Figura 10, Tabla 1). El 53% de las tortugas pertenecían a la especie *T. stejnegeri stejnegeri* (n=29), donde el 55% eran hembras, 35% eran machos, 3% de machos juveniles y el 7% de juveniles no identificados (Figura 4, Tabla 1). El restante 6%, identificado como la especie *C. picta picta*, individuos de la misma eran todas hembras adultas (Figura 9, Tabla 1); especie introducida en Puerto Rico de agua dulce (Rivero, 1998). En esta captura de JBSJ, algunos individuos juveniles no pudieron

ser identificados por sexo debido a la ausencia de características sexuales presentes en tortugas adultas (Bury, 1979).

En el estudio en JBSJ, las tortugas fueron capturadas con trampas y redes. En las estaciones de muestro de JBSJ, las redes fueron utilizadas con mayor frecuencia en comparación con RVSH, ya que fue un método mucho más eficiente que las trampas. Las tortugas de estas charcas estaban acostumbradas a recibir alimentos de los visitantes que asisten a diario al JBSJ. Estas eran alimentadas con pedazos de pan, palomitas de maíz y galletas, las cuales eran más aceptables por los individuos que las sardinas y pollo crudo (obs.pers.)

La proporción de hembras y machos de las especies *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* en JBSJ fue de 1:0.33 y 1:0.68 respectivamente. Este resultado señala que por cada 10 hembras de *T. scripta elegans* se encuentran 3 machos de la especie en JBSJ. En comparación con la proporción de *T. stejnegeri stejnegeri*, esto muestra que por cada 10 hembras, se encuentran 6 machos. Por lo tanto, la cantidad de machos encontrados por hembra en la especie introducida es mayor en la especie nativa. Para el cálculo de esta proporción de sexo, no se tomaron en consideración los datos obtenidos acerca de los individuos juveniles no identificados, ni las propiedades poblacionales de migración, natalidad y mortalidad (Tabla 1). Según Gibbon (1990), los machos sobrepasan a las hembras, ya que las mismas son más propensas a emigrar y a morir por causa de la reproducción. Sin embargo, durante nuestro estudio, se encontró lo contrario debido a que dominaron, en número, las hembras en las especies capturadas. Esto coincide con los primeros estudios de tortugas acuáticas, donde se encontró que

luego del tiempo de reproducción, los machos comienzan a dispersarse y las hembras se mueven a áreas llanas o cerca de las orillas (Risley, 1933; Forbes, 1940).

Ambas especies en este estudio, *T. stejnegeri stejnegeri* y *T. scripta elegans*, poseen características distintivas, con relación al sexo, al tamaño del caparazón y al peto (Gibbons & Lovich, 1990; Joglar & León, 2005). Existe una diferencia significativa entre el tamaño del caparazón ( $df=3,42$ ;  $P<2.07E-09$ ) y el peto ( $df=3,41$ ;  $P<2.13E-10$ ) entre las dos especies encontradas en JBSJ. Al comparar estas dos características físicas entre individuos del mismo sexo, macho vs macho y hembra vs hembra, encontramos que los machos *T. scripta elegans* mostraron un tamaño promedio de caparazón y plastrón de 16.9cm y 15.4cm y los machos de *T. stejnegeri stejnegeri* 16.8cm y 14.2cm respectivamente. En las hembras, el tamaño promedio del caparazón y peto fue de 21.7cm y 20.2cm respectivamente, para *T. scripta elegans*; y de 21.8cm y 20.1cm para *T. stejnegeri stejnegeri* (Apéndice 12-15; Tabla 1).

Estas comparaciones no mostraron diferencias significativa entre cada sexo de las especies capturadas. Sin embargo, las figuras 5 y 6 muestran estos promedios de los datos recolectados tienen una diferencia de solo unidades. Como resultado de esta comparación, podemos decir que las poblaciones eran similares en tamaño y que las mismas ocupan el mismo espacio en su hábitat, el cual es de gran extensión (Rueda et.al.2007). Al menos dos hembras de la especie *T. scripta elegans* capturados en JBSJ, fueron encontrados con la parte frontal del peto partido. Este se encontraba pegado con sellador (Apéndice 16), ya que al momento de realizarle el marcaje triangular en el caparazón, el peto se despegó. Esto puede ser indicio de que muchas tortugas que habitan en las charcas del JBSJ son dejadas aquí por sus ex dueños (Cadi et.al.2005).

Con relación al peso, las hembras de *T. scripta elegans* tuvieron un promedio de 1190g en comparación con el peso de los machos, de 671.4g. Las hembras y los machos de la especie *T. stejnegeri stejnegeri* presentaron un peso promedio de 1118.7g y 475.8g respectivamente. No se encontró diferencia significativa en los pesos de los individuos de cada especie, pero la figura 11 muestra esta disparidad a base de los promedios de peso obtenidos entre cada especie. Según el análisis estadístico, sí existe una diferencia significativa entre todos los individuos de las dos especies ( $df=3,42$ ;  $P<0.004$ ), dando como resultado que estas poblaciones, a pesar de ser del mismo género, varían en biomasa. Sin embargo, la figura 7, nos muestra que existe una relación significativa en las tres poblaciones entre el tamaño del caparazón y el peso de las especies en estudio, *T. scripta elegans* ( $R^2=0.3638$ ) y *T. stejnegeri stejnegeri* (RVSH,  $R^2=0.5539$ ; JBSJ,  $R^2=0.6224$ ). Esta relación puede llevar a estimar el intercambio de energía y reciclaje de nutrientes en dos ecosistemas de agua dulce, ya que estas especies corren un importante rol en el ecosistema (Bury, 1979; Gibbons & Lovich, 1990).

Otras características mencionadas anteriormente acerca del dimorfismo sexual de las tortugas acuáticas, importantes al momento de identificar el sexo de los individuos, son las dimensiones de la cola, el ancho de la cabeza y la longitud de las garras (Gibbons & Lovich, 1990; Joglar & León, 2005; Rueda et. al. 2007). El ancho de la cabeza no fue medida durante el muestreo en *T. scripta elegans*, pero se pudo observar que la misma tenía un tamaño mayor en las hembras que en los machos (Ernst et.al.1994; Joglar & León, 2005; Apéndice 14). Al igual que el ancho de la cabeza, la longitud de las garras no fue medida durante el muestreo, pero se utilizó como una característica principal para clasificar machos y hembras de ambas especies en JBSJ. En los machos existe una

proporción de tamaño corporal y la longitud de las garras, siendo las mismas mayor que en las hembras (Joglar & León, 2005). Se pudo observar con facilidad la longitud de las garras al momento de la captura. Algunos individuos, particularmente de *T. scripta elegans*, carecían de sus garras debido a las luchas entre los individuos de la misma especie al momento de obtener lugares para asolearse o alimento (obs, pers.; Cagle, 1950; Gibbon & Lovich, 1990).

Según los datos obtenidos acerca de las dimensiones de la cola para la identificación del sexo, hubo una diferencia significativa entre ambas especies ( $df=3,42$ ;  $P<0.0006$ ). Los machos de *T. scripta elegans* tuvieron un promedio de tamaño de cola de 5.8cm y las hembras de 5.0cm. En la captura de los individuos se pudo observar que la longitud de la cola del macho y la hembra eran similares. Los machos de *T. stejnegeri* tenían una longitud promedio de 5.5cm y las hembras de 3.7cm, mostrando una diferencia de varios centímetros (Figura 8, Tabla 1). Sin embargo, no se encontró una diferencia significativa entre los machos y las hembras de cada especie.

#### *Abundancia relativa y hábitat de las poblaciones de T. scripta elegans y T. stejnegeri en RVSH y JBSJ*

El método de captura y recaptura permite realizar un índice de población total. Este se refleja calculando el número de individuos marcados y no marcados durante el muestreo. Debido al bajo número de animales capturados y al límite de tiempo del muestreo, no pudimos efectuar estimados poblacionales. Sin embargo, se pudo deducir el índice de abundancia relativa como el número de tortugas capturada por hora en trampas.

Utilizando el método de captura y recaptura en RVSH, se obtuvo un índice de abundancia relativa de 0.28 tortugas por hora. En la misma, se muestreó por alrededor de



17 días, invirtiendo 81 horas de esfuerzo, y realizando 23 capturas en el Caño Frontera. Por dos semanas seguidas, se muestreó en la Laguna Palmas (Figura 1), sin tener éxito alguno en la captura de individuos en esas aguas. Sin embargo, en JBSJ, se obtuvo un índice de abundancia relativa de 1.98 tortugas por hora. Esta área de estudio se muestreó por 11 días invirtiendo 54 horas de esfuerzo, donde se realizaron 107 capturas de los 53 individuos encontrados entre el Jardín Monet y la Laguna Grande. Se capturó un número mayor de tortugas por hora en el JBSJ que en RVSH. Podemos inferir que la abundancia de tortugas en JBSJ es mayor que RVSH en relación a la captura de ambas especies (Tabla 1).

Según las capturas realizadas entre las especies encontradas en JBSJ, *T. scripta elegans* muestra una abundancia relativa de 0.38 tortugas por hora y *T. stejnegeri stejnegeri* 0.54 tortugas por hora (Figura 9). Existe una abundancia relativa mayor en la tortuga nativa en comparación con la tortuga invasora. Además, el resultado señala que hay una proporción de 1:0.72 entre las especies *T. stejnegeri stejnegeri* y *T. scripta elegans*. Esto demuestra que por cada 10 tortugas nativas se encuentran 7 tortugas invasoras en JBSJ.

RVSH está compuesta por áreas favorables para la supervivencia de la especie *T. stejnegeri stejnegeri*, ya que posee suelos blandos, abundantes plantas acuáticas y cuerpos de agua dulce y salobre alrededor de la reserva. Este ecosistema meso-oligohalino mantiene una intrusión mayor salina a través de su sistema de lagunas (Gibbons & Coker, 1978; NOAA, 1986; Ernst et. al. 1994; Joglar & León, 2005). Durante el tiempo de muestreo, la Laguna Palmas poseía una salinidad entre 9-18ppt (0-30ppt), dependiendo del nivel de agua dulce en la misma. En esta estación solo se

observó un individuo adulto de *T. stejnegeri stejnegeri*, asoleándose en el residuo de una palma, infiriendo que individuos juveniles no pueden ser encontrados a tan alta salinidad, ya que son menos tolerantes a las aguas salobres (Seidel, 1990). Sin embargo, el Caño Frontera conservaba una salinidad entre 0-1ppt debido a que la estación escogida para la captura estaba alejada de la intrusión salina del mar. Ambas obtuvieron un pH de 7, siendo normal para estos dos cuerpos de agua.

Cabe señalar que los individuos de RVSH habitan en un ambiente natural en comparación con JBSJ. JBSJ provee charcas artificiales de suelos blandos, y aguas turbias y profundas donde las tortugas son liberadas por dueños que no quieren mantenerlas como mascotas en las casas (Rivero, 1998; Joglar y León, 2005). En estas, la salinidad es de 0-1ppt con un pH de 7.5, siendo estas variables ambientales normales para este ecosistema. La introducción de tortugas a las pozas de agua del JBSJ, se observó particularmente en el Jardín Monet, ya que la misma es el primer estanque del jardín; donde al finalizar el estudio se encontraron seis nuevos individuos juveniles. Esto pudo ser producto de la liberación de los mismos durante el muestreo de la Laguna Grande.

Entre las observaciones realizadas durante el muestreo en las áreas de estudio encontramos que en RVSH no se capturó individuo alguno en horas de la mañana (0600-0800) ni temprano en la tarde (1100-1300). Durante estas horas de muestreo, la temperatura fluctuaba entre 25°C a 30°C. Sin embargo, al ser organismos ectotérmico, se observaban las tortugas nadando alrededor de las áreas fóticas buscando lugares para asolearse. Otros individuos se posaban en ramas caídas o piedras en el medio del caño donde el agua era profunda. Las hembras de *T. stejnegeri stejnegeri* eran observadas

asoleándose con más frecuencia que los machos de la misma especie. En los días nublados, no se observó movimiento de individuos alrededor de las estaciones en estudio de RVSH.

En JBSJ, en horas de la mañana (0800-1100), se observaban individuos alimentándose de plantas como el jacinto de agua, *Eichhornia crassipes*, y hojas y frutos del árbol de almendra, *Terminalia catappa*. En horas de la tarde (1100-1300) se observó el mismo comportamiento de las tortugas en RVSH, y lograba capturar uno o dos individuos en este período de tiempo. En ninguna de las dos áreas de estudio se observó comportamiento agresivo alguno por parte de *T. stejnegeri stejnegeri* o *T. scripta elegans* al momento de la búsqueda de lugares para asolearse (Cadi & Jody, 2003). Las observaciones hechas en el estudio confirman que los tortugas de este género *Trachemys*, tienden a alimentarse en horas de la mañana, justo antes de asolearse. Por otro lado, estas especies dedican mas tiempo a la actividad de asolearse que a alimentarse. Estas tienden a aclimatarse a una temperatura de 30°C a 35°C para asolearse limitando el tiempo de alimentación (Cagle, 1950; Ernst et al. 1994). Estas observaciones corrobora que estas especies prefieren asolearse en lugares abiertos y de gran profundidad (Cadi & Jody, 2003).

Las tortugas de JBSJ fueron fáciles de capturar, ya que están acostumbradas a ser alimentadas por los visitantes que asisten diariamente al jardín. Estas especies no reflejan dificultad alguna al momento de la búsqueda de alimentos en las charcas como parte de sus actividades diurnas. Por otro lado no se observó interacción entre individuos de las diferentes especies durante la búsqueda de alimentos. Durante esta actividad diurna existía un espacio territorial entre cada especie, particularmente entre las hembras;

mientras una especie se acercaba a capturar el alimento, la otra especie se alejaba. Sin embargo, el capturar especies en RVSH, fue complicado debido a que los individuos de la reserva no están familiarizados en recibir alimentos por parte de los visitantes, pero sí a competir en búsqueda de la misma entre los miembros de la población (Smith & Smith, 2001; Joglar & León, 2005).

### **Estructura poblacional por edades en las poblaciones de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH y JBSJ**

El conteo de anillos de crecimiento ha sido utilizado para evaluar la edad de las tortugas desde mediados del siglo 19. Los anillos de crecimiento son conocidos bajo el término *annuli*, el cual es utilizado para describir los anillos concéntricos formados periódicamente en cada placa callosa del plastrón de las tortugas (Wilson et.al.2003). Utilizando el método estipulado por Dunham & Gibbons (1990), se estimó la edad de los individuos de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* encontradas en RVSH y JBSJ. Esto se determinó contando los anillos del plastrón, los cuales coincidían con los anillos encontrados en el caparazón de los individuos adultos capturados. La tabla 1 muestra un promedio estimado de la edad de las especies en ambas áreas de muestreo.

Las edades de los individuos juveniles no pudo ser identificada debido a la ausencia de anillos en el caparazón y la desaparición de las marcas lineales en el plastrón (Wilson et al. 2003). Esto confirma que la cantidad de anillos de crecimiento tiende a ser precisa a partir de los tres años de edad. En *T. scripta elegans*, estos anillos desaparecen durante las edades tempranas de la especie (Cagle, 1950; Wilson et al. 2003). La edad estimada de *T. stejnegeri stejnegeri* en RVSH fue de un promedio de 8 años en los machos y 13 años en las hembras. Las especies *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri*

*stejnegeri* en el JBSJ tuvieron un promedio de edad de 19 y 17 años en las hembras respectivamente, y 13 años en los machos de ambas especies.

Ante la determinación de estas edades promedio (Tabla 1), no se pudo establecer con precisión la edad de los individuos ante el conteo de los anillos. La mayoría de los mismos no se encontraban en buenas condiciones. Algunos anillos contenían micro flora en el caparazón y peto, y otros tenían anillos muy lisos difíciles de contar a simple vista. Cabe señalar que para poder establecer la edad de la tortuga con exactitud, se deben realizar estudios anuales para verificar si cada año la tortuga obtiene un anillo adicional de crecimiento (Kennett, 1996). Sin embargo, en estaciones de investigación en áreas tropicales, Moll & Legler (1971) hallaron aberraciones en las tortugas, encontrando dos anillos de crecimiento en el mismo año. Estos crecimientos adicionales fueron causados por fuertes lluvias o por rayos solares durante el periodo seco; no encontrando un patrón consistente en los anillos. De esta manera, no se puede establecer un patrón de crecimiento entre estaciones, especies o incluso en las estaciones de crecimiento de las mismas especies (Wilson et.al. 2003) a menos que se obtenga información de muestreo a largo plazo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desde hace mucho se ha sugerido que se otorgue alguna protección a la especie nativa de Puerto Rico, *Trachemys stejnegeri stejnegeri*. Su estatus no ha sido determinado a consecuencia de la falta de estudios científicos que evidencien el estado actual de la especie (Rivero, 1998; Joglar & Leon, 2005). Individuos de la especie *Trachemys scripta elegans* encontrados en diferentes localidades, JBSJ y en el Yunque, tampoco han sido estudiados ni documentados adecuadamente en Puerto Rico. Esto incluye información sobre las actividades diurnas de ambas especies y sus relaciones interespecíficas en el mismo hábitat (Joglar & León, 2005; Somma et al., 2008). Este estudio herpetológico fue realizado con el fin de documentar el estado actual de las poblaciones de *T. stejnegeri stejnegeri* y *T. scripta elegans* en RVSH y JBSJ. Con estos resultados se desea sugerir alternativas para otorgar algún grado de protección a esta tortuga nativa de agua dulce en Puerto Rico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, no se encontró sobreposición de distribución y nicho ecológico de *T. scripta elegans* sobre la especie nativa, *T. stejnegeri stejnegeri* en ambas áreas de muestreo. Tampoco, según estos hallazgos, se puede afirmar que *T. scripta elegans* tiene un impacto de presión negativo sobre la especie nativa *T. stejnegeri stejnegeri* con relación a las actividades diurnas de asolearse y búsqueda de alimentos. Sin embargo, se encontraron resultados significativos que describen y determinan la distribución de especies y su comportamiento durante

algunas de sus actividades diurnas en las áreas de estudio. Esto a pesar del bajo número de captura de individuos y el límite de tiempo en el muestreo.

Con relación a la distribución de especies, en RVSH no se encontraron individuos de *T. scripta elegans* en las dos estaciones muestreadas, Laguna Palmas y Caño Frontera. Tampoco se capturaron individuos de *T. stejnegeri stejnegeri*, en la Laguna Palmas, aunque se observó un individuo adulto asoleándose sobre el residuo de una palma. Esto puede ser consecuencia del bajo nivel de agua en la laguna, el cual aumenta la temperatura de la misma alejando así los individuos de estas especies (Bodie et al., 2000). Este bajo nivel de agua, acrecienta la intrusión salina aumentando la salinidad de las aguas, la cual es un factor limitante para los individuos juveniles de tortuga (NOAA, 1986; Seidel, 1990). Además, la estación de la Laguna Palmas (Apéndice 2) estaba fragmentada en pequeños estanques debido al bajo nivel de agua, afectando la distribución de la especie *T. scripta elegans* (Rizkalla & Swihart, 2006).

En JBSJ, ambas especies, *T. stejnegeri stejnegeri* y *T. scripta elegans*, fueron capturadas. Sin embargo, se capturó la especie *Chrysemys picta picta* en la Laguna Grande. Pocos individuos de esta especie fueron encontrados en la charca siendo posible que exista competencia con la especie *T. scripta elegans* (Bury, 1979; Dreslik & Phillips, 2005). Por tal razón, es recomendable obtener información adicional sobre las interacciones interespecíficas entre estas dos especies. Las especies en estudio fueron observadas alimentándose en horas de la mañana, actividad diurna donde estas especies acuáticas invierten su energía (Ernst et al., 1994). Estas no muestran ningún tipo de interacción al momento de alimentarse, ya que los recursos necesarios son suficientes para la alimentación de las especies en JBSJ. Luego de concluir con la búsqueda de

alimento, estas comienzan a asolearse para recuperar la energía investida en la mañana y aumentar su metabolismo (Ernst et al., 1994; Polo et al., 2008). Las especies no reflejaron indicio de competencia al momento de escoger lugares para termorregularse, siendo esta sobre lugares abiertos y profundos (Cadi & Joly, 2003).

La abundancia relativa de ambas especies es mayor en JBSJ en comparación con RVSH. Sin embargo, se encontró un número mayor de individuos de *T. stejnegeri* que de *T. scripta elegans*. En ambas áreas de estudio se encontró una proporción mayor de las hembras que de machos (Risley; 1933; Forbes, 1940). Algunos individuos juveniles no se les pudieron identificar el sexo debido a la ausencia de características físicas para la identificación de sexo (Bury, 1979; Gibbon, 1990).

El dimorfismo sexual de las tortugas se manifestó en el peso y en el tamaño del caparazón, el peto, y la cola de ambos sexos de las especies en estudio. Según los resultados obtenidos, no se observó interacción social entre los individuos de ambas especies durante su alimentación (Seidel, 1984). Se encontró una diferencia significativa entre los sexos de las especies con relación al tamaño del caparazón y del peto. Los individuos de RVSH mostraron un tamaño menor debido a la limitación de espacio y distribución de los recursos a lo largo del Caño Frontera (Cagle, 1950; Bury, 1979, Ernst et al., 1994).

Con relación al peso de las tortugas, no se reflejó una diferencia significativa entre los individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* en ambas áreas, pero sí entre ambas especies en JBSJ. Sin embargo, se encontró una relación entre el tamaño y el peso de los individuos de cada especie, el cual determina el movimiento de flujo de energía y la biomasa de estos reptiles en estos ecosistemas (Bury, 1979). El tamaño de la cola no



presentó estadísticamente una diferencia entre ambos sexos de ambas especies, pero físicamente se puede apreciar la diferencia en la longitud de la misma. La cola tiende a ser más larga en el macho que en la hembra, ya que el macho extiende su órgano sexual a través de la cola durante la copulación. La presencia de garras en los machos fue una característica primordial en todos los machos de RVSH y JBSJ. Las mismas son utilizadas por el macho para mantener inmobilizada a la hembra durante la copulación (Cagle, 1950; Gibbon & Lovich, 1990; Ernst et.al. 1994)

### **Recomendaciones**

La ley 241 de 15 de agosto de 1999, Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico del DRNA, se creó con el propósito de proteger, conservar y fomentar la vida silvestre nativa y migratoria del país. Ante la designación de *T. stejnegeri stejnegeri* como una especie cercana a ser manejada y tratada (UICN, 2009), esta debe categorizarse como una especie de menor riesgo (LR), basada en los términos del Reglamento 6766 del DRNA, para Regir el Manejo de las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Aunque la captura de individuos de la especie *T. scripta elegans* en RVSH, no tuvo éxito, no significa que no exista competencia alguna por recursos entre esta y *T. stejnegeri stejnegeri* en la reserva. Por esto, se recomienda mantener en vigor y aumentar el grado de medida en la otorgación de permisos ante el artículo 7 y 8 del Reglamento 6765 del DRNA, para Regir la Conservación, el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Es recomendable crear un plan informativo ambiental, el cual tenga como propósito principal orientar a los visitantes de RVSH y JBSJ sobre las especies de

tortugas existentes en los cuerpos de aguas de cada ecosistema. Esto debido a que muchos de sus visitantes desconocen las especies y la importancia que tienen estos vertebrados en el ecosistema acuático. Esto podría consistir de veredas con carteles informativos sobre la distribución, ecología y conservación de la especie, en los bordes de las charcas del JBSJ y en las veredas de acceso a la Laguna Palmas y el Caño Frontera en RVSH. Además, se debe enfatizar el no alimentar los individuos presentes en las veredas y charcas de ambos ecosistemas.

Según los hallazgos encontrados en este estudio se requiere mantener un record sobre las especies de tortugas introducidas en las áreas estudiadas. Además, se recomienda que el personal de RVSH, Cuerpo de Vigilantes; y JBSJ realice un censo de especies y abundancia para así mantener un monitoreo de las especies existentes. Además, se debe realizar un registro de especies e individuos observados por los visitantes en las veredas y charcas. Esto, para llevar un registro sobre la riqueza de las especies nativas e introducidas en las áreas estudiadas.

Al igual que los estudios hechos en RVSH y JBSJ, se recomienda continuar el monitoreo de estas áreas y realizar un conteo de la especie *T. stejnegeri stejnegeri* en la Laguna de Piñones y en la Laguna Tortuguero. En estas áreas se desconoce el estado actual de esta especie, siendo la única especie nativa en Puerto Rico (Joglar & León, 2005). Estos estudios sobre la ecología y distribución de esta especie pueden ser realizados como investigación subgraduada en cursos de biología avanzada en un acuerdo con instituciones universitarias, DRNA y el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre.

Con el propósito de tener una visión más amplia en relación a la sobreposición de la especie invasora sobre la especie nativa, se recomienda realizar estudios genéticos de

ambas especies. Estos estudios deben ser enfocados en el porcentaje de hibridación interespecífica en las dos poblaciones (Joglar & León, 2005) para determinar si existe un impacto biológico significativo en la especie nativa. Además, de existir un híbrido investigar si el mismo puede identificarse fenotípicamente y determinar los recursos que utiliza para su supervivencia en los ecosistemas de agua dulce.

### **Limitaciones**

El estudio herpetológico fue limitado por tiempo por varias razones. En primer lugar el AGMUS Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) no proveyó la aprobación del permiso en un tiempo razonable por falta de conocimiento científico en la ecología de tortugas acuáticas. El período de muestreo no fue suficiente para capturar un número mayor de individuos y especies en las áreas de estudio, RVSH y JBSJ, para determinar una proporción de sexo más precisa en las poblaciones de ambas especies. Además, no fue posible obtener un índice de abundancia relativa en relación a la población de ambas especies utilizando el método de Schnabel (Krebs, 1989; Smith & Smith, 2001).

La distribución de edades no pudo ser determinada con éxito, ya que se necesitan muestreos anuales. Para esto, se deben comparar tamaños corporales y anillos de crecimientos en las capturas de individuos particularmente para estas dos especies tropicales (Wilson et al., 2003). Además, se careció de estudios previos realizados en RVSH, ya que los mismos no estaban disponibles para el público. Debido a la falta de equipo, no se pudieron tomar muestras de agua y suelo desde el fondo de los cuerpos de agua por protección a la salud. Esto es así, ya que el Caño Frontera en RVSH pudo haber contenido concentraciones mínimas de mercurio en el subsuelo (NOAA, 1986).

Con el propósito de otorgar protección a la especie *T. stejnegeri stejnegeri*, es necesario obtener estudios detallados como el presentado, en las áreas designadas como propensas al hallazgo de esta especie. Al obtener esta información referente a las actividades diurnas, distribución y competidores introducidos a sus ecosistemas acuáticos, se podrá ejercer un plan de manejo ante los hallazgos encontrados. Este estudio documentó por primera vez la distribución y condiciones ecológicas en que se encuentran las especies de tortugas acuáticas en JBSJ. Además, determinó el estado actual de la especie nativa en la RVSH desde los estudios realizados por Joglar & León (2005).

## LITERATURA CITADA

- American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH), the Herpetologists League (HL), and the Society for the study of Amphibians and Reptiles (SSAR) (2004). *Guidelines for the use of live amphibians and reptiles in field research*. second edition. Extraído abril 27, 2009. Documento electrónico <http://www.asih.org/files/hacc-final.pdf>
- Bernal, M., Daza, J. M. & Páez, V. P. (2004). Ecología reproductiva y cacería de la tortuga *Trachemys scripta* (Testudinata: Emydidae) en el área de la depresión Momposina, norte de Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 52, 229-238 doi: 10.1643/0045-8511
- Blaustein, A. R., Wake, D.B. & Sousa, W.P. (1994). Amphibians declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology* 8,60-71. doi:10.1641/B570517
- Bodie J. R., Semlitsch, R. D. & Renken, R. B. (2000). Diversity and structure of turtle assemblages: associations with wetland characters across a floodplain landscape. *Ecography* 23, 444–456. doi: 10.1111/j.1600-0587.2000.tb00301.x
- Bury, B. (1979). Population ecology of freshwater turtles. 571-603. In M. Harless and H. Morlock (eds.), *Turtles: Perspectives and Research*. John Wiley & Sons, New York.
- Burke, R.L. & Mercurio, R. (2002). Food habits of a New York population of Italian wall lizards, *Podarcis sicula* (Reptilia, Lacertidae). *American Midland Naturalist*. 147, 368-375. doi: 10.1674/0003-0031
- Cadi, A., Delmas, V., Prevot-Julliard, A. C., Joly, P., Pieau, C. & Girondot, M. (2004). Successful reproduction of the introduced slider turtle (*Trachemys scripta elegans*) in the south of France. *Aquat. Conserv.* 12, 237-246. doi:10.1002/aqc.607
- Cadi, A. & Joly, P. (2003). Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology* 81(8), 1392-1398. doi:10.1139/z03-108
- Cagle, F.R. (1939). A system of marking turtles for future identification. *Copeia* 1939, 170-173. <http://www.jstor.org/stable/1436818>

- Cagle, F.R. (1950). The life history of the slider turtle, *Pseudemys scripta troostii* (Hoolbrook). *Ecol. Monogr.* 20, 31-54. doi: 10.2307/1943522
- Calow, P. (1999). *Concise Encyclopedia of Ecology*. Blackwell Sciences, Inc. USA
- Clark, D. B. & Gibbons, J.W. (1969). Dietary shift in the turtle *Pseudemys scripta* (Shoepff) from youth to maturity. *Copeia.* 4, 704-706.  
<http://www.jstor.org/stable/1441797>
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (1952). *Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 6 de febrero de 1952*. LPRR
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (1991) *Ley de municipios autónomos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 30 de agosto de 1991*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1942). *Ley orgánica del Departamento de Recursos Naturales del 20 de junio de 1972*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1968). *Ley de prevención de inundaciones y de conservación de playas y ríos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 29 de febrero 1968*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1975). *Ley de bosque de Puerto Rico del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 1 de julio de 1975*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1977). *Ley de vigilantes de Recursos Naturales del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 27 de junio 1977*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1998). *Ley de política pública sobre humedales en Puerto Rico, Ley de tierra del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 24 de diciembre de 1998*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (1999). *Ley de vida silvestre de Puerto Rico del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 15 de agosto de 1999*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2000a). *Reglamento 6765 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para regir la conservación, el manejo de la vida silvestre, las especies exóticas y la caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 1 de septiembre de 2000*.

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2000b). *Reglamento 6766 del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para regir el manejo de las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico del 1 de septiembre de 2000.*
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). (2004). *Refugio de Vida Silvestre de Humacao*. Extraído mayo 5, 2008.  
<http://www.prfrogui.com/geocities/silvestrehumacao.htm>
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). (2008). *Mapa de la Reserva Natural de Vida Silvestre de Humacao*. Biólogo Residente.
- Dodd, C. K. Jr. & Seigel, R. A. (1991). Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are there conservation strategies that work? *Herpetologica* 47, 336-350.  
<http://www.jstor.org/stable/3892626>
- Dreslik M.J & Phillips, C.A. (2005) Turtle communities in the upper Midwest, USA. *J Freshwater Ecol* 20, 149–164  
[http://illinois.academia.edu/documents/0010/6185/2005\\_FreshEcol.pdf](http://illinois.academia.edu/documents/0010/6185/2005_FreshEcol.pdf)
- Dunham, A, E & Gibbons, J.W. (1990). Growth of the slider turtle. In Gibbons, J. W., ed. *Life history and ecology of the slider turtle* (pp 135-145). Washington, D.C., *Smithsonian Institution*. Press.
- Ernst, C. H. (1990). Systematics, taxonomy, variation, and geographic distribution of the slider turtle. In Gibbons, J. W. ed. *Life history and ecology of the slider turtle* (pp. 57-67). Washington D. C., *Smithsonian Institution*. Press.
- Ernst, C., Barbour, R. W. & Lovich, J.E. (1994). *Turtle of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Fachin, A., Vogt, R. & Soares, M. (1995). Food habitat of an assemblage of five species of turtles in the Rio Guapore, Rondonia, Brazil. *Journal of Herpetology*, 29(4), 536-547.  
<http://www.jstor.org/stable/1564736>
- Forbes, T. R. (1940). A note a reptilian sex ratios. *Copeia*, 1940(2), 132.  
 doi:10.1007/BF02511569
- Gibbons, J. W. & Coker, J. W. (1978). Herpetofaunal colonization patterns of Atlantic Coast Barrier Islands. *American Midland Naturalist*, 99(1), 19-233  
<http://www.jstor.org/stable/2424945>

- Gibbon, J. W. (1990). Sex ratios and their significance in turtle population. In Gibbons, J. W. ed. *Life history and ecology of the slider turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington D. C.
- Gibbon, J. W. & Lovich, J. E. (1990). Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetological Monographs* 4, 1-29.  
<http://www.jstor.org/stable/1466966>
- Herbold, B. & Moyle, B.P. (1986). Introduced species and vacant niches. *Am. Nat.* 128, 751-760.  
<http://www.jstor.org/stable/2461954>
- Joglar, R. L. & León, A. (2005). Reptiles de Puerto Rico. En Joglar, R.L. ed. *Biodiversidad de Puerto Rico: vertebrados terrestres y ecosistemas*. Serie de Historia Natural, Volumen 1 (pp 97-190). Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Junta de Calidad Ambiental. (2004). *Ley sobre la política pública ambiental de la Junta de Calidad Ambiental*.
- Kennett, R. (1996). Growth models for two species of freshwater turtle, *Chelodina rugosa* and *Elseya dentata*, from the wet-dry tropics of northern Australia. *Herpetologica*. 52(3), 383-395.  
<http://www.jstor.org/stable/3892658>
- Krebs, C. J. (1989). Estimating abundance in animal and plant populations. *Ecological Methodology* (pp 11-63). Harper & Row, Publishers, New York.
- Koper, N & Brooks, R. J. (1998). Population-size estimators and unequal catchability in painted turtles. *Can. J. Zool.* 76(3), 458–465. doi:10.1139/cjz-76-3-458
- Leandro, F. & Shiya, A. (1997). Population structure, activity, and conservation of the Neotropical freshwater turtle, *Hydromedusa maximiliani*, in Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(4), 521-525.  
<http://www.bioone.org/>
- Litzgus, J.D. & Mousseau, T. A. (2004). Home range and seasonal activity of southern spotted turtles (*Clemmys guttata*): implications for management. *Copeia* 4, 804–817. doi: 10.1643/CH-0424R1
- Mack, R. N., Simberloff, D.S., Evans, W. M., Clout, M. & Bazzaz, F.A. (2000). Biotic invasion: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecol. Appl.* 10, 689-710.  
[http://www.esa.org/science\\_resources/issues/FileEnglish/issue5.pdf](http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue5.pdf)



- Miranda, G. (2006). Distribución altitudinal, abundancia relativa y densidad de peces en el Río Huarinilla y sus tributarios (Cotapata, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 41(1), 79-93  
<http://editorenjefe.ecologiabolivia.googlepages.com/Miranda41-1.pdf>
- Moll, E. O. & Legler, J. M. (1971). The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Scheopff), in Panamá. *Bulletin of the Los Angeles County of Natural History Science*, 11:1-102.
- Mount, R. H. (1975). *The reptiles and amphibians of Alabama*. Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn. (pp 347)
- Mulder, M. B. & Coppolillo, P. (2005). *Conservation: linking ecology, economics, and Culture* (pp 1-36). Princeton University Press..
- Murphy, J.C. (1997). *Amphibians and Reptiles of Trinidad and Tobago*. Krieger Pub. Co.
- National Oceanic and Administration (NOAA). (1986). *Environmental impact statement and management plan for the Humacao site of the Puerto Rico national estuarine sanctuary system*. Sanctuary program division, Office of Ocean and Coastal Resource Management National Ocean Service, Washington, D.C.
- Parmenter, R. R. (1980). Effect of food availability and water temperature on the feeding ecology of pond sliders, *Chrysemys s. scripta*. *Copeia*, 3,503-514.  
<http://www.jstor.org/stable/1444528>
- Parmenter, R. R. & Avery, H. W. (1990). The feeding ecology of the slider turtle. In Gibbons, J. W. ed. *Life history and ecology of the slider turtle* (pp 257-266) Washington D. C., Smithsonian Institution Press,
- Petren, K., and Case, T.J. (1996). An experimental demonstration of exploitation competition in an ongoing invasion. *Ecology*, 77, 118-132. doi: 10.2307/2265661
- Polo-Cavia, N., López, P. & Martin, J. (2008). Interspecific differences in responses to predation risk may confer competitive advantages to invasive freshwater turtle species. *Ethology* 114,115–123. doi: 10.1111/j.1439-0310.2007.01441.x
- Powell, R. & Henderson, R. W. (2005). Conservation Status of Lesser Antillean Reptiles. *Iguana: Conservation, Natural History, and Husbandry of Reptiles*. 12, 63-78  
<http://www.ircf.org>
- Prévot-Julliard, A., Gloussset, E., Archinard, C., Cadi, A. & Girondot, M. (2007). Pets and invasion risk: is the slider turtle strictly carnivorous? *Amphibia-Reptilia*. 28,139-143. doi: 10.1163/156853807779799036

- Pritchard, P. C. H. & Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela*. Venezuela: Society for the study of Amphibians and Reptiles.
- Programa de Manejo de la Zona Costanera (1986). *Documento de designación reserva natural y bosque de Pterocarpus de Humacao*. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA)
- Risley, P. L. (1933). Observations on the natural history of the common musk turtle, *Sternotherus odoratus* (Latreille). *Pap. Michigan Acad. Sci., Arts, and Letters* 17, 685-711. doi: 10.1007/BF02511569
- Rivero, J.A. (1998). *Los anfibios y reptiles de Puerto Rico*. 2da edición. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.
- Rizkalla, C. E. & Swihart, R. K. (2006). Community structure and differential responses of aquatic turtles to agriculturally induced habitat fragmentation. *Landscape Ecol.* 21, 1361-1375. doi: 10.1007/s10980-006-0019-6
- Rueda, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C....& Goettsch, C (2007). *Guía de campo: las tortugas y los cocodrilos de los países andinos del Trópico*. 1ra edición. Bogotá: Conservación Internacional Andes CBC.
- Schoepff, J. D. (1792-1801). *Historia Testudinum iconibus illustrata*. Palm, Erlangae. XII-136 pp, 31 pl
- Schwartz, A., & Henderson, R. W. (1985). *A guide to the identification of the amphibians and reptiles of the West Indies exclusive of Hispaniola* (pp 175-178). Milwaukee Public Museum, Milwaukee.
- Scott L. (2007). *Conservation of wildlife populations: demography, genetics, and Management* (pp 234 – 240). Published by Blackwell Publishing.
- Seigel, R. A. (1984). Parameters of two populations of diamond back terrapins (*Malaclemys terrapin*) on the Atlantic coast of Florida. In: Seigel, R.A., Hunt, L.E., Knight, J.L., Malaret, L., and Zuschlag, N.L. (Eds.). *Vertebrate Ecology and Systematics. A Tribute to Henry S. Fitch*. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Spec. Publ. 10, 77-87.
- Seidel, M. E. (1990). Growth and population characteristics of the slider turtle, *Trachemys decussata*, on Grand Cayman Island. *Journal of Herpetology*, Vol. 24 (2),191-196  
<http://www.jstor.org/stable/1564227>
- Silva, A. (1998). *Puerto Rico Natural*. 1ra edición. Estados Unidos de América.

- Sierra, R. & Burke, R. (2007). Dietary habits of diamondback terrapin, *Malaclemys terrapin*, in the Jamaica Bay Wildlife Refuge, New York. Section VI. In W. C. Nieder & J. R. Waldman (editors), *Final Report of the Tibor T. Polgar Fellowship Program, 2006*. Hudson River Foundation, NY.  
<http://www.hudsonriver.org/>
- Somma, L. A., Foster, A. & Fuller, P. (2008). *Trachemys scripta elegans*. USGS nonindigenous aquatic Species database, Gainesville, FL. Extraído abril 28, 2008 <<http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=1261>>.
- Smith, R. L. & Smith, T. M. (2001). *Ecology and field biology*. 6<sup>th</sup> edition. Published by Addison Wesley Longman, Inc.
- Suárez, V. (1997). *La jicotea de Puerto Rico*. Oficina de Educación y Publicaciones del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Extraído mayo 5, 2008. <http://www.ceducapr.com/jicotea.htm>.
- Stejneger, L. (1904). *The herpetology of Porto Rico Report*. United States Natural Museum 1902, 711-714.
- Swingland, I.R. (2001). Biodiversity, definition of. Pp 377-391. In Levin, S.A. ed. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume I. Academic Press.
- Thomas, R. B., Vogrin, N. & Altig, R. (1999). Sexual and seasonal differences in behavior of *Trachemys scripta* (Testudines: Emydidae). *J. Herpetol.* 33,511–515.  
<http://www.jstor.org/stable/1565656>
- Universidad de Puerto Rico (UPR). (2008). *Jardín Botánico. Datos sobre el Jardín Botánico*. Editorial UPR.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales-IUCN (2009). IUCN red list of threatened species. Versión 2009.1. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Extraído junio 20, 2008.
- Whitfield G. J., Burke, V. J., Lovich, J. E., Semlitsch, R. D., Tuberville, T. D., Bodie, J.R.... & Karapatakis, D. J. (2007). Perceptions of species abundance, distribution, and diversity: lessons from four decades of sampling on a government-managed reserve. *Environmental Management*. 21, 259–268.  
doi: 10.1007/s002679900025
- Williams, T. (1999). *The terrible turtle trade*. Audubon 101(2), 44-51.  
<http://direct.bl.uk/>

Wilson E.O (1988). *Biodiversity*. National Academy Press: Washington, DC.

Wilson, D. S., Tracy, C. T. & Tracy, R. (2003). Estimating age of turtles from growth rings: a critical evaluation of the technique. *Herpetologica*. 59(2), 178-194  
doi: 10.1655/0018-0831

Vogt, R. C. (1980). New methods for trapping aquatic turtles. *Copeia*. 2, 368-371.  
<http://www.jstor.org/stable/1444023>

## **TABLAS**

Tabla 1. Características de las tortugas del género *Trachemys* y *Chrysemys* examinadas en el estudio.

Muestras	n	Sexo	Promedio Peso (g)	Promedio caparazón (cm)	Promedio peto (cm)	Promedio cola (cm)	Edad promedio (años)
<b>Reserva de Vida Silvestre de Humacao</b>							
<i>Trachemys stejnegeri stejnegeri</i>	7	Machos	434.5	14.3	11.6	5.2	8
	11	Hembras	1034.9	20.8	15.6	3.9	13
<b>Jardín Botánico de San Juan</b>							
<i>Trachemys stejnegeri stejnegeri</i>	11	Machos	475.8	16.8	14.2	5.5	13
	16	Hembras	1118.7	21.8	20.1	3.7	17
<i>Trachemys scripta elegans</i>	2	Individuos no identificados*	205.0	11.0	10.0	2.0	0**
	5	Machos	671.4	16.9	15.4	5.8	13
	15	Hembras	1190	21.7	20.2	5.0	19
<i>Chrysemys picta picta</i>	1	Individuos no identificados*	150.0	9.4	8.5	1.5	0**
	3	Hembras	2267.3	25.6	22.6	5.7	30

\*los juveniles no se pudieron identificar las diferencias en las dos características que son utilizadas para distinguir el sexo: tamaño de la cola y forma del plastrón.

\*\*las edades de los individuos juveniles no pudieron ser identificados debido a la ausencia de anillos en el caparazón y peto.

Tabla 2. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de peso entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	2561806	3	853935.4	2.210065	0.102733	2.851741
Within Groups	14682618	38	386384.7			
Total	17244424	41				

Tabla 3. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao.

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Macho vs Hembra Humacao

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	434.5455	1034.857
Variance	111927.3	1850524
Observations	11	7
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	6	
t Stat	-1.14572	
P(T<=t) one-tail	0.147772	
t Critical one-tail	1.94318	
P(T<=t) two-tail	0.295544	
t Critical two-tail	2.446912	



Tabla 4. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras y machos de *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Macho vs Hembra San Juan

	Variable 1	Variable 2
Mean	887.5923	475.7909
Variance	195948.8	10881.7
Observations	13	11
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	14	
t Stat	3.249263	
P(T<=t) one-tail	0.002911	
t Critical one-tail	1.76131	
P(T<=t) two-tail	0.005821	
t Critical two-tail	2.144787	

Tabla 5. *Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de caparazón entre hembras y machos de T. stejneri stejneri en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan*

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	354.3797	3	118.1266	9.350023	9.26E-05	2.851741
Within Groups	480.0853	38	12.63382			
Total	834.465	41				

Tabla 6. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao.

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances Humacao Macho vs Hembra		
	Variable 1	Variable 2
Mean	14.33636	20.77143
Variance	10.09455	51.81571
Observations	11	7
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	8	
t Stat	-2.23097	
P(T<=t) one-tail	0.028106	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.056212	
t Critical two-tail	2.306004	

Tabla 7. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras y machos de *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances San Juan Macho vs Hembra		
	Variable 1	Variable 2
Mean	16.41818182	21.10769
Variance	3.421636364	2.835769
Observations	11	13
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	21	
	-	
t Stat	6.446441978	
P(T<=t) one-tail	1.08837E-06	
t Critical one-tail	1.720742871	
P(T<=t) two-tail	2.17674E-06	
t Critical two-tail	2.079613837	

Tabla 8. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de plastrón entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	379.3525	3	126.4508	12.80297	6.89E-06	2.858796
Within Groups	365.4372	37	9.876682			
Total	744.7898	40				

Tabla 9. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao.

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal  
Variances  
Macho vs Hembra Humacao

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	11.56364	15.64286
Variance	8.528545	34.95286
Observations	11	7
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	8	
t Stat	-1.69841	
P(T<=t) one-tail	0.06393	
t Critical one-tail	1.859548	
P(T<=t) two-tail	0.12786	
t Critical two-tail	2.306004	

Tabla 10. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal  
Variances  
Macho vs Hembra San Juan

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	14.23636	19.50833
Variance	2.452545	4.173561
Observations	11	12
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	20	
t Stat	-6.97827	
P(T<=t) one-tail	4.5E-07	
t Critical one-tail	1.724718	
P(T<=t) two-tail	8.99E-07	
t Critical two-tail	2.085963	

Tabla 11. *Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de T. stejneri stejneri en la Reserva de Vida de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan*

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	32.69243	3	10.89748	7.294362	0.000558	2.851741
Within Groups	56.77043	38	1.493959			
Total	89.46286	41				



Tabla 12. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao.

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal  
Variances  
Macho vs Hembra Humacao

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	3.857143	5.190909
Variance	3.15619	2.176909
Observations	7	11
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	11	
t Stat	-1.65588	
P(T<=t) one-tail	0.062982	
t Critical one-tail	1.795885	
P(T<=t) two-tail	0.125965	
t Critical two-tail	2.200985	

Tabla 13. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
Macho vs Hembra San Juan		
	Variable 1	Variable 2
Mean	5.545455	3.515385
Variance	0.772727	0.694744
Observations	11	13
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	21	
t Stat	5.772237	
P(T<=t) one-tail	4.96E-06	
t Critical one-tail	1.720743	
P(T<=t) two-tail	9.93E-06	
t Critical two-tail	2.079614	

Tabla 14. *Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de peso entre hembras y machos de T. scripta elegans y T. stejneri stejneri en el Jardín Botánico de San Juan*

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	4054694	3	1351565	5.013915	0.004627	2.827049
Within Groups	11321634	42	269562.7			
Total	15376327	45				

Tabla 15. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre machos vs machos de *T. scripta elegans* y *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
Jicotea vs Oreja-roja		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	475.7909091	694.25
Variance	10881.70091	88220.91667
Observations	11	4
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	3	
t Stat	1.439085892	
P(T<=t) one-tail	0.122862592	
t Critical one-tail	2.353363435	
P(T<=t) two-tail	0.245725185	
t Critical two-tail	3.182446305	

Tabla 16. Prueba T (T-Test). Comparación de peso entre hembras vs hembras de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	Variable 1	Variable 2
Mean	1118.73125	1190
Variance	413091.8756	339412.6
Observations	16	15
Hypothesized Mean Difference		0
Df		29
		-
t Stat	0.323795876	
P(T<=t) one-tail	0.374208132	
t Critical one-tail	1.699126996	
P(T<=t) two-tail	0.748416264	
t Critical two-tail	2.045229611	

Tabla 17. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de caparazón entre hembras y machos de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* en el Jardín Botánico de San Juan

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	282.9818	3	94.32727	24.87512	2.07E-09	2.827049
Within Groups	159.2654	42	3.792032			
Total	442.2472	45				

Tabla 18. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre machos vs machos de *T. scripta elegans* y *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	Variable 1	Variable 2
Mean	16.41818	16.625
Variance	3.421636	4.0625
Observations	11	4
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	5	
t Stat	-0.17956	
P(T<=t) one-tail	0.432275	
t Critical one-tail	2.015048	
P(T<=t) two-tail	0.864549	
t Critical two-tail	2.570582	

Tabla 19. Prueba T (T-Test). Comparación de caparazón entre hembras vs hembras de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	21.8375	21.68
Variance	5.5265	2.140286
Observations	16	15
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	25	
t Stat	0.225439	
P(T<=t) one-tail	0.411735	
t Critical one-tail	1.708141	
P(T<=t) two-tail	0.82347	
t Critical two-tail	2.059539	



Tabla 20. *Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación de plastrón entre hembras y machos de T. scripta elegans y T. stejnegeri stejnegeri en el Jardín Botánico de San Juan*

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	322.4677	3	107.4892	29.84906	2.13E-10	2.832747
Within Groups	147.6448	41	3.601092			
Total	470.1124	44				

Tabla 21. Prueba T (T-Test). Comparación de plastrón entre machos vs machos de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	<i>Variable</i>	
	<i>Variable 1</i>	<i>2</i>
Mean	14.23636	15.15
Variance	2.452545	2.55
Observations	11	4
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	5	
t Stat	-0.98494	
P(T<=t) one-tail	0.184943	
t Critical one-tail	2.015048	
P(T<=t) two-tail	0.369886	
t Critical two-tail	2.570582	

Tabla 22. Prueba T (T-Test). Comparación del plastrón entre hembras vs hembras de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	20.1	20.17333
Variance	5.265714	2.982095
Observations	15	15
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	26	
t Stat	-0.0989	
P(T<=t) one-tail	0.46099	
t Critical one-tail	1.705618	
P(T<=t) two-tail	0.92198	
t Critical two-tail	2.055529	

Tabla 23. Prueba de Varianza (ANOVA). Comparación del tamaño de la cola entre hembras y machos de *T. scripta elegans* y *T. stejnegeri stejnegeri* en el Jardín Botánico de San Juan

ANOVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	26.68641	3	8.89547	7.039812	0.000612	2.827049
Within Groups	53.07098	42	1.263595			
Total	79.75739	45				

Tabla 24. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre machos vs machos de *T. scripta elegans* y *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	5.545454545	5.5
Variance	0.772727273	2.166666667
Observations	11	4
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	4	
t Stat	0.058107463	
P(T<=t) one-tail	0.478225016	
t Critical one-tail	2.131846782	
P(T<=t) two-tail	0.956450032	
t Critical two-tail	2.776445105	

Tabla 25. Prueba T (T-Test). Comparación del tamaño de la cola entre hembras vs hembras de *T. scripta elegans* y *T. stejneri stejneri* del Jardín Botánico de San Juan

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances  
Jicotea vs Oreja-roja

	<i>Variable</i> <i>1</i>	<i>Variable</i> <i>2</i>
Mean	3.73125	4.993333
Variance	0.848958	1.864952
Observations	16	15
Hypothesized Mean Difference	0	
df	24	
t Stat	-2.99656	
P(T<=t) one-tail	0.003128	
t Critical one-tail	1.710882	
P(T<=t) two-tail	0.006257	
t Critical two-tail	2.063899	

## FIGURAS

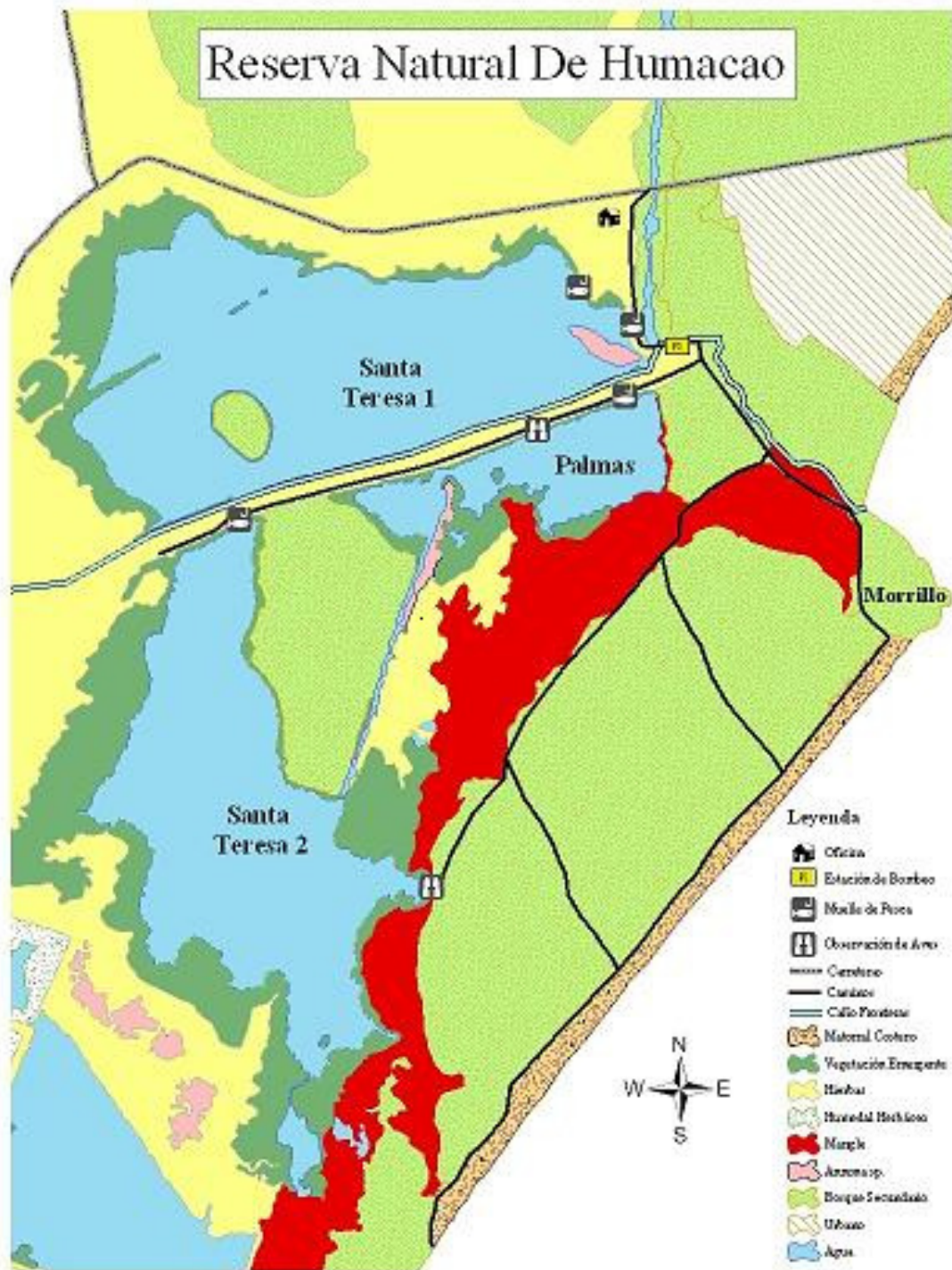


Figura 1. Mapa del área en estudio, Reserva de Vida Silvestre de Humacao, Puerto Rico (RVSH) (DRNA, 2008)





Figura 2. Mapa del área de estudio, Jardín Botánico de San Juan, Puerto Rico (JBSJ) (UPR, 2008)

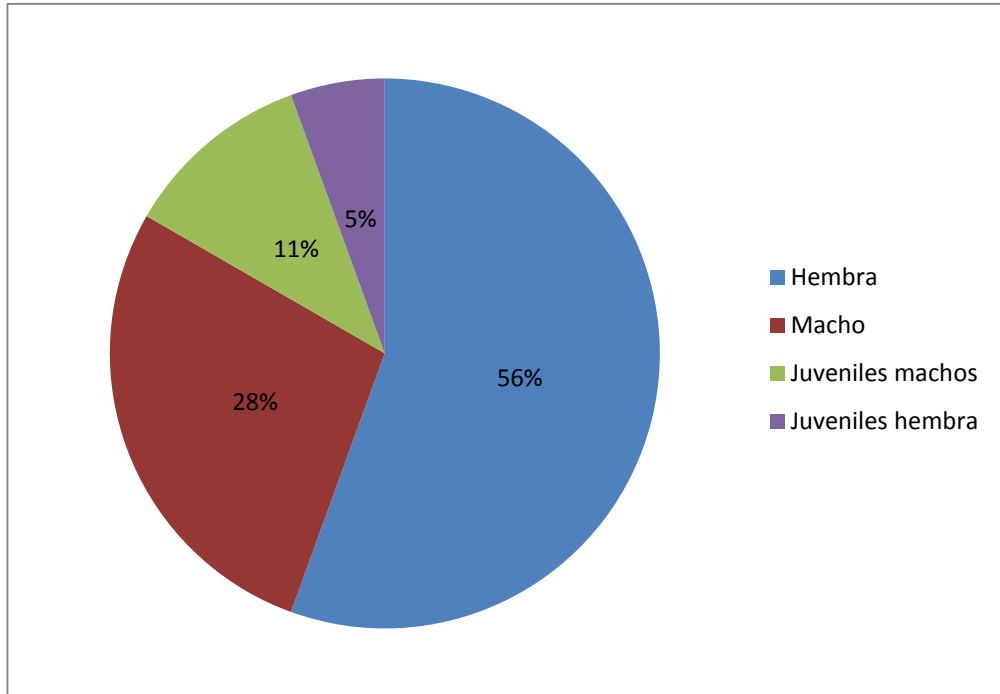


Figura 3. *Porcentaje de individuos de Trachemys stejnegeri stejnegeri capturados en la Reserva de Vida Silvestre, Humacao, Puerto Rico*

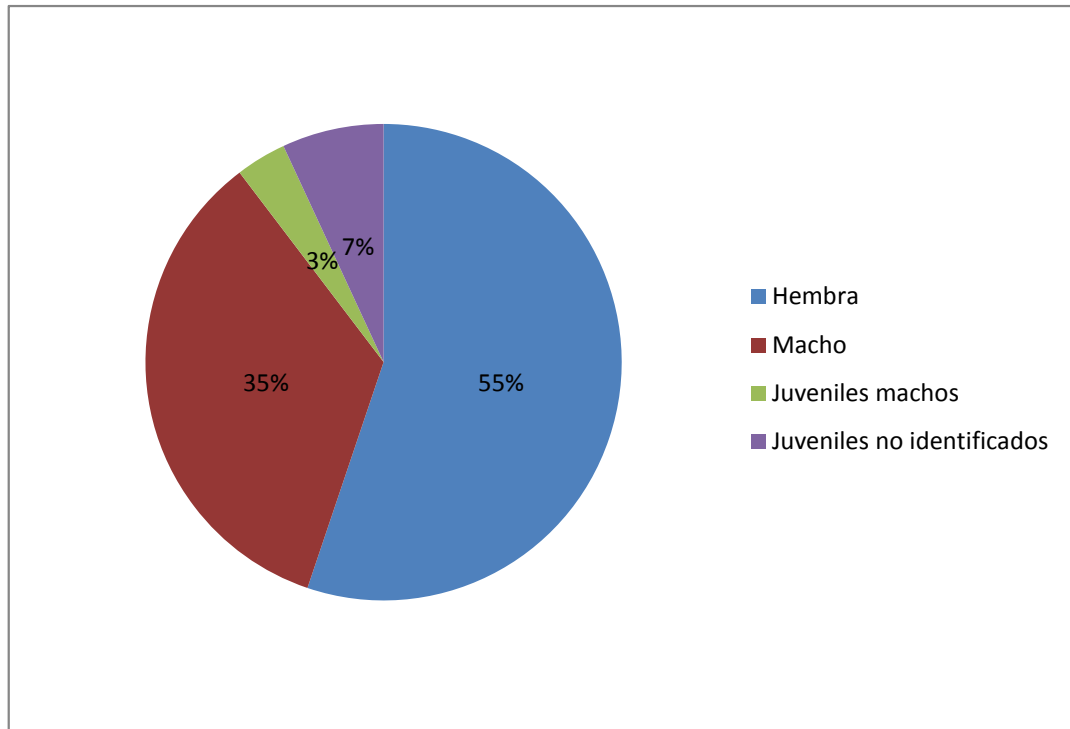


Figura 4. *Porcentaje de individuos de Trachemys stejnegeri stejnegeri capturados en el Jardín Botánico de San Juan*

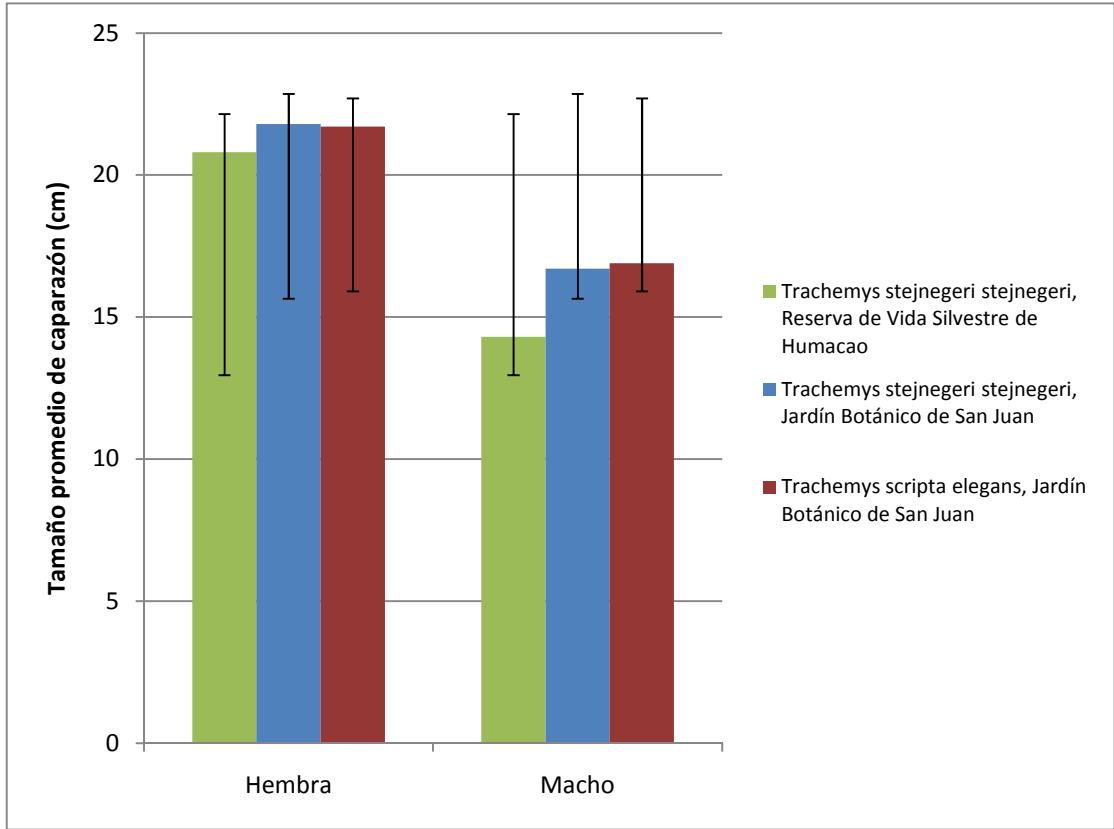


Figura 5. *Tamaño promedio de caparazón y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan*

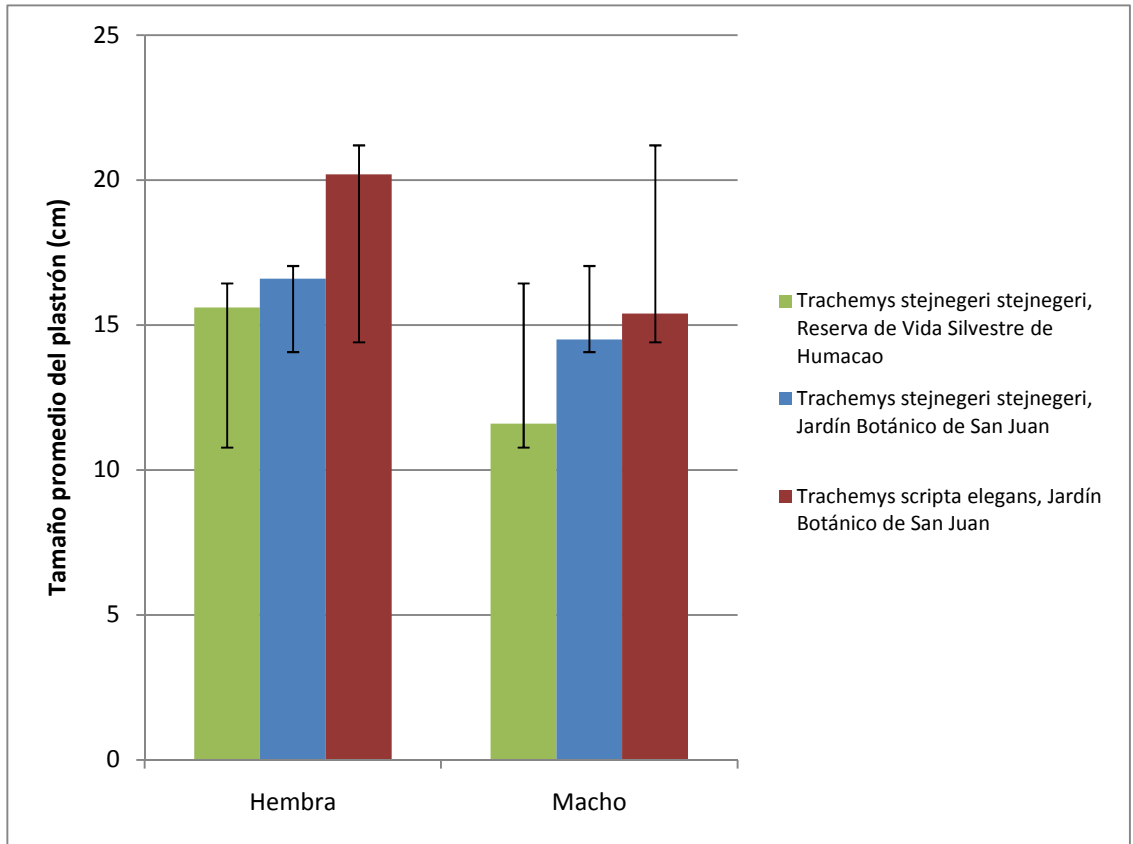


Figura 6. *Tamaño promedio del peto y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan*

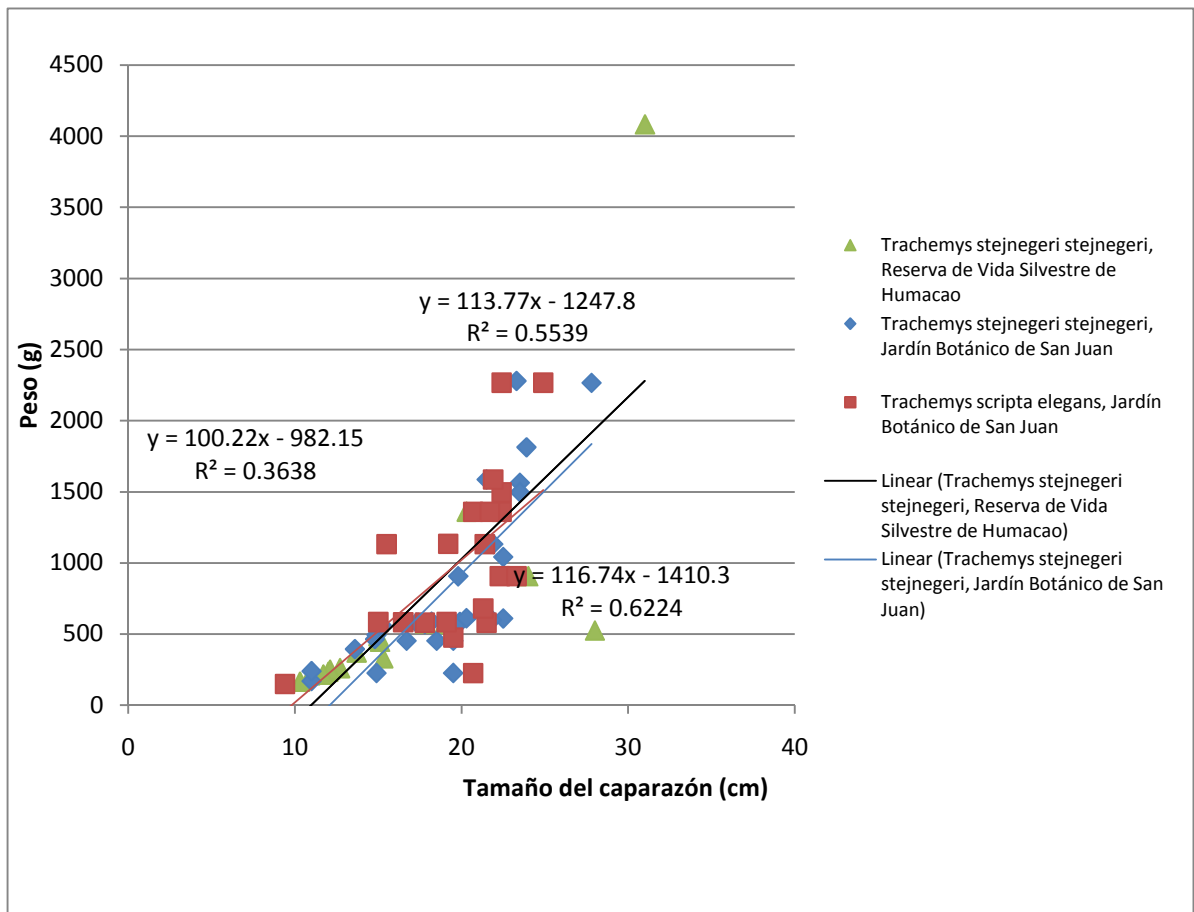


Figura 7. Relación peso y caparazón de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre, Humacao y el Jardín Botánico de San Juan

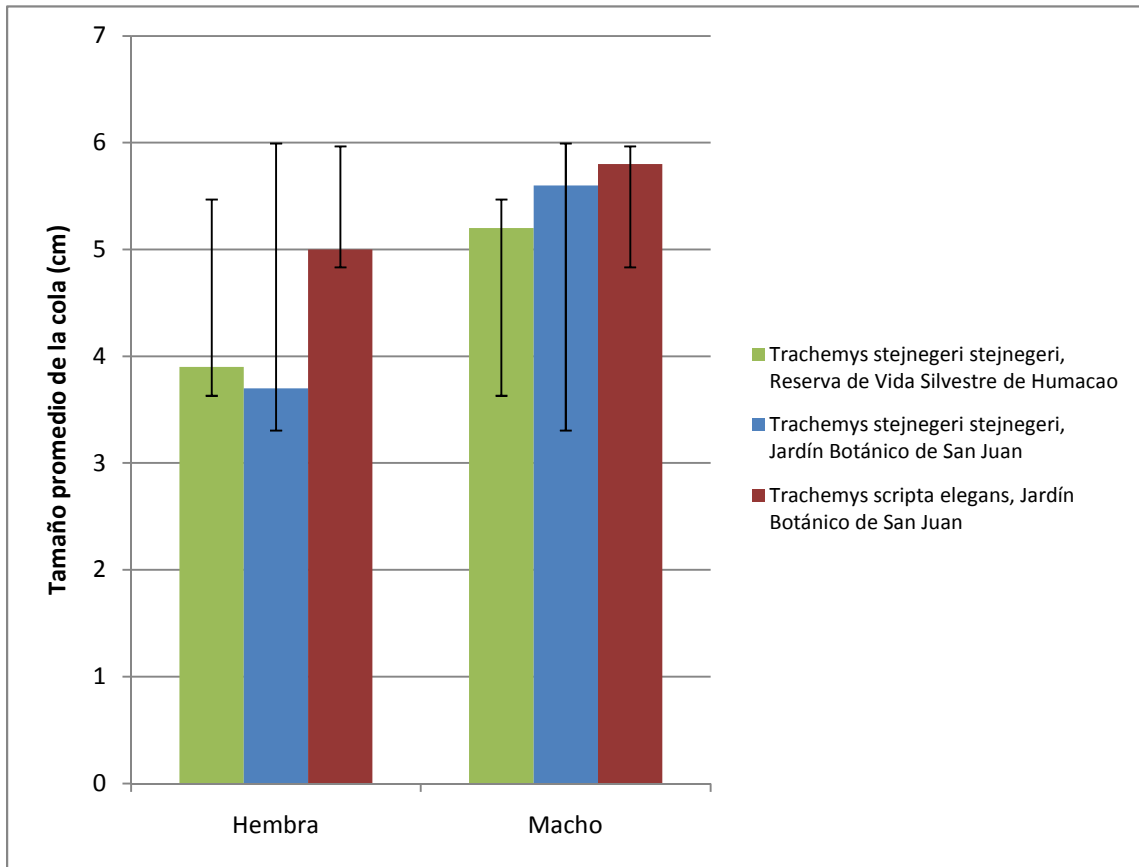


Figura 8. *Tamaño de la cola y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y Jardín Botánico de San Juan*

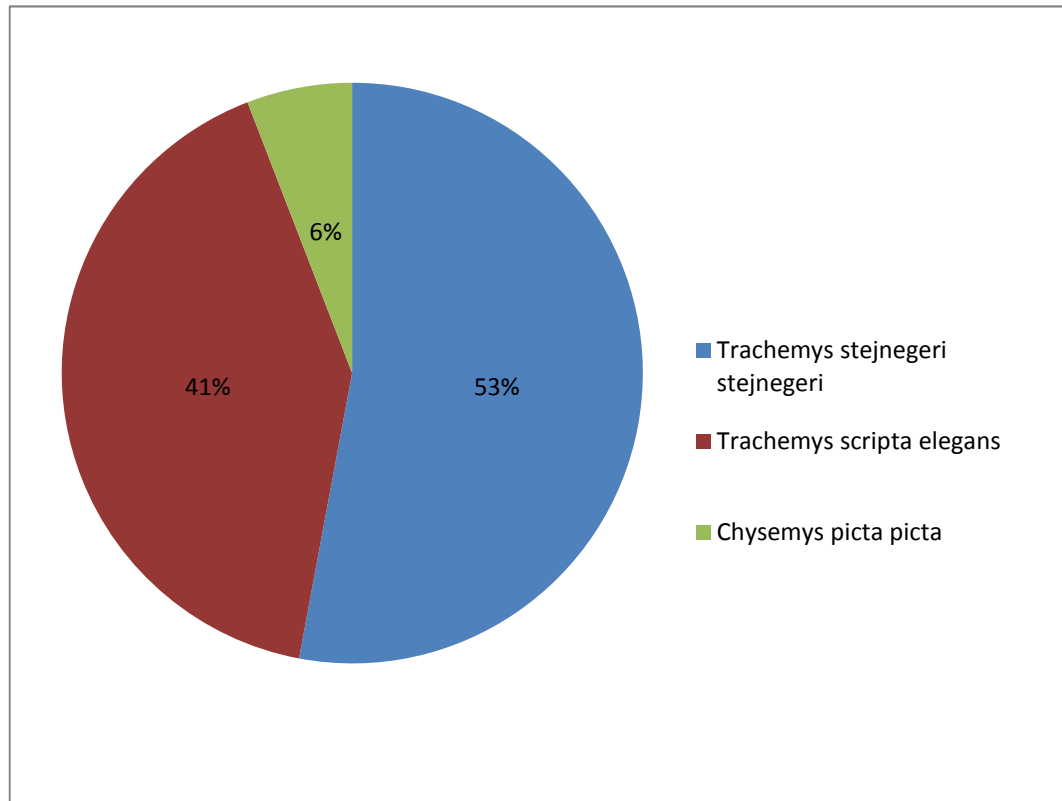


Figura 9. *Porcentaje de especies capturadas en las charcas del Jardín Botánico de San Juan*



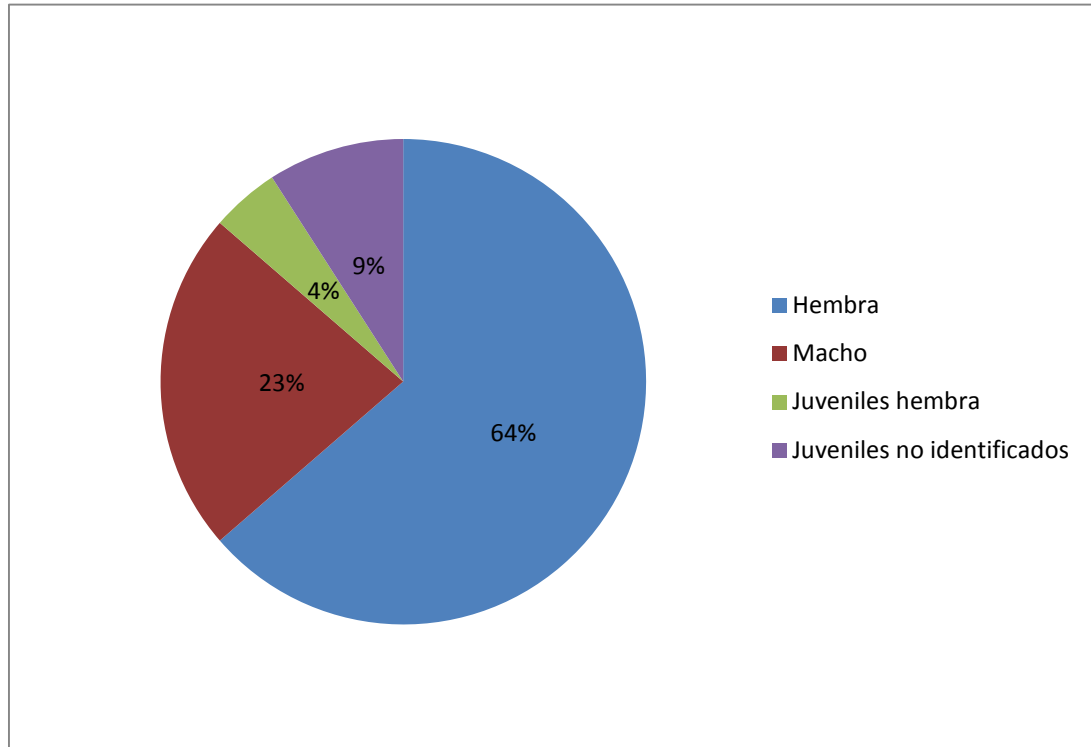


Figura 10. *Porcentaje de individuos de Trachemys scripta elegans capturados en el Jardín Botánico de San Juan*

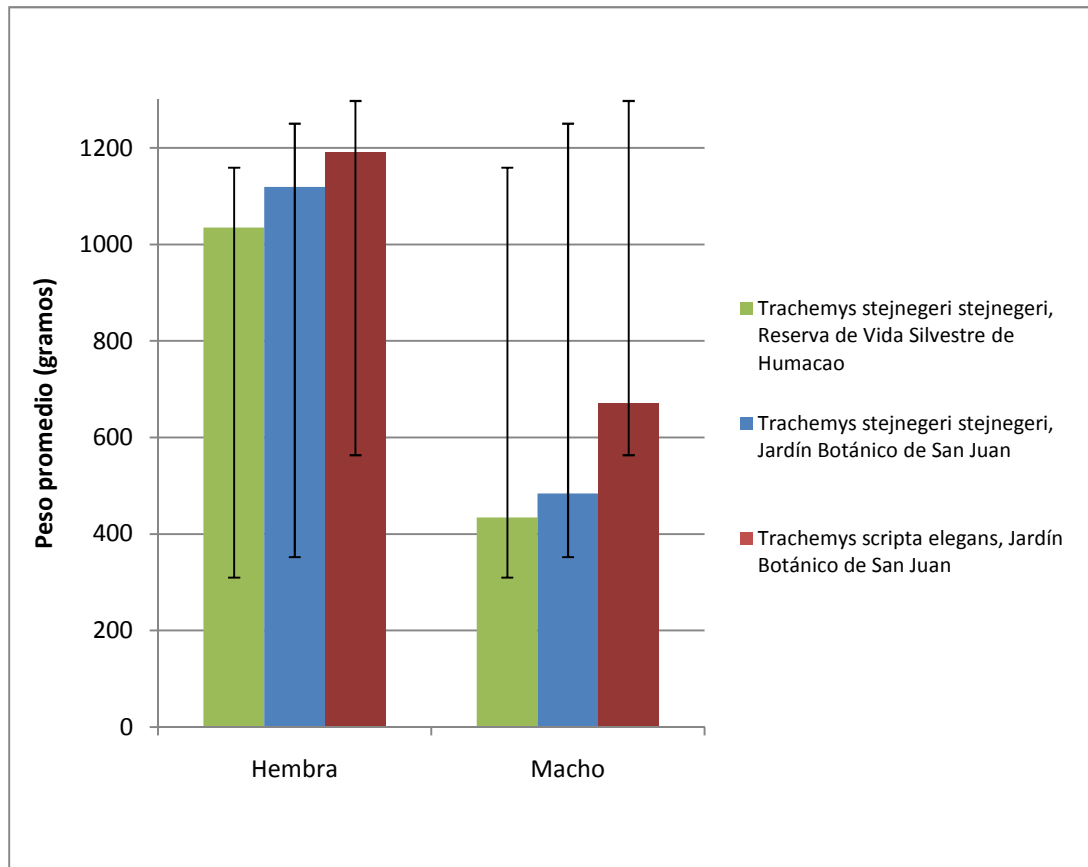


Figura 11. *Peso promedio y sexo de las especies en estudio en ambas áreas de muestreo, Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan*

## **APÉNDICES**



Apéndice 1. Laguna Palmas, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 2. Fragmentación de la Laguna Palmas, Reserva de Vida Silvestre Humacao



Apéndice 3. Puente principal del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 4. Caño Frontera (lado derecho), Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 5. Caño Frontera (lado izquierdo), Reserva de Vida Silvestre de Humacao





Apéndice 6. Vista lateral del Jardín Monet, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 7. Vista frontal del Jardín Monet, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 8. Vista frontal de la Laguna Grande, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 9. *T. stejnegeri stejnegeri* hembra adulta del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



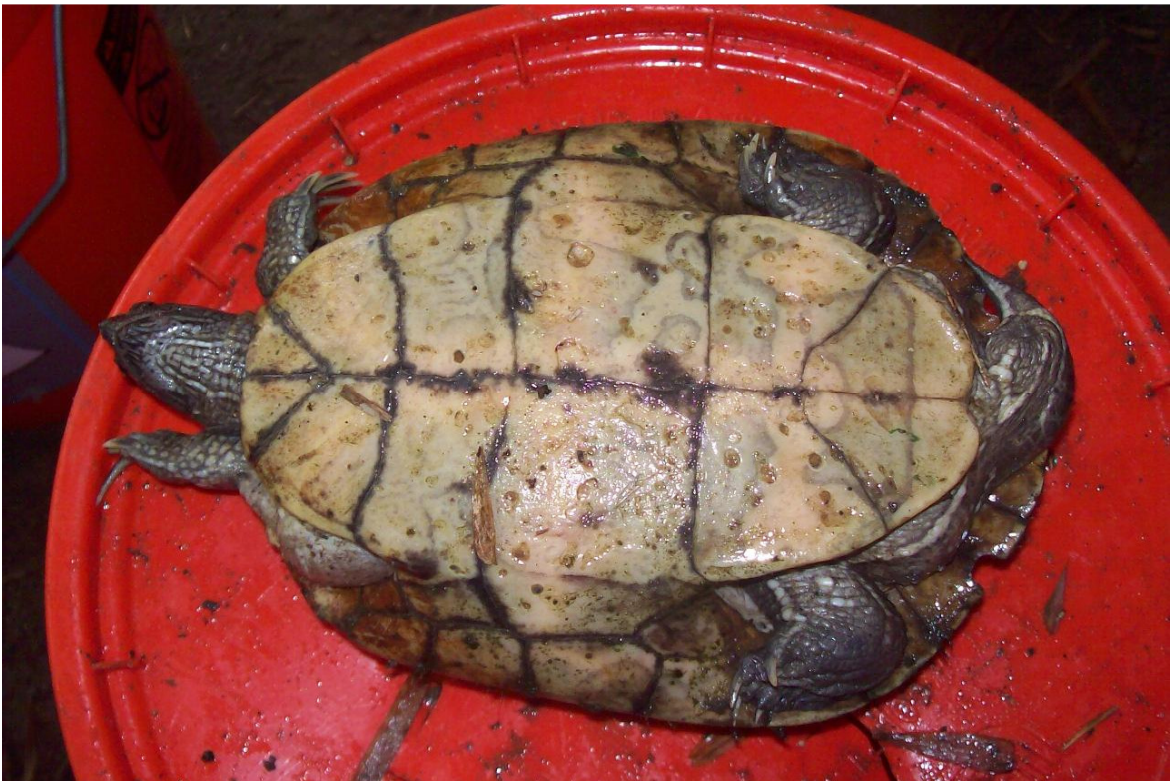
Apéndice 10. *T. stejnegeri stejnegeri* macho adulto del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 11. Variedad de individuos de *T. stejnegeri stejnegeri* (machos y hembras) adultos del Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 13. *T. stejnegeri stejnegeri* hembra adulta, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 13. *T. stejnegeri stejnegeri* macho adulto, Jardín Botánico de San Juan





Apéndice 14. *T. scripta elegans* hembra adulta, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 15. *T. scripta elegans* macho adulto, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 16. Peto pegado en la hembra adulta de la especie de *T. scripta elegans*, Jardín Botánico de San Juan



Apéndice 17. Ejemplo de mutilación en un individuo de *T. stejnegeri stejnegeri* en el Caño Frontera, Reserva de Vida Silvestre de Humacao



Apéndice 18. Hembra de la especie *C. picta picta* encontrada en la charca Laguna Grande, Jardín Botánico de San Juan

**HOJA DE DATOS DEL GÉNERO *TRACHEMYS***  
**TRABAJO DE TESIS - MUESTREO 2009**  
**RESERVA DE VIDA SILVESTRE DE HUMACAO**  
**Y JARDÍN BOTÁNICO DE SAN JUAN**

**Información general de especie capturada**

Fecha y Hora de Captura \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_ Marea: \_\_\_Alta \_\_\_Baja

Especie:  
\_\_\_ Oreja-roja \_\_\_ Jicotea Puertorriqueña

Sexo:  
\_\_\_ hembra \_\_\_ macho \_\_\_ juvenil

Cubierta de nubes:  
\_\_\_ 0-25% \_\_\_ 26-50% \_\_\_ 51-75% \_\_\_ 76-100%

Fase Lunar:  
\_\_\_ Luna Nueva \_\_\_ Cuarto Creciente  
\_\_\_ Luna Llena \_\_\_ Cuarto Menguante

Longitud Carapacho: \_\_\_\_\_ Ancho Carapacho: \_\_\_\_\_ Plastrón: \_\_\_\_\_

Edad ("annuli") \_\_\_\_\_ Cola: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

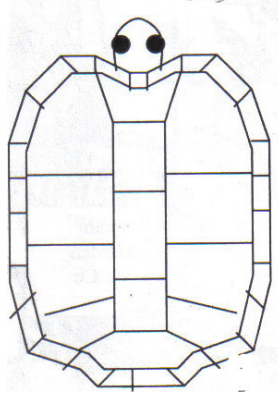
Anomalías en la tortuga: \_\_\_\_\_

Descripción de hábitat: \_\_\_\_\_

Trampa \_\_\_\_\_ Evidencia de marcaje previo: Si \_\_\_ No \_\_\_

¿Qué estaba haciendo la especie cuando se observó por primera vez? \_\_\_\_\_

Número de marcaje viejo \_\_\_\_\_ Número de marcaje nuevo \_\_\_\_\_



Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



ANA G. MENDEZ UNIVERSITY SYSTEM  
Vice Presidency for Planning and Academic Affairs  
Associate Vice Presidency for Sponsored Programs  
Office of Regulatory Compliance

*Animal Care and Use Committee (ACUC)*

Date : August 6, 2009

Principal Investigator : Rafael Sierra Castro

Protocol Title : Estudio comparativo sobre la distribución de edades, abundancia y utilización de recursos entre la tortuga invasora oreja-roja, *Trachemys scripta scripta* y la Jicotea Puertorriqueña, *Trachemys stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico.

Protocol Number : A01-001-09

Mentor : Dr. Miguel A. García

Submission Type : New Study

Institution/Department : Universidad Metropolitana/ School of Environmental Affairs

Review Type : Full Committee Review

Action : Approved

Review Date : June 09, 2009

This is to certify that the protocol referred to above was received in the Office of Regulatory Compliance and reviewed by the Animal Care and Use Committee of the Ana G. Méndez University System as required by OLAW and PHS Policy. The protocol was approved for one year starting **June 09, 2009 to June 09, 2010**.

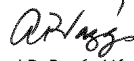
It is required that your study be renewed annually. We recommend that you submit the annual renewal form at least 45 days prior to the June, 2010 ACUC meeting. Also, any modifications or changes made to this protocol must be reviewed and approved by ACUC. For more information, questions or to report a non-compliance event, please contact your Institutional Compliance Coordinator or write to:

Office of Regulatory Compliance  
Vice Presidency for Planning and Academic Affairs  
Associate Vice Presidency for Sponsored Programs  
Ana G. Mendez University System  
P.O. Box 21345  
San Juan, PR 00928-1345



Institutional Compliance Coordinators can be contacted at: Universidad Metropolitana (UMET), Miss Carmen Crespo (787)766-1717 ext. 6366; Universidad del Turabo, Prof. Josefina Melgar (787)743-7979 ext.4126; and Universidad del Este, Dr. Rebecca Cherry (787)257-7373 Ext. 6396.

Cordially,



Ángel D. Pagán Vázquez  
ACUC Member

SUAGM\_ACUC\_Aproved  
Approved Through(6/2009)  
Revised (6/2008)

Página 2 de 2



Jardín Botánico de Puerto Rico

Universidad de Puerto Rico  
Jardín Botánico Sur  
1187 Calle Flamboyán  
San Juan, Puerto Rico 00926-1117  
Tel. (787) 763-4408, 250-000 ext. 6730,  
(787) 767-1710; Fax (787) 751-6808

26 de mayo de 2009

A quien pueda interesar:

El Sr. Rafael Sierra Castro, estudiante graduado de la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana, esta autorizado a realizar su trabajo de investigación de tesis en los terrenos del Jardín Botánico de San Juan.

La investigación lleva como título,

**Estudio comparativo sobre la distribución de edades, abundancia y utilización de recursos entre la tortuga invasora oreja-roja, *Trachemys scripta scripta* y la Jicotea Puertorriqueña, *Trachemys stejnegeri stejnegeri* en la Reserva de Vida Silvestre de Humacao y el Jardín Botánico de San Juan, Puerto Rico.**

De necesitar información adicional, favor de comunicarse con nuestra oficina, (787) 758-9957.

Gracias por su atención.

Cordialmente,

Charles J. Vecchini Noguera  
Director



PO Box 366147  
San Juan, PR 00936  
Tel. (787) 999-2200  
Fax: (787) 999-2303

Estado Libre Asociado de Puerto Rico

## Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

13 de abril de 2009

Sr. Rafael Sierra Castro  
Estudiante Graduado  
Universidad Metropolitana

Re: Autorización para evaluación de las poblaciones de jicotea, *Trachemys stejnegeri* en el Refugio de Vida Silvestre de Humacao

Estimado Sr. Sierra Castro

Luego de haber evaluado y discutido su propuesta de investigación con el Oficial de Manejo del área, entendemos que puede llevar a cabo la actividad propuesta. Es importante mencionar que nos interesa recibir los resultados y recomendaciones de este trabajo. Las mismas serán utilizadas en la implementación de los planes de manejo de la reserva.

Atentamente,

Miguel A. García  
Director  
Negociado de Pesca y Vida Silvestre