BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

"Ecología poblacional y Conservación de *Kinosternon oaxacae* en la Costa de Oaxaca"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

Alma Guadalupe Vázquez Gómez

DIRECTOR DE TESIS:

DR. RODRIGO MACIP RÍOS

ASESOR EXTERNO:

M. en C. MARTHA HARFUSH MELÉNDEZ

PUEBLA, PUE. **OCTUBRE, 2014**

ÍNDICE

Agradecimientos..……..……...ii

Índice de cuadros..…….…….....iii

Índice de figuras….……..……iv

Resumen…….…...……..……v

I. INTRODUCCIÓN……..……1

II. ANTECEDENTES……5

2.1 Ecología de Poblaciones…….....5

2.2 Demografía y ecología poblacional…….5

2.3 Demografía de tortugas dulceacuícolas…….6

2.4 Kinostérnidos……..7

2.5 Abundancias y tamaños poblacionales, estructuras poblacionales, proporción de sexos y densidades en kinostérnidos……..8

2.6 Reproducción en Kinostérnidos……....10

2.6.1 Anidación

2.6.2 Tamaño de la nidada

2.6.3 Masa relativa de la nidada

2.6.4 Talla de madurez sexual

2.6.5 Características merísticas de los huevos

2.7 Conservación de kinostérnidos…….12

2.8 Antecedentes sobre la ecología poblacional y reproducción de *Kinosternon oaxacae* en la zona de estudio……..…12

III. JUSTIFICACIÓN……16

IV. OBJETIVOS……18

- Objetivo general
- Objetivos particulares

V. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Medio físico……19

5.2 Hidrología……21

5.3 Flora……21

5.4 Fauna……22

5.5 El Aguacate……24

5.6 Escobilla……25

5.7 San Roque……26.

VI. MÉTODOS

- *Trabajo de campo*

6.1 Colecta……28

6.2 *Kinosternon oaxacae*……29

- *Trabajo de laboratorio*

6.3 Morfología y marcaje……32

6.4 Reproducción……34

6.5 Análisis de datos……37

VII. RESULTADOS

7.1 Colecta/Morfología……38

7.2 Esfuerzo de muestreo……...44

7.3 Tamaño de la población……45

7.4 Abundancia en cada localidad……...45

7.5 Estructura de la población……49

7.6 Proporción de sexos……52

7.7 Densidad poblacional……..54

7.8 Reproducción……55

7.9 Datos históricos sobre la ecología poblacional y reproducción de *Kinosternon oaxacae* en la zona de estudio analizando su estado de conservación…..……..…….....57

VIII. DISCUSIÓN……60

8.1 Colecta/Morfometría……..60

8.2 Esfuerzo de muestreo…….....62

8.3 Tamaño de la población……63

8.4 Abundancia……..……64

8.5 Estructura de la población……..66

8.6 Proporción de sexos……67

8.7 Densidad poblacional……..68

8.8 Reproducción……69

8.9 Conservación…….....71

IX. CONCLUSIONES……74

X. LITERATURA CITADA……75

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al Centro Mexicano de la Tortuga por su apoyo durante mi estancia y toda la ayuda cedida para el desarrollo de este trabajo de investigación; a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (BUAP) por la beca otorgada para solventar los gastos del proyecto.

Al Doctor Rodrigo Macip Ríos por la confianza depositada en el trabajo, por la disposición para resolver las dudas durante la investigación, por sus contribuciones y por estar al tanto del desarrollo y culminación del proyecto.

A la M. en C. Martha Harfush Meléndez por el interés, la confianza, la disposición y todo el apoyo brindado durante la temporada de campo, y por su continuo interés en el desarrollo del trabajo de investigación. Al Dr. Richard Vogt quien durante la temporada de campo realizó los primeros muestreos con nosotros, por sus observaciones para la mejora de los monitoreos en las localidades.

Los M. en C. Ana Lucía Castillo Meza y Gonzalo Yanes Gómez por sus pertinentes comentarios para la mejora de la calidad de esta tesis. Agradezco su atención y la brevedad en la lectura de este documento.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de los trabajadores y estudiantes del Centro Mexicano de la Tortuga que me acompañaron durante los muestreos: Ancelmo Cervantes, Carlos Alberto Rodríguez, Osciel, Naomi Yeca Camarena, Yohaira Hernández, Norma Jaimes, Pedro Nogueira, Fernando Escobar, Alejandro Ulloa, Matías Pérez Valencia, Eder Campos; al Campamento Tortuguero La Escobilla, a Erika Peralta y Tere Luna por permitirme aprender y colaborar en el campamento, así como realizar la investigación en las instalaciones.

Una parte fundamental de los monitoreos se llevó a cabo gracias a la ayuda de los habitantes de El Aguacate con quienes tuve una intensa labor de colecta: la familia Peralta Hernández por brindarme un hogar, a todos los que participaron en los recorridos: Román Pineda Bautista, Silvestre Vázquez Aguilar, Demetrio Peralta Mijangos, Eleuterio Cruz Machorro, Celedonio Cruz Bustamante, Alejandra Cruz Martínez, Guadalupe Quiroz Rodríguez, María Celia Quiroz, Amalia Martínez Pacheco, Verónica Martínez Márquez, Eusebia Cárdenas Reyes, Agustina Cruz Martínez, Vicenta Reyes Hernández, Gregoria Cruz López, Justina Lucas Salinas, Marisol Peralta Cruz, Rosa Elena Peralta Cruz, Eugenia Cruz López, Leticia Vázquez Quiroz, Macedonia López Ríos, Virginia Cruz Hernández, Griselda Peralta González, Abraham Peralta Cruz, Ignacia Martínez Salinas, Delfino Mendoza Cruz, Salvador Peralta Martínez, Abraham Peralta Quiroz, Guadalupe Peralta Quiroz, Eduardo Peralta Martínez, Margarita González Flores, Yesenia Peralta Cruz, Leonel Peralta Hernández, Moises Cárdenas Bautista, Juan Peralta Quiroz, Gabino Cárdenas Reyes, José Manuel Peralta Cruz, Antonio Sarmiento Santos, Antonio de Jesús Peralta Cruz, Eduardo Peralta González, Salvador Peralta Cruz, Elías Peralta Hernández.

Durante mis estudios de licenciatura compartí tiempo, desvelos, viajes, sueños, risas, llantos, alegrías, tristezas y anhelos durante y después de clases con seres irrepetibles, agradezco sinceramente a todas las personas que formaron parte de mí durante la carrera, a quienes conocí en lugares diferentes durante mis estancias, servicio social y mi intercambio académico en la UNAM, gracias a los que están, a los que se fueron, a los que no volverán y a los que siempre estarán. Agradezco a todos aquellos que me ayudaron a crecer.

Quiero agradecer de manera especial a mi familia. A mi mamá Lidia Gómez Hernández de quien siempre he tenido apoyo, gracias por las palabras y los abrazos precisos para no dejarme caer, a ella le debo la persona que soy. A mi papá Andrés Vázquez Ariza de quien siempre tendré el mejor ejemplo de perseverancia, trabajo y honestidad, gracias por impulsarnos a mis hermanos y a mí a luchar siempre por lo que soñamos. Gracias a mis padres por darnos las alas necesarias para dejarnos volar.

Agradezco a mis hermanos, quienes me han acompañado en todos los momentos, Andy gracias por ser siempre un ejemplo, porque aunque a veces las cosas vayan mal, tu alegría y risas mejoran todo; Ely gracias porque siempre puedo contar con tu apoyo en cualquier situación, por tu fortaleza de la que siempre obtengo modelo y al amigo que la vida me regaló desde los cuatro años, gracias Edson por la alegría que diste a mi vida desde mi infancia, por el camino que nos queda aún por recorrer y del que seguiremos aprendiendo.

El más grande agradecimiento por haber llegado a mi vida es para Andrés Alejandro por iluminar cada uno de los días y porque cada día que comienza me ha enseñado que con sonrisas, inocencia, bailes y sueños la vida vuelve a ser sencilla.

A la memoria de José Andrés Camilo Ibarra, por todo el aprendizaje que dejó a mi vida, porque gracias a su fuerza pude continuar en la biología y seguir creciendo.

Parte de los resultados del presente trabajo de tesis fueron presentados por el Dr. Rodrigo Macip Ríos en el *XII Annual Simposium on Conservation and Biology of Tortoises and Freshwater Turtles* celebrado del 4 al 7 de agosto de 2014 en Orlando, Florida.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clases de tamaño utilizadas para determinar la estructura de la población de *K. oaxacae* en las tres localidades de muestreo (Macip-Ríos et al., 2009).

Cuadro 2. Medidas corporales de los organismos de *K. oaxacae* capturados en las tres localidades de estudio durante el tiempo de muestreo. D.E.=desviación estándar, Máx=Máximo, Mín=Mínimo.

Cuadro 3. Tabla de ANOVA para longitud del carapacho en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

Cuadro 4. Tabla de ANOVA para el peso de los organismos en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

Cuadro 5. Tabla de ANOVA para machos y hembras en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

Cuadro 6. Medidas corporales (mm) y peso (g) de crías de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate.

Cuadro 7. Tamaño de la población de *K. oaxacae* durante el tiempo de muestreo en las localidades de la Costa de Oaxaca (Método de Schumacher-Eschmeyer). *No se calculó el tamaño de la población pues no se obtuvieron recapturas.

Cuadro 8. Frecuencia y porcentajes de sexo en las poblaciones de *K. oaxacae* durante el tiempo de muestreo en las localidades de la Costa de Oaxaca.

Cuadro 9. Densidad de *K. oaxacae* en los cuerpos de agua de las localidades de muestreo.

Cuadro 10. Esfuerzo reproductivo de las hembras tomado a partir de la masa relativa de la nidada. D.E.= Desviación estándar.

Cuadro 11. Estudio ambispectivo en el cual se comparan los datos obtenidos por Martha Harfush en el Centro Mexicano de la Tortuga (CMT) y el presente estudio.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de *Kinosternon oaxacae.*Tomado de Legler y Vogt (2013).

Figura 2. Abundancia anual de *Kinosternon oaxacae* en la zona de Mazunte, Pochutla y alrededores.

Figura 3.Abundancia de individuos por mes en monitoreos desde el año 1997 hasta 2010.

Figura 4. Región de la Costa del Estado de Oaxaca.

Figura 5. Localidades del monitoreo de *K. oaxacae.*

Figura 6. Puntos de muestreo en la localidad de El Aguacate.

Figura 7. Puntos de muestreo en la localidad de Escobilla.

Figura 8. Puntos de muestreo en la localidad de San Roque.

Figura 9. Vistas dorsal, ventral y lateral de la cabeza de *Kinosternon oaxacae*. Arriba: holotipo de macho adulto, LC 159 mm; centro: alotipo de hembra adulto, LC 130 mm; abajo: macho-izquierda, hembra-derecha. Colectadas a 12 km. al norte de Pochutla, Oaxaca (Tomado de Berry, 1978).

Figura 10. Determinación del sexo por características sexuales secundarias (izq. Hembra, der. Macho). Foto: Alma Vázquez.

Figura 11. Marcaje mediante muescas en el caparazón bajo el sistema Cagle, 1939 (Tomado de González, 2010).

Figura 12. Gráfico de barras y bigotes de largo de caparazón en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. Las letras en negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

Figura 13. Gráfico de barras y bigotes del peso de las tortugas en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. Las letras en negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

Figura 14. Gráfico de barras y bigotes del largo del carapacho de machos y hembras en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. H= Hembras; M= Machos. Las letras en

negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

Figura 15. Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate durante el tiempo de muestreo.

Figura 16. Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de San Roque durante el tiempo de muestreo.

Figura 17.Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de Escobilla durante los cuatro meses de muestreo.

Figura 18. Abundancia de *K. oaxacae* en las localidades de estudio durante los cuatro meses de muestreo.

Figura 19. Regresión entre la abundancia y la precipitación en la localidad de El Aguacate. La línea roja muestra la pendiente del modelo lineal, las líneas azules muestran el intervalo de confianza del 95%.

Figura 20. Regresión entre la abundancia y la precipitación en la localidad de El Aguacate. La línea roja muestra la pendiente del modelo lineal, las líneas azules muestran el intervalo de confianza del 95%.

Figura 21. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate durante la temporada de muestreo.

Figura 22. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de San Roque durante la temporada de muestreo.

Figura 23. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de Escobilla durante la temporada de muestreo.

Figura 24. Estructura de la población de *K. oaxacae* en las localidades durante la temporada de muestreo.

Figura 25. Frecuencias de aparición de machos y hembras en las localidades de muestreo.

Figura 26.Regresión entre el tamaño de la nidada y la masa relativa de la nidada. Los círculos representan a la localidad de Escobilla, los puntos a la de San Roque y los triángulos a la de El Aguacate. Las líneas punteadas representan la desviación del ajuste.

RESUMEN

México es mundialmente reconocido por su biodiversidad con aproximadamente el 12% de las especies que existen en el planeta, contiene un alto porcentaje de especies endémicas o exclusivas del país. Existen 38 especies de tortugas de agua dulce, que en su mayoría están consideradas con alguna categoría de riesgo por la legislación ambiental vigente en la NOM-059-SEMARNAT-2010. *Kinosternon oaxacae* es una especie endémica de México de la cual se tiene poca información, se distribuye por la costa de Oaxaca, entre los Ríos Colotepec y Tonameca, hasta los 800 metros de elevación. El objetivo principal fue realizar una evaluación de la ecología poblacional, demografía y conservación de la especie en tres localidades de su distribución. Se llevó a cabo una temporada de trabajo de campo de agosto a noviembre del 2013, en las localidades de El Aguacate y San Roque del municipio de San Pedro Pochutla y Escobilla, de Santa María Tonameca. Se realizaron monitoreos por recorridos y búsqueda activa por medio de encuentros visuales y el uso de trampas de desvío con nazas (*fike nets*) en los cuerpos pequeños de agua. Se capturó un total de 273 tortugas y se recapturaron 36 de ellas. En El Aguacate se capturaron 71 tortugas, con una población estimada de 272.080 individuos y 8 recapturas; en San Roque 155 organismos con una población estimada de 402.425 individuos y 28 recapturas; en Escobilla se obtuvo un total de 47 tortugas sin recapturas. En la localidad de El Aguacate, el promedio del largo del carapacho fue igual a 112.79 (±34.16*) mm, en San Roque fue igual a 116.24 (±19.79*) mm; y 120.636(±37.3*) mm en la localidad de Escobilla. El peso promedio de los organismos en El Aguacate fue de 219.80 (±137.48)*gr, 215.71 (± 93.07*) gr en San Roque y 287.524 (± 178*) gr en Escobilla. En la localidad de El Aguacate la abundancia fue mayor en el mes de agosto, con una captura de 26 tortugas, y menor en el mes de octubre con un total de 9 organismos, la abundancia presentó una relación positiva con la precipitación durante los meses de muestreo ($R=0.85$, $R^2=0.73$, $p=0.143$). La abundancia por mes fue más alta en noviembre en San Roque con 105 individuos capturados, la menor abundancia fue en septiembre, con dos individuos capturados. En Escobilla la mayor abundancia se presentó en octubre con 35 tortugas, en agosto no se capturó ningún individuo. La estructura de la población de *K. oaxacae* en las localidades de estudio durante el tiempo de muestreo corresponde al 6.98% crías (<30 mm LC), 1.06% individuos inmaduros (30-90 mm LC), 73.16% de adultos (>90 mm LC) y 1.83% de adultos viejos (>170 mm LC). Únicamente en la localidad de El Aguacate se capturaron 19 crías. Del total de organismos capturados (273), 232 se identificaron bajo sus características sexuales secundarias: 160 fueron hembras y 72 machos. La densidad calculada en El Aguacate fue igual a 2620 organismos/ha, en San Roque fue de 3890 organismos/ha. y en Escobilla de 2840 organismos/ha. El promedio del esfuerzo reproductor estimado a través del cálculo de la masa relativa de la nidada es de 0.049. Las nidadas de mayor peso corresponden a nidadas con mayor número de huevos. La población de *Kinosternon oaxacae* en las localidades evaluadas son predominantemente adultas (reproductoras) y sesgadas hacia las hembras, lo cual favorece el reclutamiento de las poblaciones. El desarrollo de instrumentos legales y reglamentarios para la protección, conservación y aprovechamiento sostenible de las especies silvestres así como la implementación de programas federales en las regiones del Estado de Oaxaca, han logrado que las poblaciones humanas vean a las poblaciones silvestres con un alto valor cultural y se genere su aprovechamiento con fines turísticos, de investigación, conservación, etc.

***Los valores expresados después de los símbolos ± indican desviación estándar. LC= Longitud del carapac**

I. INTRODUCCIÓN

México es reconocido como uno de los países más importantes por su biodiversidad, con una representación de aproximadamente el 12% de las especies que existen en el planeta, sin embargo, no sólo es diverso en términos de especies, sino que cuenta con una riqueza importante en comunidades y ecosistemas (CONABIO, 2012). México se distingue por el alto porcentaje de especies endémicas o exclusivas, ocupando el tercer lugar mundial en mamíferos, el octavo lugar en especies de aves, el segundo en reptiles y el tercero en anfibios endémicos (Ceballos y Oliva, 2005; Groombridge y Jenkins, 2002). Esta enorme biodiversidad es el resultado en gran medida de la compleja topografía del territorio y la posición de nuestro país en el continente, donde convergen diversos climas y confluyen las dos grandes regiones biogeográficas de América: la Neártica y la Neotropical, lo que origina condiciones de transición entre la flora y fauna de zonas templadas y tropicales, además de la gran cantidad de islas principalmente en el Océano Pacífico y Golfo de California, así como las condiciones generadas por los océanos que rodean las costas mexicanas (CONANP, 2012).

La biodiversidad enfrenta una serie de riesgos que ponen en peligro la continuidad de las especies y sus poblaciones. Entre estos problemas destaca el impacto que tienen las actividades humanas en los diferentes niveles de organización biológica (los ecosistemas, las comunidades, las poblaciones y los genes), los cuales provienen de la sobreexplotación la destrucción y fragmentación de hábitat para actividades productivas, la introducción de especies exóticas, la contaminación y en algunos casos los desastres naturales. A su vez, en el marco de las políticas públicas para la conservación de la biodiversidad, se han desarrollado una serie de diversos instrumentos legales y reglamentarios para la protección, conservación y aprovechamiento sostenible de las especies silvestres, así como instrumentos de carácter técnico como la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010(SEMARNAT, 2010), la cual, indica el estado de conservación en algunas especies e incorpora el método de evaluación de riesgo, que contiene elementos de información sobre el estado del hábitat de la especie en cuestión (CONANP, 2012).

La legislación ambiental vigente en la NOM-059-SEMARNAT-2010 declara que en la República Mexicana existen 38 especies de tortugas de agua dulce, que en su mayoría están consideradas con alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010). A pesar de representar un

recurso con un alto valor de uso cultural y económico, las tortugas de agua dulce no han sido aprovechadas de manera sustentable, ya que las poblaciones naturales y sus hábitats han disminuido drásticamente y han sido amenazadas por diversos factores, especialmente por actividades humanas, la deforestación, la depredación, la contaminación y la desecación de humedales, como pantanos, lagos y lagunas (Cervantes, 1998; Zenteno, 1999). Esta alteración y degradación del hábitat hace necesario desarrollar y actualizar planes de manejo basados en la investigación de la biología y ecología de estos organismos (Galicia, 2007).

En México se ha desarrollado un esquema para promover el desarrollo de alternativas compatibles con el cuidado de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, dicho esquema mediante técnicas de manejo del hábitat y de monitoreo de las poblaciones silvestres a través de cosechas controladas en Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, denominadas UMA'S (INE, 1999), que son una forma de ordenamiento macroterritorial, que permite, además la diversificación en la producción, la obtención de satisfactores, servicios, etc. a partir de los recursos de vida silvestre sin ocasionar daños al medio ambiente. En ellas se realizan actividades de reproducción y crianza de animales y plantas, con métodos que permiten su fácil propagación y aprovechamiento. Estas pueden tener diversos fines: cinegético, comercial, turístico, de investigación o ser destinadas sólo a la conservación. Las UMA’S, son un instrumento de política ambiental que en el Estado de Oaxaca (y en general en el sureste mexicano) apenas están empezando a impulsarse formalmente, con logros de cierta importancia, que las hacer ver como una alternativa para muchas comunidades que pretenden conservar y aprovechar los recursos de la vida silvestre (Fonseca et. al., 2013).

La conservación de los recursos naturales en Oaxaca se ha visto afectada más que a políticas oficiales específicas de protección, a limitaciones tecnológicas para su explotación y sobre todo, a la resistencia cultural de diversos grupos humanos que han registrado importantes avances en el aprovechamiento sustentable de su entorno a través de programas de conservación y protección (Fonseca et. al., 2013). En Oaxaca es posible observar una cantidad significativa de superficie en buen estado de conservación; en este contexto cabe destacar las diversas modalidades que se han desarrollado en las comunidades campesinas e indígenas para la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad: una de ellas es la superficie forestal bajo manejo, donde están alrededor de 50 comunidades forestales que por esta vía tienen protegidas 67,916 ha. Otra

modalidad es la Reserva Comunitaria, que se encuentra en los Chimalapas, Mazunte y en la Sierra de San Felipe, la cual implica contar con la decisión de las comunidades para destinar áreas naturales a la conservación, administración y manejo, reguladas a través de sus estatutos y asambleas; en Mazunte son 4400 ha de selvas bajas, medianas y manglares aún en proceso de recuperación. Los sitios y lugares simbólicos donde se encuentran restringidas las actividades productivas es otra modalidad de conservación para la vegetación. Las comunidades de Santa Rosa de Lima en la costa oaxaqueña han promovido el desarrollo de las llamadas Reservas Celulares que se refiere al intento de conservar áreas de vegetación secundaria, propiedad de ejidatarios, con el fin de contar con zonas de extracción de recursos florísticos y faunísticos bajo métodos racionales de aprovechamiento y establecer corredores biológicos (Fonseca et. al., 2013).

Por otra parte, el Programa Estatal de Humedales Costeros de Oaxaca (PEHCO) es una herramienta de manejo, uso y conservación de los humedales de la costa de Oaxaca, siendo éstos ecosistemas intermedios entre los ambientes permanentemente inundados y ambientes normalmente secos; se incluyen marismas, pantanos, turberas, superficies cubiertas de agua, estancadas o corrientes, permanentes o estacionales, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad no exceda seis metros. Se han definido 54 humedales para la costa de Oaxaca; el PEHCO está construido con la participación de diferentes comunidades, organizaciones e instituciones encargadas de conservar estos ecosistemas; este programa está orientado a la sustentabilidad, buscando el desarrollo económico y social de las comunidades asentadas en esta zona. La riqueza biológica y cultural de la región ha sido reconocida a nivel internacional con 4 designaciones de sitios Ramsar (sitios de protección y conservación de humedales): Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco, Playa Tortuguera Cahuitán, Lagunas de Chacahua y Barra de la Cruz; así como una Reserva de la Biosfera del programan *Man and Biosphere (MaB)* de la UNESCO (Reserva de la Biosfera Huatulco). A nivel nacional están decretadas 4 áreas naturales protegidas en la costa: Parque Nacional Lagunas de Chacahua, Santuario la Escobilla, Santuario Playa Chacahua y Parque Nacional Huatulco (IEEDS, SEMARNAT, CONANP, 2012); a estos sitios pertenece únicamente una de las localidades en nuestro estudio en el municipio de Santa María Tonameca: La Escobilla en el Santuario la Escobilla.

Un aspecto fundamental para la política de conservación es contar con información sobre la distribución y el grado de endemismo de los grupos biológicos (World Conservation Monitoring Centre, 1992). En este sentido, *Kinosternon oaxacae* se ha descrito únicamente

para la costa de Oaxaca a principios de los años ochenta, con una distribución restringida a los Ríos Colotepec y Tonameca, entre los 100 y 800 metros de elevación. Esta especie es identificada como miembro del complejo *scorpioides* junto con la especie *integrum*, aunque difiere de estas dos especies en características morfológicas muy evidentes (Berry-Iverson, 1980). El presente estudio se refiere a la ecología poblacional de esta especie, estimando el tamaño poblacional en la zona e incrementando el conocimiento sobre su historia natural, del cual se tiene un reducido conocimiento y el que se vuelve necesario para asegurar su conservación.

II. ANTECEDENTES

2.1 Ecología de poblaciones

Una población está definida como el grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio determinado (Krebs, 1972) y están relacionados por la reproducción y el parentesco de sus individuos (Ayala, 1982). El estudio de una población tiene como objetivo conocer diferentes parámetros tales como: el tamaño y la densidad poblacional, proporción sexual, estructura poblacional, tasa de natalidad, tasa de mortalidad y tasa de crecimiento. El análisis poblacional o demográfico requiere del análisis de numerosos factores que afectan el potencial biótico, así como de identificar y evaluar los diversos factores ambientales que tienen incidencia directa en la dinámica de las poblaciones (Porter, 1972).

La mayor parte de los estudios con reptiles se han enfocado a la determinación de las relaciones sociales y la supervivencia de los individuos. Los estudios poblacionales se han realizado en diferentes especies de tortugas, cocodrilos, lagartijas y en menor proporción en serpientes (Fox et al., 2003), mostrando diferentes patrones de ecología poblacional e historia de vida, la cual está determinada por las restricciones filogenéticas y los factores ambientales o extrínsecos (Stearns, 1992).

2.2. Demografía y ecología poblacional

La demografía se entiende como los cambios en la dinámica de las poblaciones a partir de un proceso que incluye la entrada y salida de individuos de la población. La entrada puede ser por nacimientos o inmigrantes (llegan a la población), mientras que la salida se da por muertes o emigrantes (Begon et al., 1996a y Begon et al., 1996b).

La ecología de poblaciones enfoca su estudio en entender los procesos que dan la variación en la demografía (Begon et al., 1996a). Algunos aspectos importantes como la proporción de sexos, la abundancia y la estructura de la población ayudan a entender la dinámica de las poblaciones (Stearns, 1992). Otros factores como la ecología reproductiva, incluida en las estrategias de historia de vida determinarán los patrones generales demográficos de los organismos (Stearns, 1992; Begon et al., 1996a).

En la costa de Oaxaca se tiene una zona de transición entre dos provincias faunísticas, como son la neártica y la neotropical. Entre las especies animales, diversos estudios han

detectado la presencia de 411 especies, entre ellas están el jabalí, leoncillo, venado temazate, pájaro carpintero, tlacuache y zorrillo. Se debe resaltar que en la zona existen varias especies endémicas de Centroamérica y de México, así también especies de distribución geográfica restringida como la salamanquesa, la tupaya tropical, la nauyaca chatilla y el murciélago trompudo. Además se tiene 20 especies protegidas por las leyes mexicanas, 12 especies de aves endémicas de México, 43 especies raras. En las playas anidan varios tipos de tortugas como la tortuga laúd, la tortuga carey, la tortuga verde y la golfina (Rodarte, 1997).

Las especies de tortugas que han sido reportadas para el estado de Oaxaca son: *Rhinoclemmys areolata, R. rubida, R. pulcherrima, Dermatemys mawi, Trachemys grayi, Kinosternon acutum, K. integrum, K. oaxacae, K. scopioides cruentatum, Claudius angustatus, Staurotypus triporcatus, S. salvinii, Chelonia agassizi, Eretmochelys imbricata, Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea.* (Casas-Andreu et al., 1996)

2.3 Demografía de tortugas dulceacuícolas

A lo largo del tiempo, las poblaciones de tortugas de agua dulce han sido evaluadas en distintas regiones de Norteamérica (Gibbons, 1990), así como en el centro y sur de América. En los últimos años, en el sureste de México se han realizado evaluaciones en Veracruz en la cuenca del Río Papaloapan, en la laguna de Catemaco en la Estación Biológica “Los Tuxtlas” y zonas circundantes (Espejel-González, 2004; Vogt, 1981 y Morales-Verdeja). En Chiapas, en la zona de Montes Azules y en Tabasco en la Zona de Pantanos de Centla (Vogt, 1999; Zenteno, 2005).

En el Sureste Mexicano, en la década de 1990 Vogt evaluó el estatus de las poblaciones de varias especies de tortugas dulceacuícolas del sureste de México mencionando que la mayoría de las poblaciones de tortugas de agua dulce están desapareciendo principalmente en las comunidades rurales, donde han sido aprovechadas como recursos naturales, concluyendo que es necesario respetar las leyes existentes sobre el aprovechamiento de la fauna silvestre (Vogt, 1999).

El Centro Mexicano de la Tortuga, en el estado de Oaxaca también ha dado a conocer su trabajo en diferentes congresos nacionales e internacionales acerca de la protección y conservación de los géneros *Rhinoclemmys* y *Kinosternon* con poblaciones silvestres y en

cautiverio, además de proponer el seguimiento de las poblaciones de estas mismas especies (Harfush, Com. Pers.). En el Estado de México, Macip-Ríos et al. (2009) describieron los aspectos básicos de la ecología poblacional y la historia de vida de la tortuga *Kinosternon integrum* en Tonatico. Posteriormente, Macip-Ríos et al. (2011) reportaron para dos poblaciones de *K. integrum* que en los sitios con alta elevación se observó la tasa de sobrevivencia más alta anualmente para los individuos reproductivos (0.97 adultos pequeños). Sin embargo, las crías en esta localidad tuvieron una baja tasa de supervivencia anual. En la población de *K. integrum* a una altitud elevada, la población disminuye significativamente ($p=0.83$, $R^2= 0.68-0.99$). Ambas poblaciones presentaban signos claros de la presencia de disturbios humanos.

2.4. Kinostérnidos

Los kinostérnidos son una familia de tortugas medianas y pequeñas nativas del nuevo mundo. Se distribuyen desde el sur de Canadá hasta el Norte de Argentina (Pritchard y Trebbau, 1984; Ernst y Barbour, 1989; Iverson et al., 2013). La familia incluye a cuatro géneros representativos con tres grupos ancestrales: Kinosterninae= *Kinosternon, Cryptochelys, Sternotherus;* y Staurotypinae= *Claudius y Staurotypus (*Zug, 1993*).* Hasta la fecha en México se han reconocido 25 especies en toda la familia, dos pertenecientes a *Staurotypus,* una a *Claudius,* cuatro a *Sternotherus* y 18 a *Kinosternon (*Macip-Ríos, 2010).

México es el país que cuenta con más taxa de este grupo de tortugas, con 25 de 32 especies descritas a la fecha (Iverson et al., 2013; Legler y Vogt, 2013). En el país se encuentran distribuidos todos los géneros existentes (*Sternotherus*, *Kinosternon* y *Cryptochelys*), así como los géneros y especies de las otras dos familias más emparentadas con los kinostérnidos (*Staurotypus*, *Claudius* y *Dermatemys*) (Iverson et al., 2013). En el estado de Oaxaca se distribuyen cuatro especies del género *Kinosternon,* una especie del género *Claudius* y dos especies del género *Staurotypus* (Casas-Andreu et al., 1996)*.*

Los kinostérnidos presentan como característica distintiva un plastrón móvil en sus dos lóbulos, además, cuentan con 10-11 escudos en el plastrón y glándulas de almizcle en el puente de la concha (Ernst et al., 1994; Iverson, 1999). Se caracterizan por tener un carapacho más o menos redondeado en la región posterior; cola corta y papilosa (Casas-Andreu y Mc Coy, 1979). El carapacho tiene diez huesos periféricos, uno nucal y 23 marginales (Ernst et al., 1994; Iverson, 1999); los escudos inframarginales son

aproximadamente tres veces más largos que anchos (Casas-Andreu y Mc Coy, 1979). La coloración del carapacho va desde tonos casi negros hasta tonos verdosos y cafés nacarados. Presentan una serie de barbelas en la zona gular. Los machos son por lo general más grandes que las hembras y tienen una cola notoriamente más larga con una uña o púa en la punta (Legler y Vogt, 2013).

Los kinostérnidos habitan en ambientes acuáticos ya sea lénticos o lóticos. Lo mismo puede habitar cuerpos de aguas perennes o estacionales, pues su actividad está básicamente relacionada con la temporada de lluvias en el trópico seco y con la disponibilidad de temperaturas adecuadas en las zonas templadas (Ernst y Barbour, 1989; Ernst et al., 1984; Legler y Vogt, 2013). Los kinostérnidos suelen ser abundantes, aunque poco conspicuos, debido a que son más caminadores del fondo que nadadores de la columna de agua como otras especies de tortugas dulceacuícolas, sin embargo, muchas especies, como las del grupo *scorpioides* hacen incursiones importantes en tierra, desplazándose entre cuerpos de agua (Legler y Vogt, 2013). La amplia distribución de estas tortugas puede ser explicada en parte, como consecuencia de su habilidad de estivación, su compleja historia biogeográfica, sus diversas estrategias reproductivas y hábitos alimentarios (Macip-Ríos et al., 2010).

2.5 Abundancias y tamaños poblacionales, estructuras poblacionales, proporción de sexos y densidades en kinostérnidos

Moll (1990) estimó una población de 82 individuos para *Kinosternon scorpiodes* y 40 para *Kinosternon leucostomum* en Chan Chen, Belice. Por su parte Forero-Medina et al. (2007) reportaron una población de 1229 individuos para *K. scorpiodes albogulare* en la Isla de San Andrés en Colombia durante los meses de marzo a junio de 2002, con un total de 81 recapturas registradas. Posteriormente, Macip-Ríos et al. (2009) estimaron un tamaño poblacional de 197 individuos de *K. integrum*, con abundancias más altas en septiembre de 2004, con 82 individuos capturados, y más bajas en enero y febrero con ningún organismo capturado, encontrando una relación significativamente positiva entre la abundancia por mes con la temperatura ($p=0.01$) y la precipitación ($p=0.02$; $r^2= 0.76$).

Forero-Medina et al. (2007) reportan que la estructura poblacional de *K. scorpioides albogulare* en la isla de San Andrés está representada por el intervalo intermedio de tamaño los cuales son organismo adultos (110 a 140 mm LC= longitud del carapacho) y unos pocos

pertenecen a las clases de intervalos más pequeños o más grandes (< 110 ó > 140 mm LC). El individuo más pequeño capturado fue de 61.1 mm LC y el individuo más grande fue un macho de 157.7 mm LC. La estructura de la población de *K. integrum* que reportaron Macip-Ríos et al. (2009) fue de 63% adultos (>90 mm LC); 0.5% de crías (<30 mm LC); 35% individuos inmaduros (30-90 mm LC) y 1% de adultos viejos (>170 mm LC). Hensley et al. (2010) reportan para *Kinosternon sonoriense* una población con el 34.4% de adultos, mientras que las crías corresponden al 37.5%. Los resultados indicaron que las dos categorías de clases de edad (adultos y juveniles) y la estación, contribuyen significativamente en la probabilidad de captura. La población está dominada por subadultos.

En el estudio de Iverson (1986) con *K. oaxacae* se encontró una densidad de 1.75/m^3, y una biomasa de al menos 0.523 kg/m^3; presentándose como el registro más alto para cualquier organismo del género *Kinosternon*. Por su parte, Dean (1980) reportó una densidad de 48.2 organismos/ha para *K. scorpioides* en la costa de Chiapas, y Moll (1990) reportó densidades de 13.8 a 21 tortugas/ha. en el Valle Central de Chiapas para *K. abaxilare*. Forero-Medina et al. (2007) reportaron para *K. scorpioides albogulare* una densidad poblacional que varía entre 77 a 254 tortugas por hectárea. Por su parte, Hensley et al. (2010) mencionan que la densidad de la población de *Kinosternon sonoriense* está relacionada con la disponibilidad de agua en la zona.

Las poblaciones de kinostérnidos generalmente son sexualmente dimórficas, con machos más grandes que las hembras (Macip-Ríos, 2005), Hulse (1976) reportó diferencias en la variación del largo del carapacho en *Kinosternon sonoriense* entre sexos y entre poblaciones de diferentes ambientes y situaciones geográficas distintas. En todas las poblaciones estudiadas se observó dimorfismo sexual y las hembras maduras fueron significativamente más grandes que los machos. Sin embargo, en otras especies más grandes como *K. integrum* se ha reportado que los machos son más grandes que las hembras, en el tamaño del carapacho y del plastrón (Macip-Ríos et al. 2009). En kinostérnidos se ha reportado el dimorfismo sexual hacia machos más grandes en *Kinosternon scorpioides* (Pritchard y Trebbau, 1984), *K. oaxacae* (Iverson, 1986), *K. herrerai* (Carr y Mast, 1988), *K. chimalhuaca* (Casas-Andreu y Mc Coy, 1979) y *Claudius angustatus* (Espejel-González, 2004).

La proporción de sexos típica en los kinostérnidos es de 1:1 (Carr y Mast, 1988; Iverson, 1991), sin embargo, en algunas poblaciones de *Sternotherus odoratus* se han reportado sesgos hacia los machos (Edmonds y Brooks, 1996; Smith y Iverson, 2002). La proporción de sexos reportada de *K. scorpioides albogulare* en Colombia fue de 1 macho por cada 1.97 hembras (Forero-Medina et al. 2007), la proporción de sexos reportada para *K. integrum* en el Estado de México, también estuvo sesgada hacia las hembras 1:1.7 (Macip-Ríos et al., 2009). Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la proporción de sexos también puede estar sesgada por el tipo de muestreo y no necesariamente por los sistemas de apareamiento de estas tortugas. El uso de trampas y chinchorros puede ser un factor de sesgo metodológico en estos organismos, las trampas no necesariamente atraen a machos y hembras, pues la dieta cambia entre sexos y por época del año.

2.6 Reproducción de kinostérnidos

2.6.1 Anidación

De acuerdo a un estudio realizado por Iverson (2010) en el Sureste de México y Belize (Península de Yucatán), la temporada de anidación de *K. scorpioides* se extiende hasta por 10 meses al año (Agosto a Junio). Para *K. s. cruentatum y K. s. albogulare* la oviposición puede comenzar en agosto y extenderse hasta el mes de mayo o junio siguientes. La temporada de anidación de *K. abaxillare* puede ser más corta, y los datos disponibles sugieren que puede extenderse de enero a mayo (Berry y Iverson, 2011). Aparentemente la frecuencia anual de anidaciones en *Staurotypus triporcatus, S. salvinii* y *Kinosternon scorpioides* parece aumentar con el tamaño corporal y la edad (Goode, 1994).

2.6.2 Tamaño de la nidada

De manera general la familia Kinosternidae presenta valores medios de tamaño de la nidada de 3.94 huevos (Macip-Ríos, 2010). A través del número de especies, ha sido confirmado que el tamaño de la nidada puede variar de 1 a 8 huevos (Iverson, 2010). El tamaño de nidada máximo registrado para *K. s. cruentatum* es de 3 huevos, para *K. abaxillare* es de 5 huevos, para *K. s. albogulare* es de 8 huevos y para *K. s. scorpioides* de 6 huevos (Berry-Iverson, 2011). El tamaño de la nidada tiende a incrementar con el tamaño de la hembra en *Staurotypus triporcatus, S. salvinii* y *Kinosternon scorpioides* (Goode, 1994; Iverson, 2010). El tamaño de la nidada promedio de *K. integrum* fue de 4 huevos y estuvo

estrechamente relacionado positivamente con su tamaño corporal (r^2=1.77, n=20) (Macip-Ríos et al. 2009).

2.6.3 Masa relativa de la nidada

El esfuerzo reproductivo de las hembras de la familia Kinosternidae se ha evaluado a través de la masa relativa de la nidada (MRN)(ver métodos 5.3.7 Reproducción); de manera general la familia presenta valores medios de MRN de 0.074 (±0.076 D.E.) (Macip-Ríos, 2010). La masa relativa de la nidada de *K. integrum* fue de 0.043 con el valor más pequeño reportado para el género *Kinosternon* (Macip-Ríos et al. 2009). Macip-Ríos (2005) reporta datos sobre el esfuerzo reproductivo para otras especies del género, la masa relativa de la nidada de *K.alamosae* = 0.112; *K. baurii* = 0.09; *K. creaseri* = 0.045; *K. flavescens* = 0.065; *K. sonoriense*= 0.068 y *K. hirtipes* = 0.071; lo cual indica que el esfuerzo reproductor encontrado para *Kinosternon integrum* concuerda con su talla corporal y que éste es el valor más bajo para el género, pues Iverson et al. (2013) mencionan que el esfuerzo reproductor disminuye conforme aumenta el tamaño del cuerpo.

2.6.4 Talla de madurez sexual

La madurez sexual en organismos de *K. oaxacae* se localiza en machos de entre 113 y 125 mm de longitud del carapacho, de aproximadamente 7 y 10 años de edad. Las hembras inmaduras más grandes y las hembras maduras más pequeñas fueron del mismo tamaño, sugiriendo una madurez alrededor de los 115 mm en el largo de carapacho; con una edad aproximada de los 8-9 años (Iverson, 1986).

Pritchard y Trebbau (1984) reportaron cinco organismos de *K. scorpioides* en donde el sexo no es evidente aún con 102-135 mm de largo de carapacho, con aproximadamente 5 a 6.5 años de edad. Iverson (2008) especuló para *K. abaxillare* que las hembras a la edad 8-10 años alcanzarían la madurez sexual con alrededor de 122 mm largo de carapacho; en 2010 estimó que las hembras de *K. s. cruentatum* de la Península de Yucatán requieren de alrededor de 9 a 10 años para alcanzar la madurez con alrededor de 100-105 mm de largo de carapacho. Goode (1991, 1994) planteó que las hembras de *K. s. abogulare* en cautiverio llegan a la madurez con 122-132 mm largo de carapacho a la edad de 4-5 años. Por su parte, Macip-Ríos et al. (2009) reportaron que la hembra más pequeña de *K. integrum* con huevos en el oviducto tuvo un tamaño de carapacho igual a 122 mm (Macip-Ríos et al. 2009).

2.6.5 Características merísticas de los huevos

La longitud de los huevos promedio de *K. integrum* fueron de 30.43 mm, y el ancho promedio de los mismos fue de 16.35 mm, con un peso promedio de 5.14 g. La longitud promedio de los huevos fue significativamente e inversamente relacionado con el tamaño de la nidada (Macip-Ríos et al. 2009). El promedio de la longitud de los huevos de *K. scorpioides* es de 34 mm (con un rango de 23-42 mm); 18 mm de ancho (con un rango de 14-26 mm), y 6.7 g (con un rango de 2.5-11.8) y el tamaño promedio tiende a incrementar de norte a sur (Iverson, 2010). Generalmente el peso de los huevos de *K. scorpioides* en México y el norte de Centroamérica es de 5-6 g, mientras que en Sudamérica tienen un peso aproximado de 8-10 g.

2.7 Conservación de kinostérnidos

Las medidas de conservación que han sido tomadas para *K. scorpioides* consisten en la preservación de la calidad del agua, y con la preservación de humedales y otros hábitats acuáticos de las alteraciones antropogénicas que permitan la sobrevivencia de las especies (Berry e Iverson, 2011). Una limitación importante para la conservación de *K. scorpioides* generalmente es la falta de información de la historia de vida de la especie (Berry e Iverson, 2011). Básicamente este es uno de los grandes problemas de los que adolece la mayoría de las especies de kinostérnidos en México, pues la investigación sobre este grupo se ha concentrado en sólo algunas especies del Golfo de México y algunas del Centro y Norte de México (Macip-Ríos, 2010).

2.8 *Antecedentes sobre la ecología poblacional y reproducción de Kinosternon oaxacae en la zona de estudio*

Iverson (1986) encontró una biomasa de *K. oaxacae* de 523 kg/ha y una densidad de 1740 tortugas/ha, sin embargo esta observación se basó en 20 individuos en una charca efímera de 6 x 20 m y 50 cm de profundidad. En el área de estudio se han llevado a cabo monitoreos con tortugas de agua dulce desde hace más de diez años. El Centro Mexicano de la Tortuga (CMT) ha enfocado sus esfuerzos de investigación hacia el monitoreo y conteo de especies marinas, sin embargo, gracias al esfuerzo de Martha Harfush del CMT es que se ha generado información sobre las especies dulceacuícolas de la costa de Oaxaca (Figura 1).

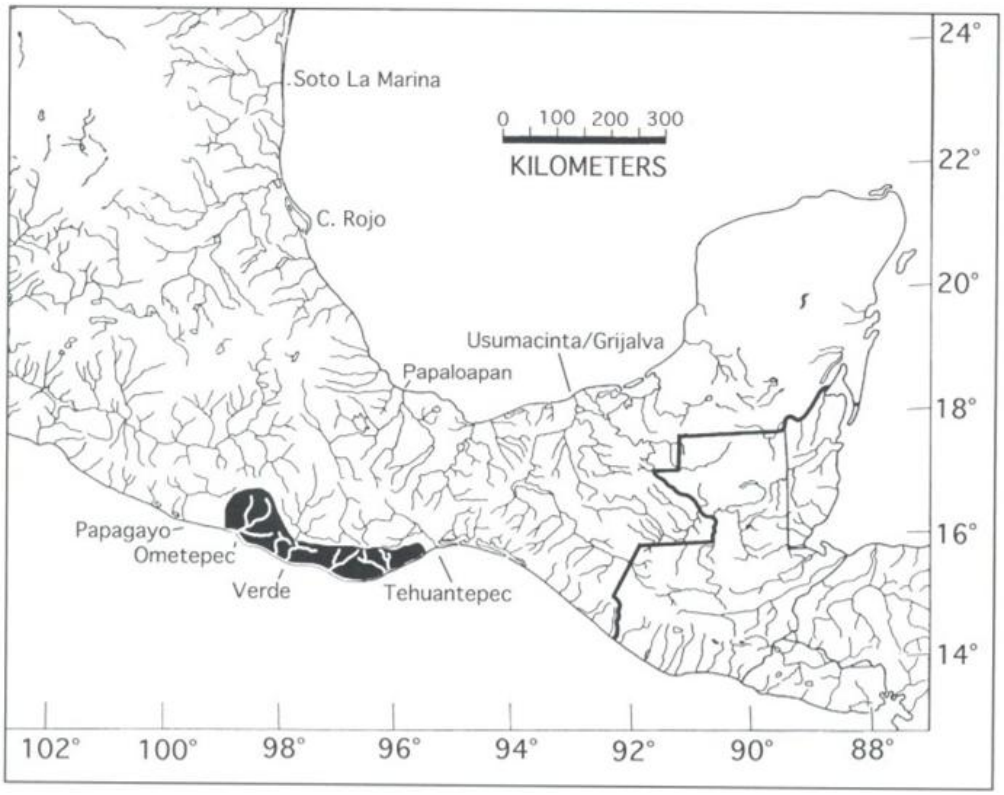

Figura 1. Distribución geográfica de *Kinosternon oaxacae*. Tomado de Legler y Vogt (2013).

De *Kinosternon oaxacae* se tiene algún tipo de información desde el año 1997. Iverson (1986) publicó sus notas sobre la historia natural de la especie, no obstante, desde esa fecha fue sólo hasta que Martha Harfush (datos sin publicar) inició los monitoreos de la especie en los alrededores de Mazunte y Pochutla, Oaxaca. De dichos monitoreos se ha generado información sobre abundancia, tamaño de las crías y tamaño de los huevos. La metodología usada por el personal del CMT fue muy variada, desde trampas con cebos, captura directa, hasta pago de jornales a los pobladores de la zona para capturar a mano tortugas en sus localidades, esto financiado por programas federales para el desarrollo social como PROCODES (Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible).

Los años en donde se registró mayor abundancia en los monitoreos fueron 1998 y 2010, mientras que los años en donde se registró menor abundancia fueron 2000 y 2003. En la figura 2 se observa la oscilación en abundancia por año de muestreo. Los meses con más individuos observados y capturados fueron junio y agosto, con una disminución drástica en septiembre y octubre (Figura 3). Cabe destacar que *K. oaxacae* en la zona muestreada está activa todo el año, pues se registraron individuos en enero, diciembre y marzo.

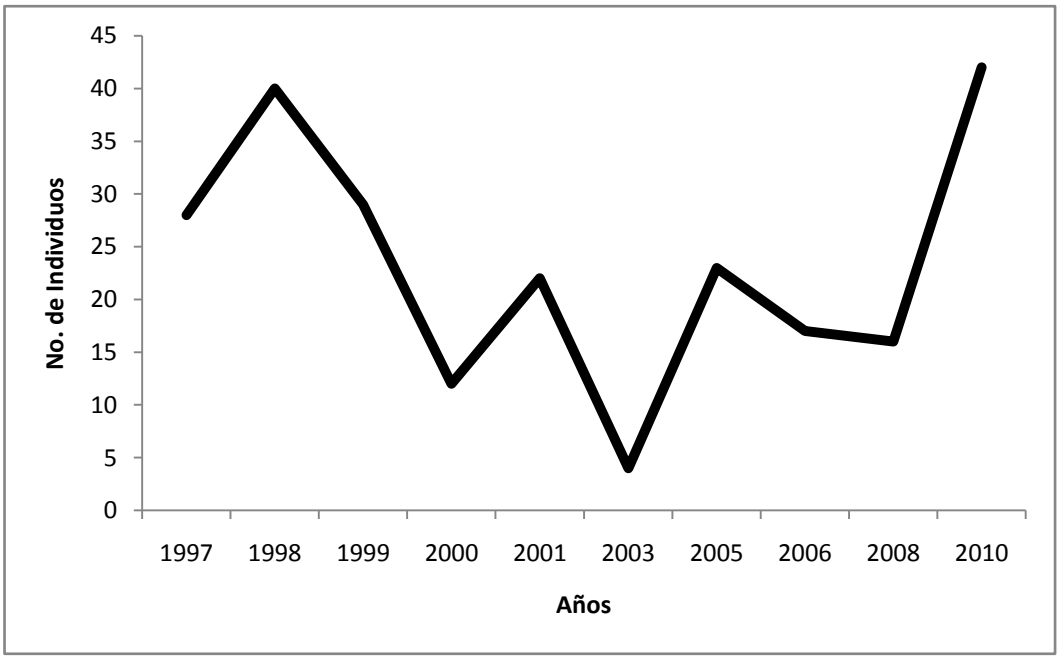

Figura 2. Abundancia anual de *Kinosternon oaxacae* en la zona de Mazunte, Pochutla y alrededores.

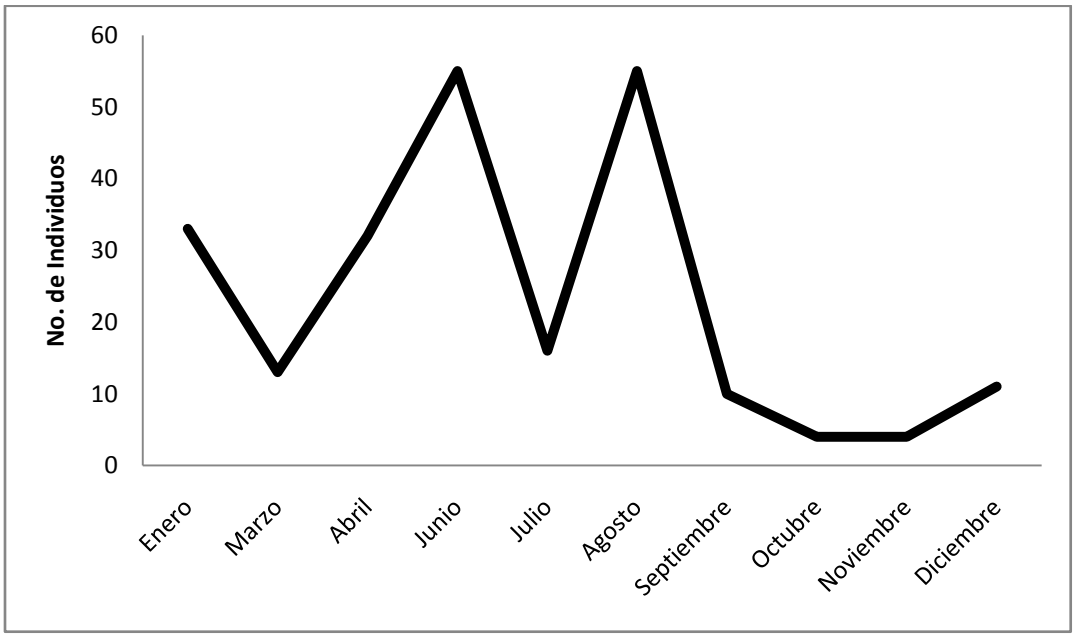

Figura 3. Abundancia de individuos por mes en monitoreos desde el año 1997 hasta 2010.

De todos los individuos capturados en la zona, el tamaño del cuerpo (largo del carapacho) presenta una media de 142.01 (±44.43 D.E. mm), con un máximo de 222 mm y un mínimo de 16 mm; mientras que la masa corporal promedio es de 424.28 (±215.32 D.E.gr), con un máximo de 900.7 g y un mínimo de 3.1 g.

La base de datos no publicada por Harfush (Com. Pers.) indica que en la localidad de El Aguacate, donde se hicieron muestreos para la presente tesis se han registrado las siguientes observaciones: 58 individuos observados del 2008 al 2010, de los cuales 31 fueron identificados como hembras y 15 como machos, mostrando una proporción de sexos de 2:1, la cual fue significativa según una prueba de Chi cuadrada (χ^2=5.56, p=0.018). En la localidad de El Aguacate sólo se tienen muestreos para el mes de marzo y el mes de agosto. El tamaño del cuerpo entendido como el largo del carapacho es una submuestra del monitoreo completo en la zona de Pochutla, Mazunte y anexas, no obstante los datos indican una media de 114.94 (±44.30 D.E. mm), con un máximo de 192 mm y un mínimo de 28.7 mm; mientras que la masa corporal promedio es de 325.58 (±207.47 D.E. gr), con un máximo de 725 g y un mínimo de 35.8 g.

Durante los muestreos de Harfush (Com. Pers.) en la zona de Mazunte y Pochutla se han reportado la presencia de 40 crías u organismos de cuando menos un año de edad de mediados de mayo a mediados de octubre. Como crías (*hatchlings*) u organismos de un año de edad (*yearlings*) se consideran aquellos con un largo de carapacho menor a los 60 mm. La talla (largo de carapacho) promedio de las crías/yearlings encontrados en la zona de Mazunte, Pochutla y anexas fue de 30.42 (±9.14 D.E. mm) con una máximo de 56 mm y un mínimo de 22 mm; en el peso promedio de las crías colectadas presentaron un promedio de 5.82 (±1.72 D.E. gr.) con un máximo de 9.8 gr. y un mínimo de 3.4 gr.

Sobre los aspectos reproductivos de las poblaciones muestreadas en la zona de estudio, la base de datos de Harfush (Com. Pers.) indica explícitamente las medidas de 21 huevos. No se presentan datos sobre las hembras que depositaron esos huevos. Los registros son de los años 2009 y 2010, cuando llevaron tortugas al CMT para tenerlas en un encierro, ahí las hembras ovipositaron y los huevos fueron medidos y pesados. Los huevos fueron depositados en un intervalo de tiempo de inicios de mayo a inicios de septiembre y presentaron las siguientes características merísticas: largo del huevo 27.29 (±2.81 mm), máximo 30 mm, mínimo 22 mm; ancho del huevo 17.15 (±1.70 mm), máximo 21 mm, mínimo 15 mm; masa del huevo 4.28 (±1.48 gr), máximo 7.1 gr, mínimo 2.6 gr.

III. JUSTIFICACIÓN

La especie de tortuga *Kinosternon oaxacae,* es un organismo endémico de la Costa de Oaxaca, con una distribución restringida de la cual se ha reportado poca información. Se ha publicado sólo un artículo por Jhon Iverson en 1986, en el que se presenta la distribución geográfica, anotación sobre su historia de vida y la descripción de la especie de forma general. *Kinosternon oaxacae* se ha monitoreado en los últimos años de manera constante desde el Centro Mexicano de la Tortuga por Martha Harfush (1997 a 2010), sin embargo, los resultados de sus monitoreos no han sido publicados aún, así como las evaluaciones que realiza R. Vogt del estatus de las poblaciones de varias especies de tortugas dulceacuícolas del sureste de México (Vogt, 1999).

La distribución de *Kinosternon oaxacae* abarca muchas de las zonas de mayor turismo en la Costa del Estado de Oaxaca, las especies de tortugas marinas en estas áreas se encuentran protegidas y han sido abordadas en diversas investigaciones con mayor frecuencia, además se han convertido en una fuente de ingreso en el rubro turístico para los pobladores de estas regiones, entre las localidades de mayor afluencia turística se encuentran: Chacahua, Mazunte, Zipolite, Escobilla, Puerto Ángel, Huatulco; la atención centrada en estos organismos ha hecho que otras especies, principalmente endémicas de la zona, no sean abordadas y tengan un menor interés para la investigación; probablemente a su difícil acceso geográfico, aunado al poco apoyo de las instituciones dedicadas a la ciencia para llegar a estas regiones. La biodiversidad en el país es muy extensa y algo que ha sucedido con mucha frecuencia en la investigación de la fauna y flora mexicana es que investigadores de otros países tengan un mayor interés por estudiar organismos endémicos que no han sido abordados en nuestro país.

Por ello, debe ser prioritario para los investigadores nacionales generar información básica y contribuir de manera significativa, a aumentar el conocimiento sobre su historia natural para su conservación. Precisamente ello, para fomentar la investigación en espacios no visitados, a pesar de las dificultades que ello implique, además del vacío informativo que generan estas mismas inconveniencias.

La escasa información que ha sido reportada, los monitoreos realizados a lo largo de 13 años por el Centro Mexicano de la Tortuga de los cuales no se han obtenido publicaciones, el bajo interés por el estudio especies de distribución restringida y de difícil

acceso en nuestro país, la ausencia de información sobre la población que permita conocer su estado de conservación; han contribuido de manera significativa, a la decisión de realizar el presente proyecto, en el que se pretende explorar en la investigación de una especie no estudiada y sin trabajos previos publicados.

El proyecto pretende también, entender la situación de la especie en su zona de distribución, realizando así una descripción de tres poblaciones, generando información relevante sobre *Kinosternon oaxacae*, de la cual se puedan conocer diversos aspectos de la ecología, el estado de conservación e incrementando el conocimiento sobre su historia natural, del cual se tiene un reducido conocimiento, que resulta vital investigar para asegurar su conservación.

Los datos reportados en el presente trabajo de investigación sobre el tamaño poblacional, abundancia, estructura de la población, proporción de sexos y reproducción, serán los primeros registrados para *Kinosternon oaxacae*.

IV. OBJETIVOS

General:

Realizar una evaluación sobre la ecología poblacional, demografía y conservación de *Kinosternon oaxacae* en tres localidades de la costa de Oaxaca.

Particulares:

- Determinar los parámetros poblacionales y demográficos básicos de *Kinosternon oaxacae* como tamaño de la población, estructura poblacional, proporción de sexos, abundancia por mes y densidad poblacional en tres localidades de la Costa de Oaxaca.
- Comparar el tamaño promedio de la nidada y el esfuerzo reproductivo de la especie.
- Determinar si existe dependencia en relación al tamaño del cuerpo y el peso de la tortuga con el tamaño de la nidada y la morfometría de los huevos (longitud y masa relativa de la nidada).
- Realizar un diagnóstico del estado de conservación de la especie en la zona de estudio basado en criterios demográficos, históricos y reproductivos.

V. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 ***Medio físico***

El estado de Oaxaca está situado en el sureste de la República Mexicana, colinda al norte con Puebla y Veracruz; al este con Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con el estado de Guerrero. Se encuentra a una altitud que varía del nivel del mar hasta los 3759 msnm (Casas-Andreu et al., 1996; Rodarte, 1997; González, 2011; CONABIO, 2012). Políticamente, se encuentra dividido en 30 distritos y en 570 municipios (Casas-Andreu, 1996).

Geográficamente Oaxaca es un estado en el cual cerca del 90% de su superficie se ubica en áreas montañosas, comprendido por la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca, la primera corre a lo largo de la Costa del Pacífico, dando lugar a una angosta planicie costera, mientras que la segunda limita a una extensa planicie aluvial hasta los límites con Veracruz y a un profundo cañón hacia los límites con Puebla y Veracruz, conocido como El Tomellín (Casas-Andreu et al., 1996). Su ubicación geográfica presenta amplios gradientes latitudinales, que lo sitúan al sur del Trópico de Cáncer, en una posición intertropical, con la presencia de temperaturas cálidas y la dominancia de sistemas de origen tropical, lo cual origina un amplio abanico climático, así como la existencia de diversos ecosistemas(González, 2011; CONABIO, 2012). Los climas que se encuentran van de cálidos, semicálidos, templados, a semifríos, secos y semisecos. Como reflejo de esta variación ecológica extrema, el Estado tiene la flora y la fauna más diversa de México (CONABIO, 2012).

Oaxaca se destaca por ser una de las entidades de mayor diversidad cultural y natural de México. La presencia de su diversidad biológica es gracias a su ubicación geográfica en la entidad donde confluyen las provincias biogeográficas neártica y neotropical, lo que propicia la existencia e interacción de la flora y la fauna de ambas provincias. Esto genera una riqueza biológica única (González, 2011), lo cual, aunado a su complejidad orográfica, la influencia de dos océanos y su historia geológica han contribuido de manera conjunta para dar como resultado esta vasta diversidad (Salas et al., 2003).

El estado está comprendido por 8 regiones principales, cada una con características físicas particulares; entre ellas se encuentra la región de la Costa, la cual está comprendida

por tres distritos: Jamiltepec, Juquila y Pochutla (INEGI, 2013) (Figura 4). La región de la costa oaxaqueña forma parte de la gran provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur; se extiende a lo largo de la Costa del Pacífico, desde la cordillera Neovolcánica hasta el Istmo de Tehuantepec. Esta región se sitúa entre los 94° 30´ y 99° 34´de longitud oeste y los 36'y 17° 37´; está definida por sus características naturales en la que se pueden detectar dos ambientes bien definidos, el montañoso y el costero. Las máximas alturas se encuentran entre los 2800 y 2900 msnm (Rodarte, 1997).

En la región se pueden detectar tres climas que dependen de la altitud: el primero es el tropical o cálido subhúmedo (Aw) con temperatura media anual de 26 a 24°C, se extiende desde el litoral hasta 500 msnm; le sigue el tropical húmedo (Af) con temperatura media anual de los 24 a 22° C; finalmente el templado húmedo (Cf) con temperatura promedio de 16 a 20° C. La costa oaxaqueña presenta una precipitación pluvial promedio anual de 800 a 1000 mm, entre los meses de mayo a octubre (García, 1990; Rodarte, 1997).

En la costa oaxaqueña existen dos provincias bióticas: la primera es la Surserranense que se caracteriza por ser una zona de transición en donde se intercalan asociaciones en las que predominan las especies de las tierras tropicales secas de la costa del Pacífico y la cuenca del Balsas. La otra provincia es la de Tehuantepec que se caracteriza por precipitaciones altas con una temporada seca amplia (Rodarte, 1997), pero con una influencia importante del Golfo de México.

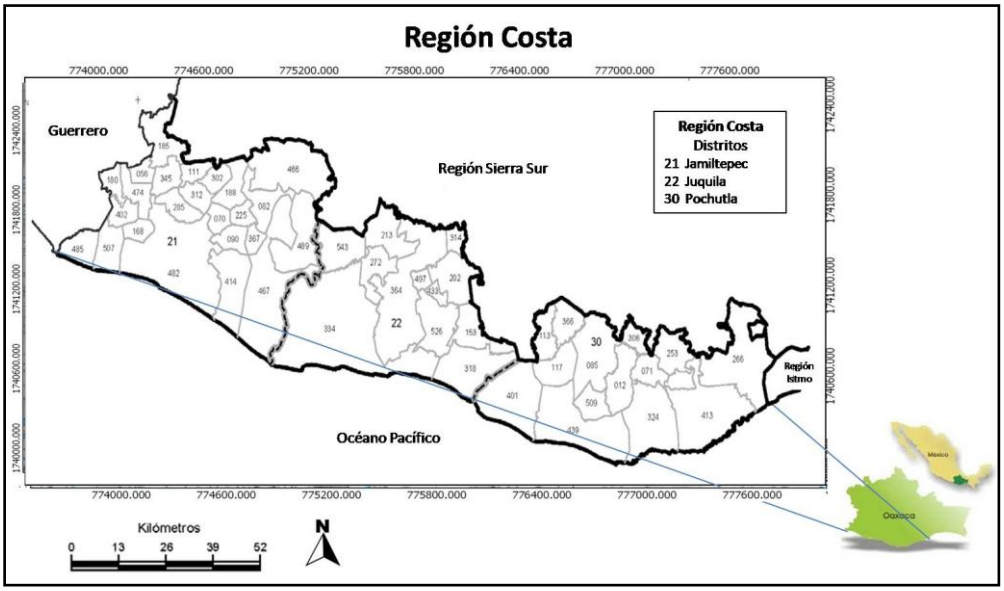

Figura 4. Región de la Costa del Estado de Oaxaca

5.2 ***Hidrología***

Oaxaca cuenta con recursos fluviales importantes, formando parte de corrientes divididas en dos vertientes; la vertiente del Golfo y la vertiente del Pacífico. La vertiente del Golfo que está constituida principalmente por los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos, con sus respectivos afluentes. El Río Papaloapan está formado por las corrientes de los ríos Grande y Salado. El Río Coatzacoalcos se forma principalmente de las corrientes del Cempoaltépetl y de la Sierra Atravesada; éste desemboca en el Puerto de Minatitlán, en el estado de Veracruz. La vertiente del Pacífico está constituida por el Río Mixteco, el Río Atoyac y el Río Tehuantepec (Salas et al., 2003). De manera general, los principales ríos del estado de Oaxaca son: el Verde, Tonameca, de la Arena, Zimatlán, Tehuantepec, Perros, Chiapa, Papaloapan, Cajonos, de la Lana, Jaltepec y Coatzacoalcos(González, 2011).

La región de la Costa se encuentra formada por tres regiones hidrológicas que abarcan las cuencas del Río Santa Catarina y el Río Verde al occidente de la costa, entre las lagunas de Chacahua; al oriente con el Istmo de Tehuantepec y al norte con San José del Pacífico (Rodarte, 1997). La región está abastecida por las cuencas hidrológicas Astata, Copalita y Colotepec principalmente (Rodarte, 1997; González, 2011). Su vertiente es hacia el Océano Pacífico y sus principales ríos son el Verde y el Tehuantepec (Rodarte, 1997).

5.3 ***Flora***

Oaxaca es una de las entidades con mayor riqueza florística en especies de plantas vasculares, donde los endemismos oscilan entre el 1% y el 57%, en promedio representan el 8.3% del territorio nacional; la mayor parte de la biodiversidad se asienta en sus áreas forestales (González, 2004; CONABIO, 2012). Existen diversas estimaciones acerca de la riqueza florística del estado, las cuales varían de 8000 a 9000 especies (Salas et al., 2003). La flora de Oaxaca representa casi el 40% de la Flora Nacional (González, 2004).

En la entidad se localiza la mayor superficie de bosques mesófilos del país, con 152 mil hectáreas, y la segunda área de selvas húmedas en buen estado de conservación en la región Papaloapan. Asimismo, existen importantes zonas de selvas secas en la Costa, Istmo y la Cañada, y bosques de pino-encino y encinares en la Sierra Norte, Sierra Sur y los Chimalapas (González, 2011). Estas regiones han sido consideradas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) como parte de las 223 eco-regiones más

importantes a nivel mundial para la conservación de su biodiversidad (CONABIO, 2012).

En la Costa de Oaxaca, el primer ecosistema que se puede ubicar entre el litoral y los 500 m de altitud, es la selva baja caducifolia; se entremezcla con asociaciones de manglar y vegetación halófita en algunos esteros y desembocaduras, su estrato arbóreo es de poca altura (5 y 8m) y sus ejemplares se encuentran con poca densidad. Entre los 500 y los 1500 m de altitud se encuentra la selva mediana subcaducifolia; se puede observar la transición vegetativa, en el aumento de la altura y en la densidad del estrato arbóreo. En este tipo de bosque la altura de los árboles oscila entre los 15 y 40 m; predomina el estrato arbóreo y con una gran diversidad de herbáceas entre las que destacan las lianas, orquídeas, hongos, helechos, etc. Entre los 1500 y 1800 m se presenta la zona de transición entre el clima tropical y el templado, en ella se entremezclan especies vegetales de los dos climas, resalta su estrato arbóreo, desaparecen las especies tropicales y aparecen las templadas, creando una especie de bosque mixto, compuesto de pino y encino, el estrato arbustivo está bien desarrollado, el herbáceo es pobre representado con algunas pteridofitas. Existe una gran presencia de epífitas, donde abundan los líquenes y musgos (Rodarte,1997).

5.4 ***Fauna***

Oaxaca tiene registradas más de 600 especies de vertebrados, de los cuales, por lo menos 95 son endémicas de Oaxaca. Extendiendo la comparación de endemismo fuera de México, Oaxaca cuenta con 32 especies de vertebrados más que Costa Rica y 49 especies más que Panamá, países que son considerados los más diversos biológicamente en Centroamérica (CONABIO, 2012).

El estado contiene una alta biodiversidad de mamíferos (40%), el 63% de las aves, 26% de reptiles, 23% de los peces dulceacuícolas y el 35% de anfibios de todo el país, constituyendo en algunos grupos más del 60% de la fauna a nivel nacional (González, 2011; CONABIO, 2012). Oaxaca presenta especies endémicas en los grupos de vertebrados: 9 especies de peces, 58 de anfibios, 45 en reptiles, 4 en aves y 12 en mamíferos; correspondiendo al 8.9% del endemismo del país (González, 2004).

En cuanto a la herpetofauna, Oaxaca comparte junto con el Golfo de Baja California, uno de los primeros lugares en especies endémicas de México (Casas-Andreu et al., 1996); se han reportado 40 familias, 127 géneros, 378 especies, 133 anfibios y 245 reptiles; de ellas,

103 son endémicas de Oaxaca y 189, es decir el 50% de las especies reportadas para el estado se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta fauna comprende al 35.7% de la herpetofauna mexicana (Casas-Andreu et al., 1996; CONABIO, 2012).

Las áreas o regiones más diversas son la Sierra Madre de Oaxaca con 43 especies de anfibios y 60 de reptiles, el Istmo de Tehuantepec con 27 de anfibios y 106 de reptiles y 106 de reptiles y la Sierra Madre del Sur con 2 de anfibios y 49 de reptiles. La planicie Costera del Pacífico contiene también un número importante de especies. Las altitudes de mayor endemismos en Oaxaca se encuentran entre los 1200 y 2600 m (Casas-Andreu et al., 1996).

En Oaxaca el 49% de las especies de anfibios y el 55% de los reptiles se encuentran por debajo de los 1000 m; las especies de reptiles son menos abundantes (25%) entre los 1000 y 2000 m; mientras que para las partes altas de Oaxaca, entre 2000 y más de 3000 m, se encontró que el número de anfibios (18%) de reptiles (20%) disminuye respecto a las zonas de menor altitud (Casas-Andreu et al., 1996).

El presente trabajo se realizó en dos municipios pertenecientes al distrito de Pochutla en la región de la Costa. La colecta de ejemplares se realizó en tres localidades distintas dentro de la zona de distribución de *Kinosternon oaxacae*, en cuerpos de agua tales como: charcos temporales, permanentes y arroyos. Las comunidades donde se localiza el área de estudio son: El Aguacate y San Roque, en el municipio de San Pedro Pochutla; así como Escobilla en el municipio de Santa María Tonameca (Figura 5).

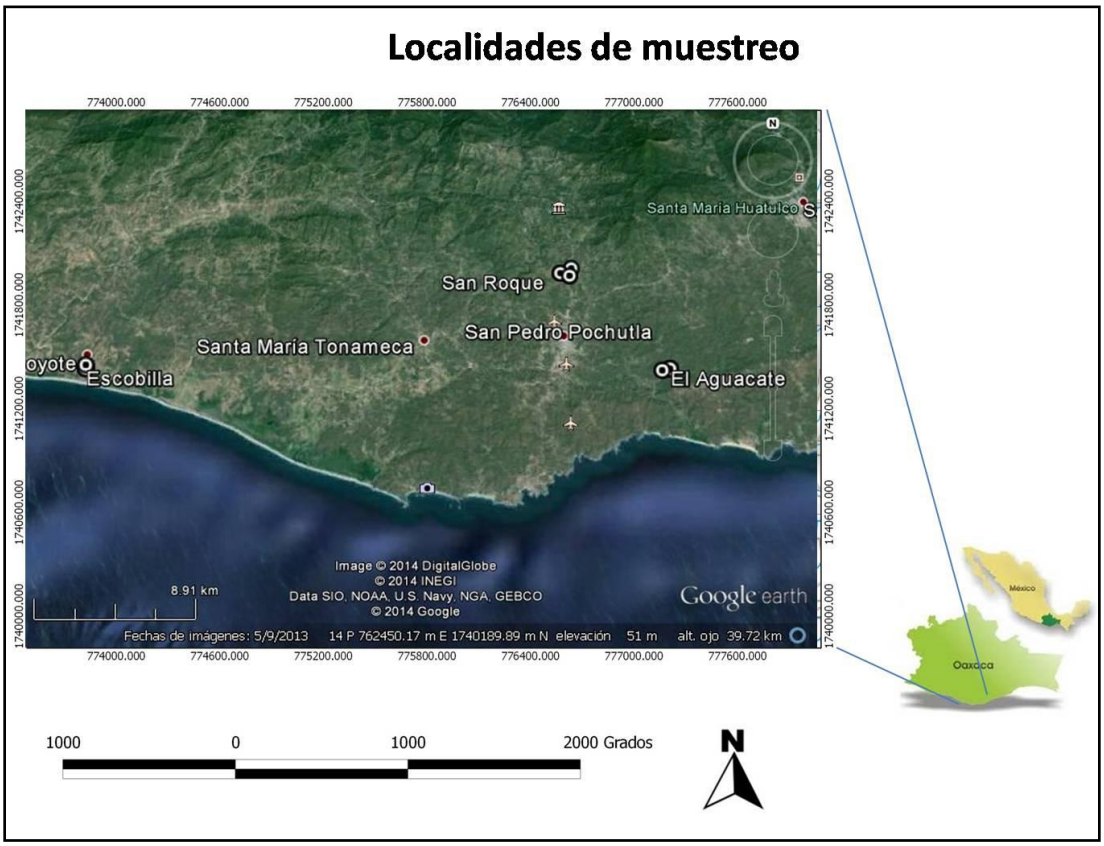

Figura 5. Localidades del monitoreo de *Kinostenon oaxacae.*

5.5 El Aguacate:

La localidad del Aguacate se localiza en el Municipio de San Pedro Pochutla, en el Estado de Oaxaca, se encuentra en las coordenadas: O-96.427500(longitud oeste) y N15.736111 (latitud norte). Se encuentra a una altura media de 40 msnm. Al norte colinda con los municipios Pluma Hidalgo y San Mateo Piñas; al oeste con el municipio de Santa María Huatulco; y al sur con el Océano Pacífico; al oeste con los municipios de Santa María Tonameca y Candelaria Loxicha. El clima es cálido (Aw) con temperaturas que van de los 20°a los 28°C; con un rango de precipitación anual promedio de 800-3000 mm. Se encuentra la subcuenca San Pedro Pochutla; los cuerpos de agua pertenecen a afluentes del arroyo Aguacate, del Río Copalita (INEGI, 2013) (Figura 6).

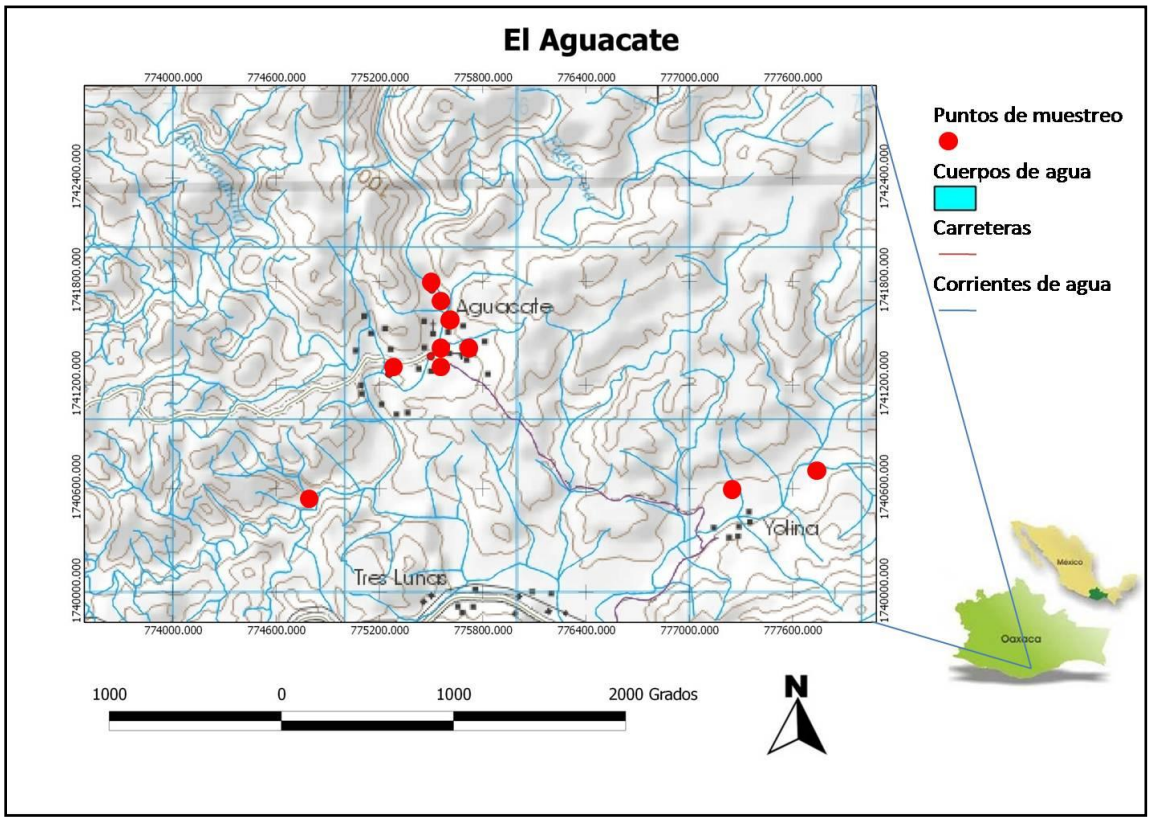

Figura 6. Puntos de muestreo en la localidad de El Aguacate.

5.6 *Escobilla*

La localidad del Escobilla se localiza en el Municipio de Santa María Tonameca, distrito de Pochutla, en el Estado de Oaxaca; entre los terrenos comunales de San Francisco Cozoaltepec y Santa María Tonameca. Se encuentra en las coordenadas: O-96.737778(longitud oeste) y N 15.731944 (latitud norte). Se encuentra a una altura media de 10 msnm. Al norte colinda con los bienes comunales de San Francisco Cozoaltepec y Santa María Tonameca; al oeste con el Río Cozoaltepec; al sur con el Océano Pacífico; y al este con el río Tonameca. El clima es tropical subhúmedo con lluvias en verano(Aw), con una temperatura media anual superior a 22° C; con un rango de precipitación del mes más seco menor a 600 mm. En Escobilla los cuerpos de agua pertenecen a afluentes del Río Tonameca (Figura 7) (SEMARNAT, 2009;INEGI, 2013).

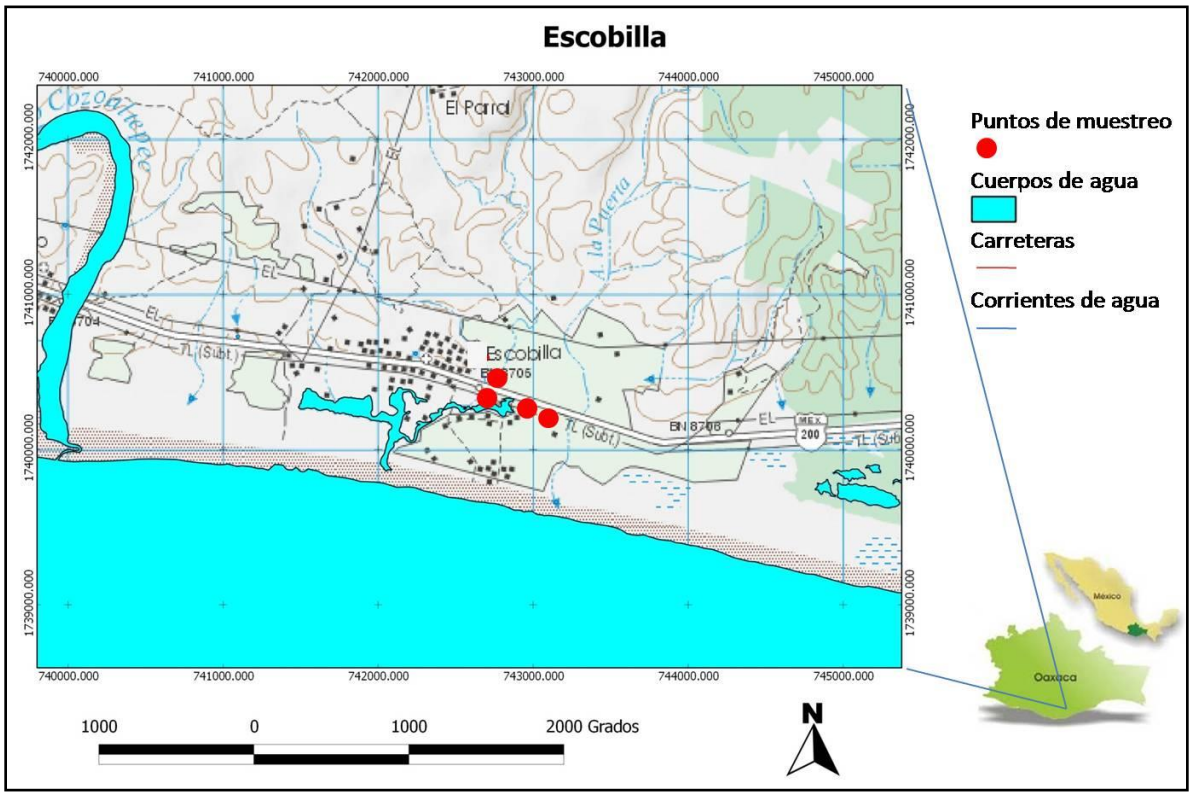

Figura 7. Puntos de muestreo en la localidad de Escobilla.

5.7 *San Roque*

La localidad de San Roque se localiza en el Municipio de San Pedro Pochutla, en el Estado de Oaxaca, se encuentra en las coordenadas: O -96.460556 (longitud oeste) y N 15.788056 (latitud norte). Se encuentra a una altura media de 180 msnm. Al norte colinda con los municipios de Candelaria Loxicha, Pluma Hidalgo y San Mateo Piñas; al oeste con el municipio de Santa María Huatulco; y al sur con el Océano Pacífico; al oeste con los municipios de Santa María Tonameca y Santo Domingo de Morelos. El clima es tropical con invierno seco (Aw), con temperatura promedio anual de 26° C; con un rango de precipitación media anual de 1200-1000 mm. Los cuerpos de agua de la localidad pertenecen a afluentes del Río Xonene (Figura 8) (Ricárdez, 2008; INEGI, 2013).

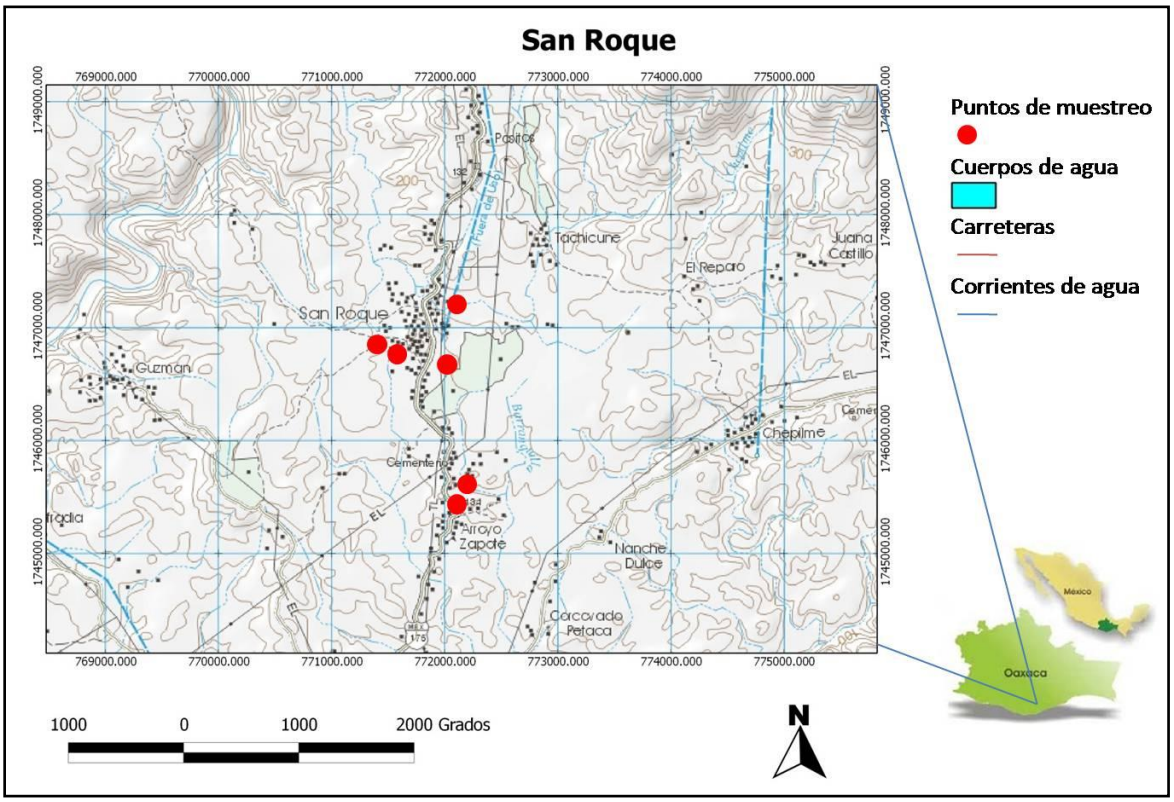

Figura 8. Puntos de muestreo en la localidad de San Roque.

VI. MÉTODOS

6.1Trabajo de campo

6.1.1 Colecta

Se llevó a cabo una temporada de trabajo de campo del 16 agosto al26 noviembre del 2013, periodo en el que se realizaron 39 monitoreos en distintas localidades de la costa de Oaxaca. Los puntos de muestreo se presentaron en las tres comunidades antes descritas: El Aguacate y San Roque en el municipio de San Pedro Pochutla y Escobilla, localizada en el municipio de Santa María Tonameca.

En la comunidad de El Aguacate se llevaron a cabo 13 monitoreos por recorridos y búsqueda activa de individuos por medio de encuentros visuales a lo largo del arroyo, con ayuda de 38 habitantes de la comunidad quienes recibieron apoyo económico a través del Programa Federal PROCODES (Programa de Conservación para el Desarrollo Social);se efectuaron por un lapso de tres días en cada mes desde mediados de agosto con horario de 9:00 a 13:00 hrs. y de 15:00 a 19:00 hrs. (ocho horas diarias), se realizaron equipos entre los habitantes de aproximadamente nueve personas para cada horario y para cada día, con un promedio de 18personas participando en cada monitoreo (día).También se usó otro tipo de colecta, el cual consistió en el uso de trampas de desvío con nazas (*fike nets*) en los cuerpos pequeños de agua como charcos temporales en las localidades de San Roque y Escobilla; se utilizó únicamente una trampa durante 14 monitoreos colocada en cuatro sitios de Escobilla y 12 monitoreos en seis sitios de la localidad de San Roque la cual fue alternada en las dos localidades durante los meses de colecta y revisada periódicamente desde las 9:00 hasta las 17:00 horas cada día de muestreo.

En cada sitio se registraron datos de temperatura del agua a través de un termómetro (marca Fluke, modelo 53 II) y se calculó el volumen del cuerpo de agua por medio de mediciones batimétricas y de área. Se tomó el registro de coordenadas de cada organismo colectado por medio de un sistema de geoposición (GPS) marca Magellan (modelo 315). Se evaluó el esfuerzo de colecta para cada localidad, de acuerdo al tipo de muestreo efectuado: Horas-Hombre para la colecta por medio de encuentros visuales en la localidad de El Aguacate y Horas-Trampa para el uso de trampas de desvío con nazas (*fike nets)* en las localidades de San Roque y Escobilla.

6.2 Kinosternon oaxacae

Los estudios demográficos y de historia de vida de *Kinosternon oaxacae* son limitados. Parte de la información que se tiene de ellas ha sido construida a partir de los estudios realizados en sus especies congéneres como *K. integrum, K. herrerai y K. scorpioides.*

Kinosternon oaxacae es una especie endémica de tortuga que habita en la costa de Oaxaca (y posiblemente la zona más al sur este de Guerrero) desde la cuenca baja del Río Papagayo hasta el Istmo de Tehuantepec entre los ríos Colotepec y río Tonameca (15°46'N, 96°28'W) (Iverson, 1986; Carr, 1993). Su límite altitudinal es el de los 0 a los 800 msnm (Legler y Vogt, 2013). Su hábitat es dulceacuícola y terrestre (Van Dijk y Canseco, 2007), habita en aguas quietas y turbias, incluyendo charcas estacionales, estanques permanentes, terrenos pantanosos y fangosos, pero generalmente los organismos son localizados en ríos, corrientes perennes e intermitentes y otros cuerpos de agua de bajo volumen (Berry y Iverson, 1980; Iverson, 1986). Esta especie es conocida por sólo 44 especímenes y 15 localidades (Iverson, 1986).

K. oaxacae es miembro del complejo *scorpioides (*juntocon *K*. *integrum),* pero difiere de estas dos especies por su plastrón reducido, caparazón estrecho y sus escudos axilares e inguinales en contacto (Berry y Iverson, 1980). *K. oaxacae* se distingue de *K. integrum,* de la cual es muy parecida, por la presencia de una depresión grande en el carapacho, un plastrón relativamente pequeño (más pequeño en machos que en hembras), el cual no cierra completamente la abertura ventral del caparazón, el lóbulo anterior y posterior del plastrón pueden moverse libremente, el lóbulo posterior del plastrón con una muesca anal distintiva más marcada en machos que en hembras, porción larga del plastrón fija, escudos axilares e inguinales en contacto (Berry y Iverson, 1980). *K. oaxacae* no es simpátrico en cualquier lugar con sus congéneres, además de que se encuentra en la base del Río Verde, la porción superior que es habitada por *Kinosternon integrum* (Figura 9) *(*Iverson, 1986*).*

Kinosternon oaxacae presenta un carapacho tricarinado y deprimido, el plastrón es relativamente pequeño y no cierra por completo la concha en el lóbulo posterior. Lo órganos estriduladores están ausentes en los dos sexos, la púa o uña en la cola está presente en ambos sexos, aunque está más desarrollada en los machos. Tiene cuando menos dos o más pares de barbelas gulares, además de dos pares extra en la región de la garganta (Legler y Vogt, 2013).

Iverson (1986) reportó que colectaron 20 tortugas de la especie *K. oaxacae* (más una atrapada manualmente) en sólo 6 horas de trampeo (3.67/trampa x hora) en aguas turbias y estrechas (menos de 50 cm). Aparentemente la actividad de *K. oaxacae* es estacional. Durante la estación de lluvias (Junio a Octubre), la actividad (especialmente terrestre) incrementa debido a la búsqueda de pareja y al aumento de los recursos. Se sabe que *K. oaxacae* estiva durante condiciones climáticas fuertes como lo hacen otras especies del grupo scorpioides como *K. integrum y K. scorpiodes* en el sur de México (Iverson, 1986). La especie se alimenta de manera oportunista; la dieta que ha sido registrada está dominada por plantas, pero también pueden alimentarse de animales como escarabajos, crustáceos, renacuajos y peces (Iverson, 1986).

El tamaño máximo de *K. oaxacae* es de 175 mm en machos y 157 mm LC (largo del caparazón) en hembras. Los machos llegan a la madurez entre los 113 y 125 mm de largo de caparazón, y a una edad entre los 7 y 10 años, mientras que la madurez de las hembras se encuentra entre los 115 mm de LC y los 8 y 9 años de edad (Iverson, 1986). La vitelogénesis comienza al final de la estación seca (entre abril y mayo) y continúa hasta la estación lluviosa en junio y julio. La ovulación y el apareamiento ocurren en junio y julio. La anidación inicia a mediados de julio y el tamaño estimado de nidada está entre dos y cinco huevos (Legler y Vogt, 2013). Iverson (1986) sugirió que el potencial reproductor de esta especie es de dos nidadas al año de dos a seis huevos.

En relación a la conservación y protección de la especie en general, las tortugas están protegidas de la explotación en la Legislación Mexicana para la Vida Silvestre y Recursos Naturales. Toda la base biológica y el estado de información necesita ser colectada para esta especie (Van Dijk y Canseco, 2007; IUCN, 2013).

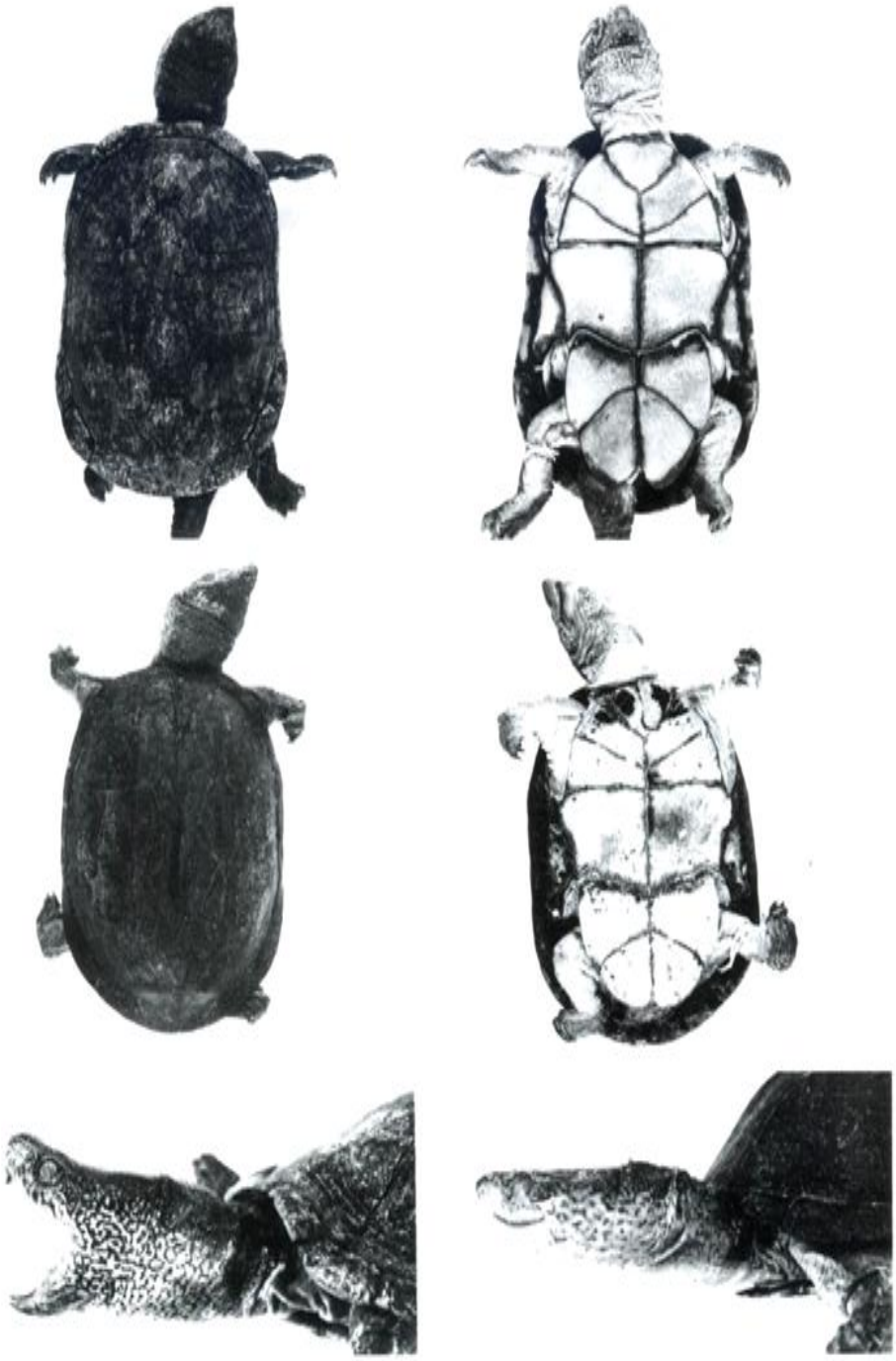

Figura 9. Vistas dorsal, ventral y lateral de la cabeza de *Kinosternon oaxacae*. Arriba: holotipo de macho adulto, LC 159 mm; centro: alotipo de hembra adulto, LC 130 mm; abajo: macho-izquierda, hembra-derecha. Colectadas a 12 km. al norte de Pochutla, Oaxaca (tomada de Berry, 1978).

6.3 Trabajo de laboratorio

6.3.1 Morfología y marcaje

Los organismos capturados fueron trasladados a las instalaciones de sanidad del Centro Mexicano de la Tortuga en la localidad de Mazunte. Ahí se les tomaron las medidas morfológicas típicas (Zenteno, 1999) y los datos básicos como: sexo, peso (g), longitud y ancho del carapacho (mm), longitud y ancho del plastrón (mm), altura, longitud del puente superior y posterior, longitud del abdomen, longitud de los 1°, 3° escudos del caparazón y ancho superior y posterior del 1° escudo; así como ancho del 4° escudo. Los datos morfológicos se obtuvieron con ayuda de un vernier (marca Truper modelo MT712-01 de 6”-150 mm) y una balanza granataria de tres barras (mecánica de triple brazo 750-SO, marca Ohaus, Junior TJ611). Cada organismo capturado fue marcado y se tomó un registro fotográfico.

El sexo de los organismos adultos se determinó por los caracteres sexuales secundarios típicos de este género de tortugas (Smith y Smith, 1979), los cuales incluyen una cola visiblemente larga y abultada en los machos, la presencia de una escama cónica (uña o púa) en la punta de la cola de los machos y una concavidad pronunciada en el plastrón de los machos (Figura 10) (Carr, 1952; Ernst et al., 1994). En el caso de los organismos jóvenes, en donde no fue posible determinar el sexo, se categorizaron como inmaduros.

Figura 10. Determinación del sexo por características sexuales secundarias (izq. Hembra, der. Macho). Foto: Alma Vázquez.

Los organismos capturados fueron marcados con muescas pequeñas en los escudos marginales del carapacho (*Shell notching*) (Cagle, 1939); la cual consiste en una marca de clave única donde se numeran a las escamas marginales desde las anteriores hacia las posteriores de cada lado del caparazón. Esta técnica permite marcar un gran número de organismos, facilitando identificarlos en recapturas sucesivas (Figura 11.) (González, 2010, Aguirre-León, 2011).

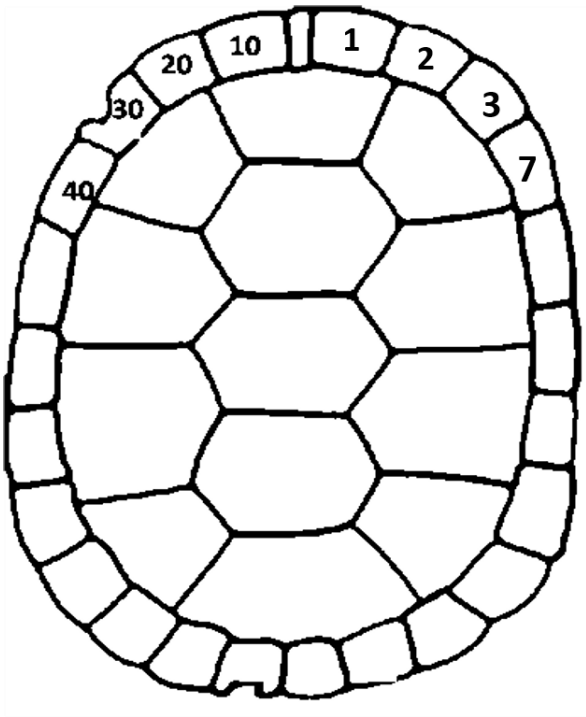

Figura 11. Marcaje mediante muescas en el caparazón bajo el sistema Cagle, 1939 (Tomado de González, 2010).

Para obtener los datos reproductores básicos como tamaño de la nidada y las características del huevo (largo, ancho y peso) se utilizó una técnica no invasiva, la cual consistió en una inyección subcutánea a las hembras con una dosis de oxitocina de 1.5 ml/1000g de peso. Las hembras adultas fueron evaluadas antes de la inyección, la evaluación consistió en palpar la pelvis de los organismos, si los huevos se encontraban en la pelvis y éstos estaban lo suficientemente firmes, entonces se procedía con la inyección subcutánea en el área superior y lateral de la base de la cola. La oxitocina provoca contracciones en el oviducto, lo cual estimula la oviposición (Carr et. al., 2008). Las hembras inyectadas fueron colocadas en tinas de fibra de vidrio de aproximadamente 60 x 150 cm x 45 cm de alto, las cuales fueron divididas en tres compartimentos para colocar a los

organismos de manera individual con una cama de arena en el fondo de aproximadamente 2 cm de alto, de manera que les permitiera colocar los huevos. Una vez que las hembras ovipositaron se tomaron datos morfológicos de los huevos (longitud, ancho y peso) con ayuda de un calibrador marca TRUPER modelo MT712-01 de 6”-150 mm (0.02 mm)y una balanza granataria mecánica de triple brazo 750 SO (marca Ohaus Junior TJ611), señalando en cada huevo la fecha y el número de la madre que le correspondía. Es importante mencionar que el tamaño de la nidada obtenido por la inyección de oxitocina es sólo una aproximación, ya que al no tener imágenes de Rayos X o de ultrasonido no se contó con la certeza de que el número de huevos depositados sea el mismo que número contenido en el oviducto (Carr et. al., 2008).

Adicionalmente, se colectaron muestras de tejido interdigital con el fin de generar una colección de DNA y trabajos posteriores para la especie en la zona de estudio. Todos los organismos capturados fueron reintegrados a su ambiente natural y localidad de procedencia después de que se obtuvieron los datos. Ningún organismo murió durante los procedimientos de colecta, marcaje y extracción de huevos.

6.4 Análisis de datos

6.4.1 Captura/Morfología

Se obtuvo un resumen estadístico de las variables que fueron registradas durante las medidas morfológicas de los organismos incluyendo medidas de tendencia central, variabilidad, máximos y mínimos en cada localidad. Los datos morfológicos para los caracteres largo del caparazón (LC) y peso de cada población, y entre machos y hembras fueron comparados mediante una ANOVA (Zar, 1999) entre las localidades, a través de una prueba de diferencia significativa Honesta de Tukey (Zar, 1999) se obtuvo la identificación de las localidades que fueron significativamente distintas unas de otras.

6.4.2 Tamaño de la población

Para determinar el tamaño poblacional por localidad se utilizó un método de captura y recaptura, para este caso específico con pocos eventos de muestreo se utilizó el método de Schumacher-Eschmeyer (utilizando Microsoft Excel 2013)(Lemos-Espinal et al, 2005; Begon, 1989), la cual es una técnica de estimación utilizada para pocas recapturas, sobre todo cuando los desvíos de la aleatoriedad a causa del tipo de muestreo son probables.

$$N = \sum_{d=1}^{n} \frac{C_d {M_d}^2}{R_d M_d}$$

Donde:

N es la población estimada en número; C_d es el número total de capturas durante el día. $C_d = U_d + R_d$ y U_d es el número de organismos nuevos capturados (no marcados); R_d es el número de recapturas durante el muestreo (organismos marcados); M_d es el número de organismos marcados disponibles para comenzar la recaptura del muestreo *d; d* número de la muestra (día) que va desde el primer muestreo al último (Ricker, 1975).

No se utilizó otro método más robusto como el de Jolly-Seber, ya que los datos corresponden a un periodo limitado de colecta, además de que en una localidad se registraron pocas recapturas y este modelo funciona mejor cuando se tiene un número considerable de recapturas, además considera a las poblaciones como abiertas. Se observaron las diferencias calculadas entre localidades, debido a que éstas están lo suficientemente alejadas para considerarlas poblaciones distintas, además los cuerpos de agua donde habitan no tienen ninguna conexión.

6.4.3 Abundancia de la especie en cada zona

La abundancia relativa de cada población se calculó a través del número de tortugas colectadas en cada zona. Se obtuvo el cálculo de organismos por mes y éste fue relacionado con la temperatura del agua y la precipitación en cada localidad únicamente en los meses de muestreo por medio de una regresión lineal con ayuda del programa estadístico Statgraphics. Los datos de precipitación promedio fueron proporcionados por CONAGUA (2013) desde 1960 a 2009 durante todos los meses para las estaciones correspondientes a nuestras localidades de estudio. Para determinar si existen diferencias de abundancia entre los sitios se realizó una ANOVA simple a través del programa Statgraphics.

6.4.4 Estructura de la población

Para determinar la estructura de la población se agruparon los datos morfológicos de los organismos colectados por clases de talla de acuerdo a la longitud del carapacho y se realizaron cuatro intervalos de tamaño de clase para su análisis (Cuadro 1); teniendo en cuenta las tallas mínimas y máximas registradas. Se obtuvo el porcentaje de adultos viejos,

adultos, juveniles y crías durante cada mes de muestreo. La comparación entre sitios de las clases de edad, se realizó a través de una ANOVA con ayuda del programa estadístico Statgraphics.

Cuadro 1. Clases de talla utilizadas para determinar la estructura de la población de *K. oaxacae* en las tres localidades de muestreo (Macip-Ríos et al., 2009).

Estructura de la población (Edad)	Intervalos de tamaño de clase (mm) LC
Crías	<30 mm
Juveniles o inmaduros	30-90 mm
Adultos	>90 mm
Adultos viejos	>170 mm

6.4.5 Proporción de sexos

La proporción de sexos se obtuvo a través del conteo de los individuos adultos con caracteres sexuales secundarios evidentes. Esta proporción está expresada como el número de hembras por cada macho de la población (hembras: machos).Adicionalmente, se realizó una prueba de Chi cuadrada (x^2)(Krebs, 1996; Zar, 1999) en cada una de las localidades para una proporción de sexos esperada de 1:1.

$$x^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

O_i es la frecuencia absoluta observada o empírica de las categorías *i*; E_i es la frecuencia esperada de las categorías *i.*

6.4.6 Densidad poblacional

La determinación de la densidad de la población en cada localidad se efectuó mediante el número de organismos encontrados bajo un área determinada, tomando como unidad de muestreo el área de cada cuerpo de agua donde se encontraron tortugas durante el tiempo de muestreo.

6.4.7 Reproducción

El esfuerzo reproductivo se estimó a través de la fórmula de la masa relativa de la nidada modificada por Cuéllar (1984):

$$Masa\ relativa\ de\ la\ nidada = \frac{Peso\ de\ la\ nidada}{Peso\ de\ la\ hembra - peso\ de\ la\ nidada}$$

Se llevaron a cabo análisis de correlación para probar relaciones entre el tamaño del cuerpo de la madre y rasgos de historia de vida como el tamaño de los huevos, el número de huevos, el esfuerzo reproductivo y la masa de la nidada (Zar, 1999). Este tipo de pruebas ha sido ampliamente usado en estudios de este tipo (Ryan y Lindeman, 2007) y con kinostérnidos en general (Iverson, 1991; Frazer, 1991; Macip-Ríos et al., 2009). Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo con el paquete JMP 5.0.1 (SAS Institute, 2002) y Statgraphics 17.1 con un α = 0.05.

6.4.8 Estado de conservación

Para determinar el estado de conservación de *Kinosternon oaxacae* se eligieron tres localidades dentro de la distribución de la especie que fueron muestreadas en la costa de Oaxaca para el presente estudio, se realizó un diagnóstico de la población de cada zona, determinando cómo se han comportado de acuerdo con su estructura poblacional, densidad poblacional, abundancia y proporción sexual por medio de un estudio ambispectivo comparando los datos de las evaluaciones realizadas en los sitios de muestreo en este estudio y los datos históricos obtenidos en estudios realizados con la especie (de 1997 a 2010)por Martha Harfush en el Centro Mexicano de la Tortuga, cuyos datos no han sido publicados; cabe mencionar que la metodología utilizada en sus estudios fue variada y no sistematizada, utilizando desde trampas con cebos, captura directa, apoyo por parte de los habitantes de las localidades, etc., la información obtenida es sobre abundancia, tamaño de crías y tamaño de huevos, por lo que esta comparación se realizó únicamente con los datos disponibles. De las Áreas Naturales Protegidas que se encuentran en la zona costera del Estado de Oaxaca únicamente el Santuario de la Escobilla abarca a la localidad de Escobilla, por lo que la conservación de las especies en las localidades se evaluó también a través de los datos demográficos obtenidos y de la información obtenida de los pobladores.

VII. RESULTADOS

7.1 *Colecta/Morfología*

Durante los meses de agosto a noviembre de 2013, en las tres localidades se capturaron un total de 273 tortugas. Sólo se recapturaron 36 de ellas, lo que corresponde al 13.18% del total de las capturas generales. De éstas, 231 fueron marcadas por sus características externas, las cuales permitieron hacer muescas en el carapacho y fueron sexadas de acuerdo a sus características sexuales secundarias. En total se colectaron un total de 72 machos y 160 hembras; con una proporción de sexo sesgada hacia alas hembras: 1:2.2, $x^{2=}$ 33.379,p= 7.58264E-09, gl=1.

Las capturas por medio de encuentros visuales y colecta manual se realizaron únicamente en la localidad de El Aguacate, con el mayor éxito de captura el día 6 de septiembre de 2013, con un total de 10 tortugas capturadas entre las 8:00 y las 13:00 horas. Los organismos colectados mediante *fike nets* se encontraron en cuerpos de agua con una temperatura promedio de 29.53° C, entre las 9:00 y 18:30 horas. El día de mayor captura fue 20 de noviembre en la comunidad de San Roque, en donde se colectaron 38tortugas.El cuadro 2 muestra el resumen estadístico para cada una de las variables morfológicas seleccionadas para las tres localidades.

Cuadro 2. Medidas corporales de los organismos de *K. oaxacae* capturados en las tres localidades de estudio durante el tiempo de muestreo. D. E. = desviación estándar, Máx= Máximo, Min=mínimo.

Localidad:	**El Aguacate**				**San Roque**				**Escobilla**			
	n=52				**n=155**				**n=47**			
Característica	**Media**	**D. E.**	**Máx**	**Min**	**Media**	**D.E.**	**Máx**	**Min**	**Media**	**D.E.**	**Máx**	**Min**
Largo caparazón	**112.79**	34.16	**172**	41	**116.24**	19.79	**204.7**	51.8	**120.636**	37.3	**176**	49.4
Ancho caparazón	**76.75**	18.84	**127**	32	**77.976**	10.6	**115.6**	38.6	**80.634**	21	**106.9**	39.3
Largo plastrón	**97.98**	29.50	**146**	33.2	**102.79**	18.77	**161.9**	42.9	**104.628**	33.3	**159**	39.8
Ancho plastrón	**57.09**	13.47	**76.4**	24.7	**59.266**	8.404	**89.4**	28.8	**60.4255**	15.4	**81.6**	29
Altura	**38.78**	10.42	**54.7**	14.3	**41.366**	8.031	**81.8**	17.8	**47.4025**	10.6	**63.6**	23
Peso	**219.80**	137.48	**499.2**	14.4	**215.71**	93.07	**558.5**	22.3	**287.524**	178	**635**	21.7

Los individuos de *K. oaxacae* presentan diferencias en los caracteres tomados en la morfología en cada una de las localidades. El promedio del largo del carapacho en la comunidad de El Aguacate fue de 112.79 (±34.16) mm, mientras que en San Roque el

promedio fue igual a 116.24 (±19.79) mm; y 120.636(±37.3) mm el promedio en la localidad de Escobilla. Los valores máximos y mínimos de los caracteres tomados en el largo del carapacho fueron distintos en las tres localidades de muestreo. El largo del carapacho en El Aguacate presentó un valor máximo de 172 mm y un valor mínimo de 41 mm, mientras que en la comunidad de San Roque presentó un valor máximo de 204.7 mm y un valor mínimo de 51.8 mm; finalmente, en Escobilla se presentó un valor máximo de 176 mm y un valor mínimo de 49.4 mm, lo cual es similar a los datos obtenidos en El Aguacate.

La longitud del carapacho entre localidades se analizó mediante una ANOVA de una sola vía, con un resultado significativo (F=16.46, gl= 2, p=1.585E-07) (Cuadro 3). La prueba de diferencia significativa Honesta de Tukey fue aplicada para determinar las localidades en las que las medias en el largo del carpacho son significativamente distintas. Las diferencias estimadas entre cada par de medias entre El Aguacate – Escobilla (p= 2.181E-05) y El Aguacate – San Roque (p= 4.486E-05) son estadísticamente significativas siendo Escobilla y San Roque entre sí (0.526). El gráfico de cajas y bigotes muestra la longitud promedio del largo del caparazón y los intervalos de tolerancia de la variable, así como la longitud máxima y mínima en cada una de las localidades con un 95% de confianza (Figura 12).

Cuadro 3. Tabla de ANOVA para longitud del carapacho en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

	SC	***GL***	***CM***	***F***	***P***
Localidades	32996.4	2	16498.2	16.46	1.59E-07
Longitud del carapacho	316743	316	1002.35		
Total	349739	318			
Omega^2	0.08836				

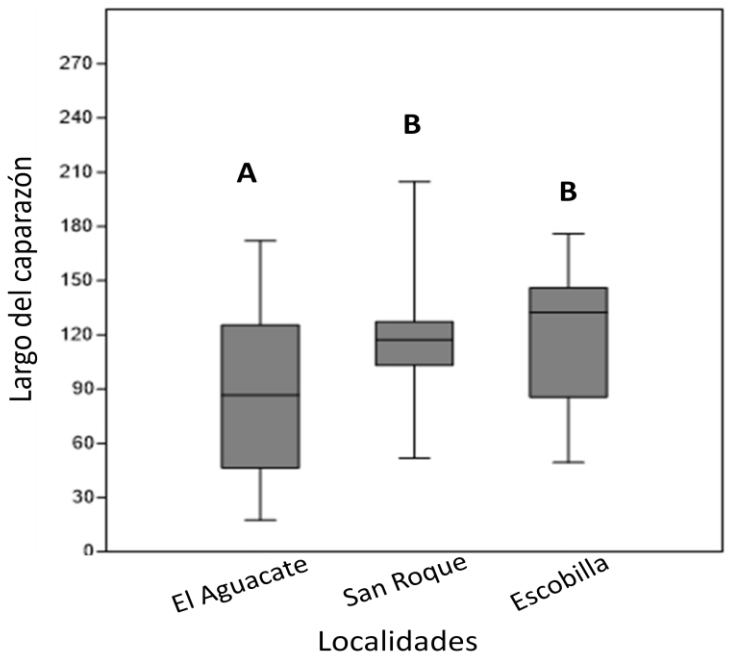

Figura 12. Gráfico de barras y bigotes de largo de caparazón en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. Las letras en negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

Por otro lado, los valores máximos y mínimos en el ancho del carapacho de los machos se presentan de la siguiente manera: 127 y 32 mm en el Aguacate; 115.6 y 38.6 mm en San Roque y 106.9 y 39.3 mm para la comunidad de Escobilla. Como se puede observar, las unidades de diferencia entre las localidades son altas para los valores máximos, sin embargo, los valores mínimos en las tres comunidades de muestreo, son similares.

El peso promedio de los organismos colectados en la localidad de El Aguacate fue de 219.80± 137.48gr, 215.71±93.07 gr en San Roque y 287.524 ± 178 gr en la localidad de Escobilla. Las masa corporal de los organismos capturados en cada una de las localidades del área de estudio presentó valores máximos y mínimos distintos en cada localidad; obteniendo así 449.2 y 14.4 gr para El Aguacate; 558.5 y 22.3 gr para San Roque y 607 y 21.7 gr para la localidad de Escobilla. La prueba ANOVA de una sola vía mostró que existen diferencias significativas entre localidades (F=14.67, gl= 2, p=8.288E-07) (Cuadro 4). La prueba de diferencia significativa Honesta de Tukey muestra diferencias significativas estimadas entre El Aguacate – Escobilla (p= 2.175E-05) y Escobilla – San Roque (p= 0.0003831), mientras que las localidades de El Aguacate y San Roque no mostraron

diferencias significativas entre sí (p= 0.05205). El gráfico de cajas y bigotes muestra la longitud promedio del peso de los organismos y los intervalos de tolerancia de la variable, así como el peso máximo y mínimo en cada una de las localidades con un 95% de confianza (Figura 13).

Cuadro 4. Tabla de ANOVA para el peso de los organismos en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

	SC	***GL***	***CM***	***F***	***P***
Localidades	473696	2	236848	14.69	8.18E-07
Peso	4.89E-06	303	16128.4		
Total	5.36E-06	305			
Omega²	0.821				

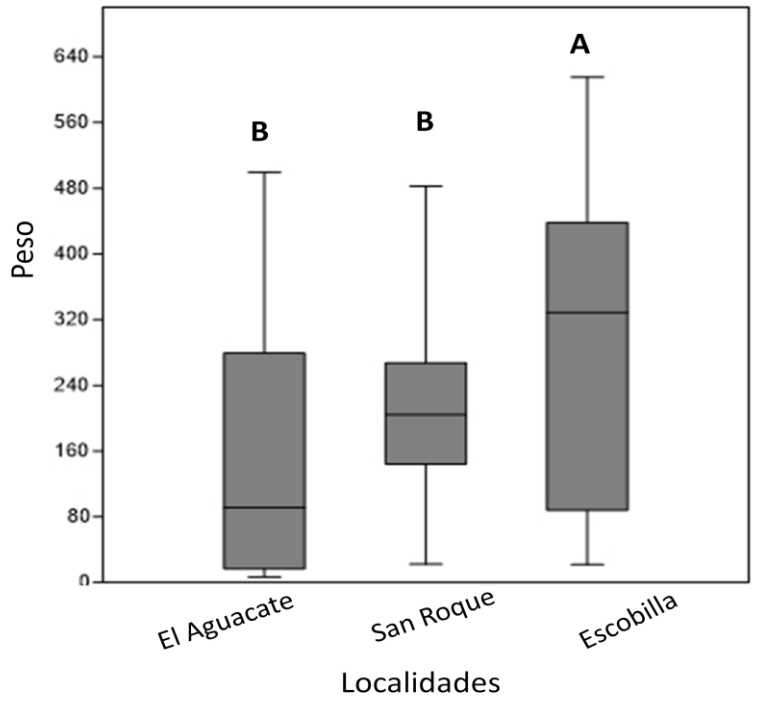

Figura 13. Gráfico de barras y bigotes del peso de las tortugas en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. Las letras en negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

La longitud media del carapacho en los machos de las localidades de muestreo se presentó de la siguiente manera: 138.636 (±21.629) mm para El Aguacate, 129.516 (±20.038) mm para San Roque y 138.915 (±15.206) mm para Escobilla. El ancho del carapacho promedio en las localidades fue de86.527 (±9.657) mm para El Aguacate, 82.493 (±9.826) mm para San Roque y 88.584 (±6.779) mm para Escobilla. Las poblaciones muestreadas presentaron un peso distinto entre los machos que fueron capturados; los datos promedio del peso son 327.118 (±118.939) gr; 249.37 (±99.073) gr y 333.969 (±110.875) gr para las localidades de El Aguacate, San Roque y Escobilla respectivamente.

La longitud media del carapacho en las hembras de las localidades muestreadas se presentó de la siguiente manera: 124.342 (±13.755) mm para El Aguacate, 117.589 (±11.565) mm para San Roque y 134.81 (±18.184) mm para Escobilla. El ancho del carapacho promedio en las localidades fue de 85.816 (±11.64) mm para El Aguacate, 79.7811 (±7.051) mm para San Roque y 91.1 (±10.701) mm para Escobilla. Las poblaciones muestreadas presentaron una masa corporal distinta entre las hembras que fueron capturadas; los datos promedio de la masa corporal son 262.78 (±82.308) gr; 225.39 (±72.368) gr y 375.704 (±130.658) gr para las localidades de El Aguacate, San Roque y Escobilla respectivamente.

La prueba de ANOVA simple para mostrar diferencias entre machos y hembras de las tres localidades indicó que existen diferencias significativas en el largo de caparazón entre machos y hembras (F=24.45, gl=1, p=1.369E-06) (Cuadro 5). La prueba de Diferencia Significativa Honesta de Tukey muestra que las diferencias significativas se presentan entre machos y hembras de El Aguacate (p= 0.03819), machos de San Roque y hembras de El Aguacate (p=0.005842), machos de Escobilla y hembras de El Aguacate (p=2.379E-05), machos de Escobilla y hembras de San Roque (p=0.001296) y hembras de El Aguacate y Escobilla (p=0.002612). El gráfico de cajas y bigotes muestra la longitud promedio del largo del caparazón de machos y hembras en las localidades y los intervalos de tolerancia de la variable, así como la longitud máxima y mínima en cada una de las localidades con un 95% de confianza (Figura 14).

Cuadro 5. Tabla de ANOVA para machos y hembras en las localidades de muestreo. SC= Suma de Cuadrados, GL=grados de libertad, CM=Cuadrados medios, F= valor de F, P=valor de P.

	SC	***GL***	***CM***	***F***	***P***
Sexo	1.22E-04	1	1.22E-04	24.45	1.369E-06
Localidades	9761	2	4881	9.815	7.775E-05
Interacción	490.2	2	245.1	0.4928	0.6115
Dentro de grupos	1.29E-05	260	497.3		
Total	1.50E-05	265			

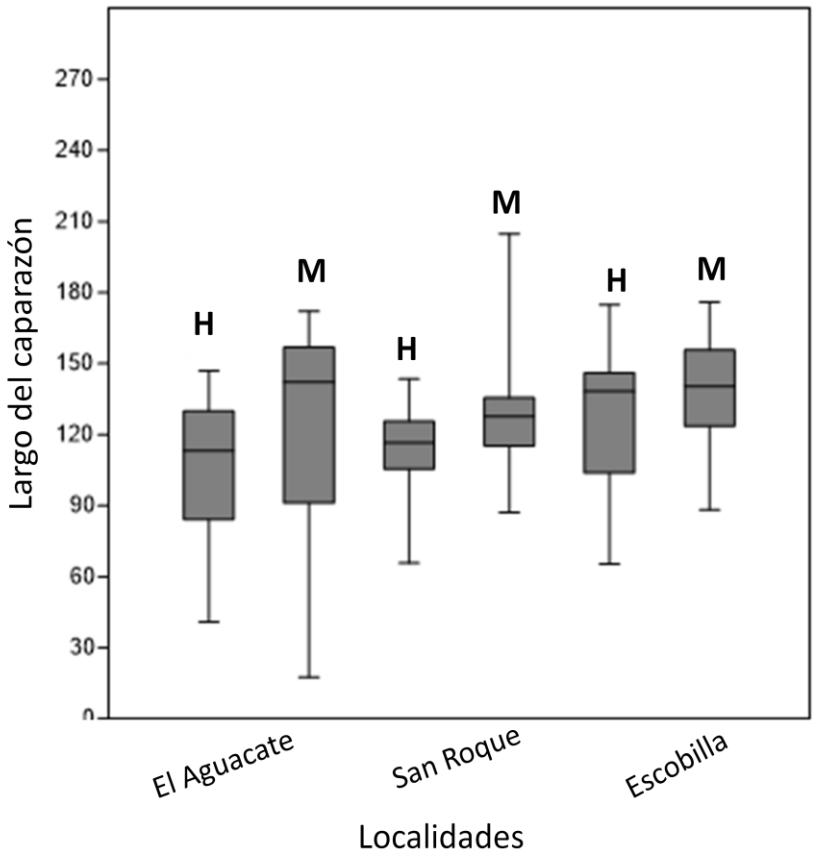

Figura 14. Gráfico de barras y bigotes del largo del carapacho de machos y hembras en las localidades de muestreo. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican valores máximos y mínimos en la muestra. H= Hembras; M= Machos. Las letras en negritas muestran diferencias entre localidades: A=Diferencias significativas entre las localidades; B=Sitios similares entre sí.

La localidad de El Aguacate fue la única en donde se obtuvieron organismos con una longitud del carapacho menor a los 30mm, medida que es considerada como criterio para identificar a las crías en nuestro estudio. La muestra total de crías en la localidad de fue de19, con una longitud promedio del caparazón igual a 28.27 (±4.56) mm, con valores máximos y mínimos de 29.5 y 23.8 mm respectivamente. Para la variable ancho del carapacho, el promedio fue de 22.5 (±4.382) mm, con un valor máximo de 25.8 y mínimo de 17.6 mm. La longitud media del plastrón en esta muestra fue igual a 22.721 (±3.719) mm. y valores de 24.7 mm máximo y 20.8 mm mínimo. El ancho del plastrón en esta muestra se obtuvo un promedio de 16.4 (±5.414) mm, mientras que el valor máximo registrado fue de 18.8 mm y el mínimo de 13.4 mm. El promedio calculado de la variable peso de las crías fue de 5.07 (±2.491) gr y valores máximos y mínimos de 7.3 y 3.1 gr respectivamente. Las medidas corporales y el peso de las crías (LC <30mm), encontradas en la localidad de El Aguacate, se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Medidas corporales (mm) y peso (g) de crías de *K. oaxacae* de la localidad de El Aguacate.

El Aguacate

Intervalo: <30 mm			**Núm.**	19
Característica	**Media**	**D. E.**	**Máximo**	**Mínimo**
Largo del caparazón	**28.27**	**4.566**	29.5	23.8
Ancho del caparazón	22.5	4.382	25.8	17.6
Largo del plastrón	22.72	3.719	24.7	20.8
Ancho del plastrón	16.4	5.414	18.8	13.4
Peso	**5.07**	**2.491**	7.3	3.1

7.2 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se calculó dependiendo del tipo de método colecta utilizado, el número de muestreos fue similar en las localidades: 14 muestreos en Escobilla, 12 en San Roque y 13 en El Aguacate; el número de sitios de colecta en cada localidad fue distinto en las tres localidades, esto dependió del tipo de hábitat, la naturaleza de los cuerpos de agua y las condiciones del terreno, se muestrearon diez sitios en El Aguacate, seis en San Roque y tres en Escobilla. El esfuerzo de colecta en El Aguacate por horas x hombre x veces de colecta fue igual a 2184 horas-hombre, mientras que en las localidades de San Roque y Escobilla el esfuerzo de colecta fue igual a 276 y 336 horas-trampa, respectivamente (horas

x trampa x días).Con base a estos monitoreos, se obtuvieron 71 tortugas en la localidad del Aguacate, con 8 recapturas; 155 organismos en la localidad de San Roque, con 28 recapturas y finalmente en la localidad de Escobilla se obtuvo un total de 47 tortugas sin ninguna recaptura durante todo el tiempo de muestreo.

7.3 Tamaño de la población

El tamaño estimado de la población en las localidades se realizó mediante el método de Schumacher-Eschmeyer (Lemos-Espinal et al, 2005; Begon, 1989).No se calculó el tamaño de la población en la localidad de Escobilla debido a que no se obtuvo ninguna recaptura. Sólo se presentan datos para las localidades de El Aguacate y San Roque (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tamaño de la población de *K. oaxacae* durante el tiempo de muestreo en las localidades de la Costa de Oaxaca mediante el método de Schumacher-Eschmeyer. *No se calculó el tamaño de la población pues no se obtuvieron recapturas.

	Población estimada	Varianza	Error Estándar	N	Recapturas
San Roque	402.425	0.76	123.59	209	28
El Aguacate	272.080	0.18	73.7	52	8
Escobilla*	-	-	-	47	0

En el cuadro 5se observa que el tamaño de la población calculada en cada una de las localidades tiene un intervalo amplio respecto a las otras poblaciones, observándose un mayor número de organismos capturados en la localidad de San Roque, con una población calculada de 402.425, con un error estándar de 123.59 y 28 organismos recapturados durante el tiempo de muestreo, una población calculada igual a 272.080 para la localidad de El Aguacate, con un error estándar de 73.7 y ocho recapturas, mientras que para la localidad de Escobilla se registró un total de 47 organismos, sin ninguna recaptura durante el tiempo de monitoreos, por lo que no se pudo calcular el tamaño de la población.

7. 4 Abundancia por localidad

La abundancia de los organismos por localidad fue mayor en San Roque, con un total de 183 individuos capturados a lo largo del tiempo de muestreo, y menor en la localidad de Escobilla con 47 tortugas, sin recaptura alguna, durante los meses de muestreo. En la

localidad de El Aguacate la abundancia fue mayor en el mes de agosto, con una captura de 26 tortugas, y menor en el mes de octubre con un total de 9 organismos, con temperaturas distintas en cada mes (Figura 15). La abundancia por mes fue más alta en el mes de noviembre en la localidad de San Roque con 105 individuos capturados, mientras que el mes con menor abundancia se presentó en septiembre con únicamente 2 individuos capturados con la presencia de distintas temperaturas en cada mes de muestreo (Figura 16). En la localidad de Escobilla la abundancia de los organismos se distribuyó de manera distinta a las localidades anteriores, se encontró una mayor abundancia durante el mes de octubre con un total de 35 tortugas, mientras que para el mes de agosto no se obtuvo ningún registro, seguido del mes de septiembre, donde se localizaron 3 tortugas durante todo el mes de muestreo con temperaturas diferentes (Figura 17).

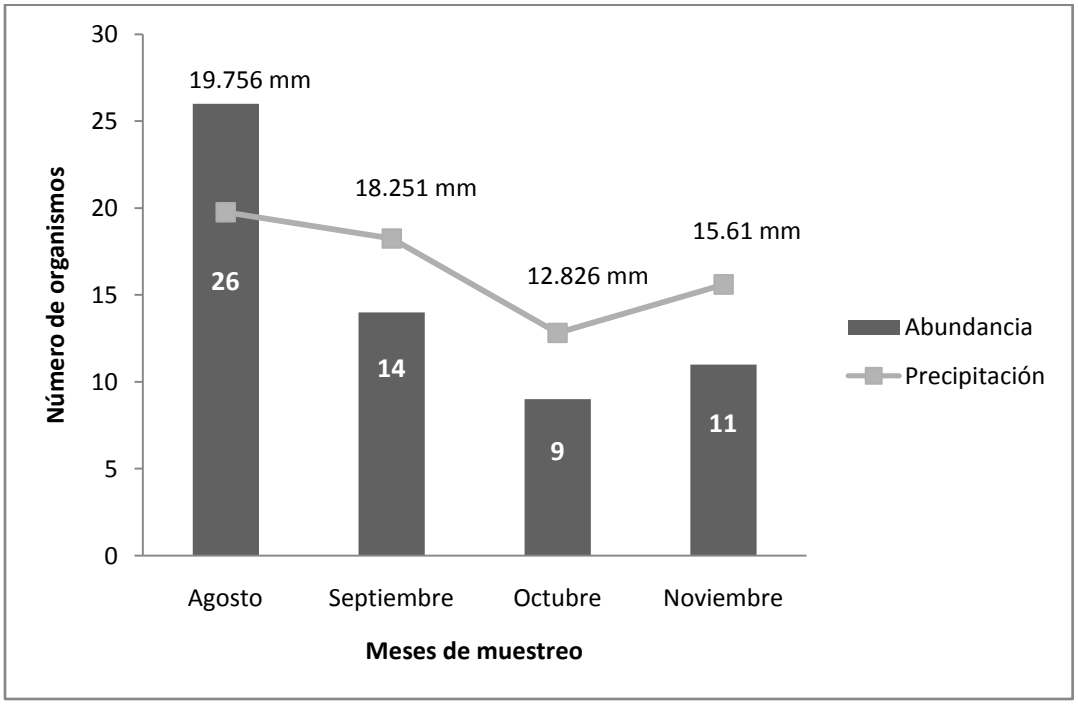

Figura 15. Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate durante el tiempo de muestreo.

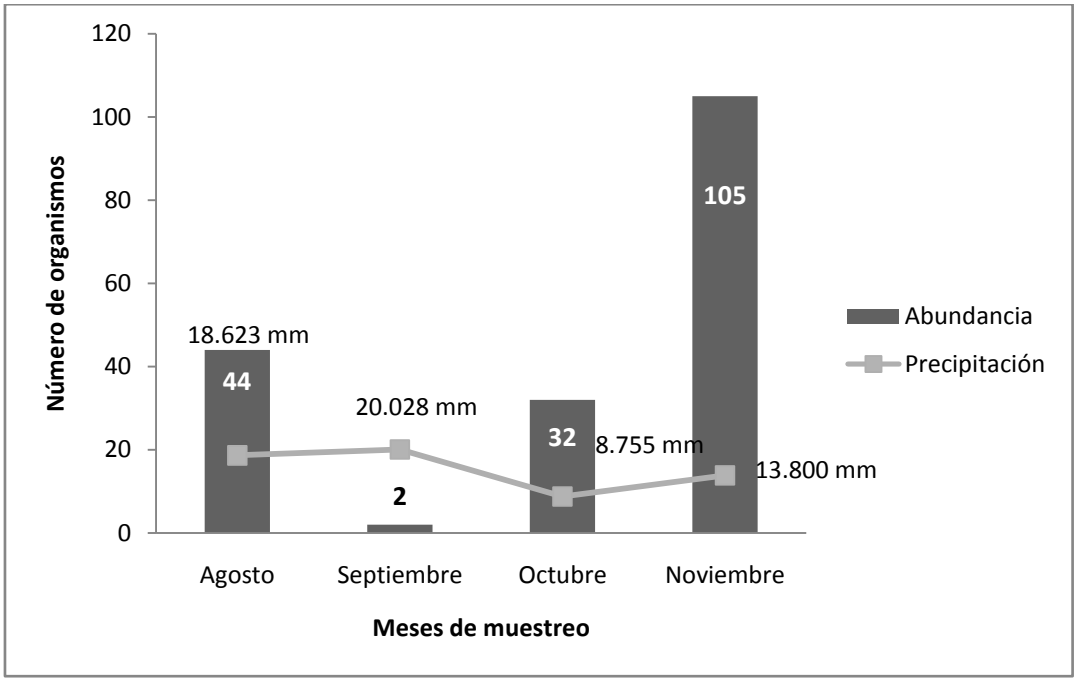

Figura 16. Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de San Roque durante el tiempo de muestreo.

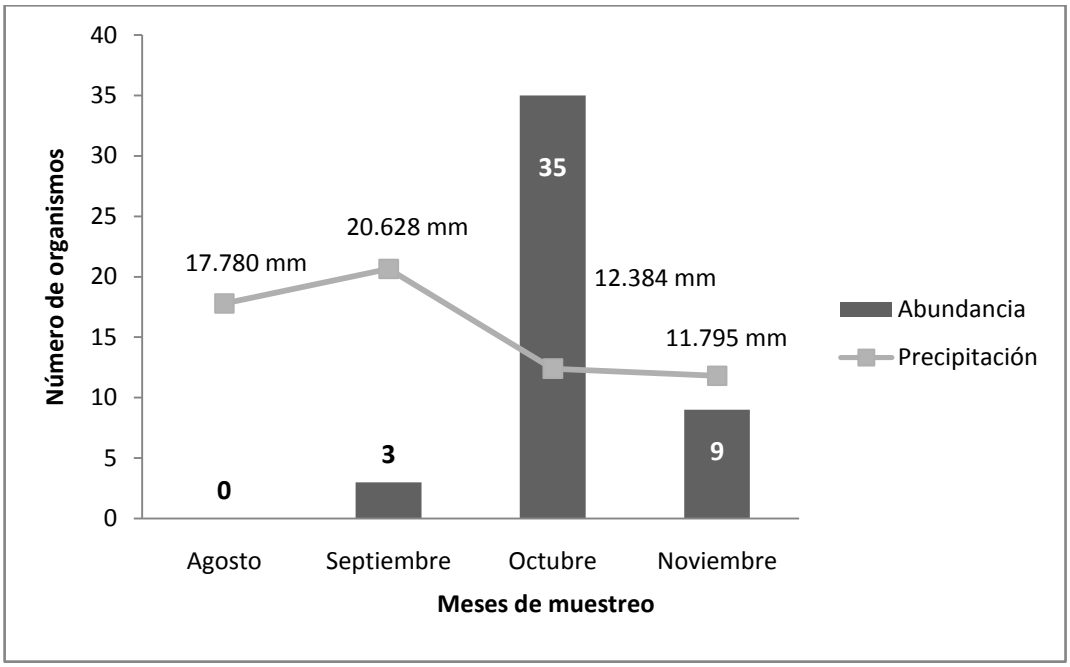

Figura 17. Abundancia de *K. oaxacae* en la localidad de Escobilla durante los cuatro meses de muestreo.

La abundancia de *K. oaxacae* durante el tiempo de muestreo se presentó de la siguiente manera: en el mes de agosto la localidad con mayor número de organismos capturados fue San Roque, con un total de 44 tortugas, mientras que en la localidad de Escobilla no se obtuvo la captura de ningún organismo. Para el mes de septiembre, se

obtuvo una menor abundancia en las tres localidades, encontrando tres organismos en Escobilla, dos en San Roque y 14 en El Aguacate; contrario a estos resultados, durante el mes de octubre la captura de *K. oaxacae* fue mayor que el mes anterior para las localidades de Escobilla y San Roque, con 35 y 32 tortugas respectivamente, contrastando con la comunidad de El Aguacate, donde la abundancia fue de 9 organismos, menor que en el mes anterior. La abundancia para el mes de noviembre aumentó en la localidad de San Roque, con la captura de 105 individuos de la especie, mientras que en la localidad de El Aguacate y Escobilla únicamente se capturaron 9 y 11 organismos de forma respectiva durante el mes. Los datos de abundancia en cada localidad durante los meses de muestreo se observan en la figura 18.

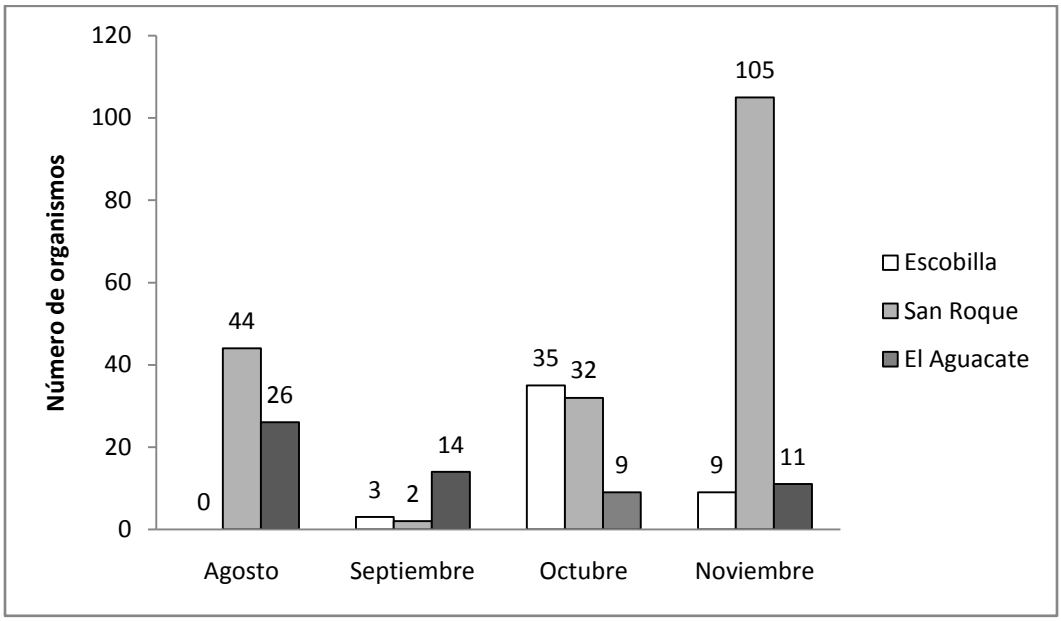

Figura 18. Abundancia de *K. oaxacae* en las localidades de estudio durante los cuatro meses de muestreo.

La abundancia de las localidades de San Roque y Escobilla no presentó relación alguna con la precipitación durante los meses de muestreo (R=0.65, R^2=0.43, p=0.34) y (R=-0.65, R^2=0.428, p=0.345) respectivamente, en la localidad de El Aguacate sí hubo relación entre la abundancia y la precipitación (R=0.85, R^2=0.733, p=0.143) (Figura 19); la temperatura del agua no mostró relación alguna con la abundancia en ninguna de las localidades: El Aguacate (R=-0.59, R^2=0.350, p=0.408) (Figura 20), San Roque (R=0.824, R^2=0.042, p=0.1757) y Escobilla (R=0.058, R^2=0.003, p=0.941). La prueba ANOVA de una sola vía mostró que no existen diferencias significativas en la abundancia entre localidades (F=0.012, gl= 2, p=0.988).

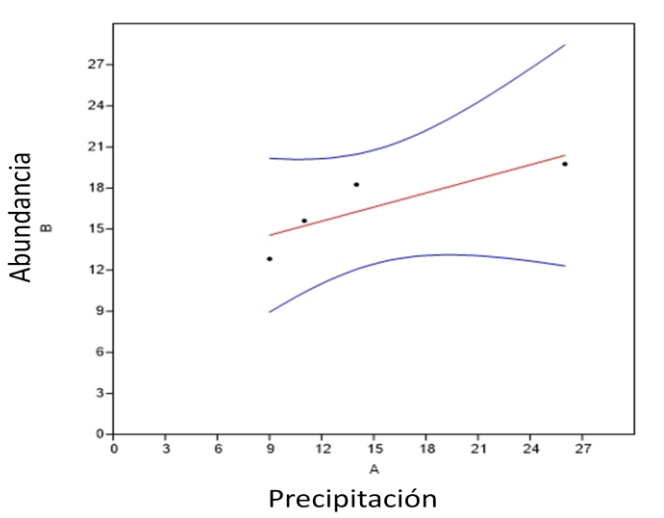

Figura 19. Regresión entre la abundancia y la precipitación en la localidad de El Aguacate. La línea roja muestra la pendiente del modelo lineal, las líneas azules muestran el intervalo de confianza del 95%.

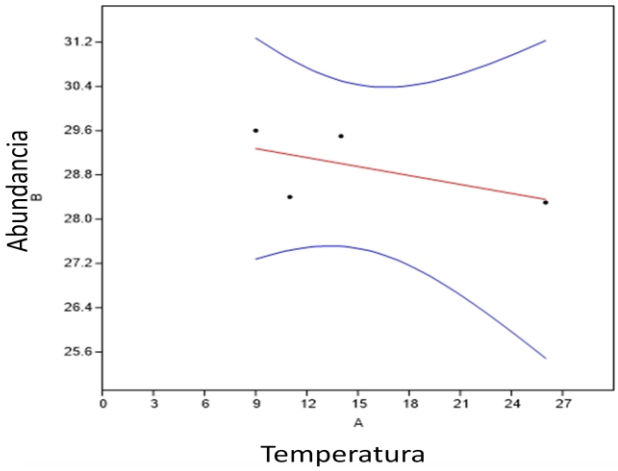

Figura 20. Regresión entre la abundancia y la temperatura en la localidad de El Aguacate. La línea roja muestra la pendiente del modelo lineal, las líneas azules muestran el intervalo de confianza del 95%.

7.5 Estructura de la población

La estructura poblacional en El Aguacate está conformada en su mayoría por adultos, ya que durante todo el tiempo de muestreo se obtuvo una captura de 30 individuos de entre 90 y 170 mm de largo de carapacho. Es importante mencionar que esta localidad es la única

en la que se encontraron crías con un total de 19 organismos con una longitud del carapacho menor a los 30 mm. Un total de 21 tortugas de entre 30 y 90 mm de longitud en el carpacho y 1 individuo con una longitud mayor a los 170 mm (Figura 21).

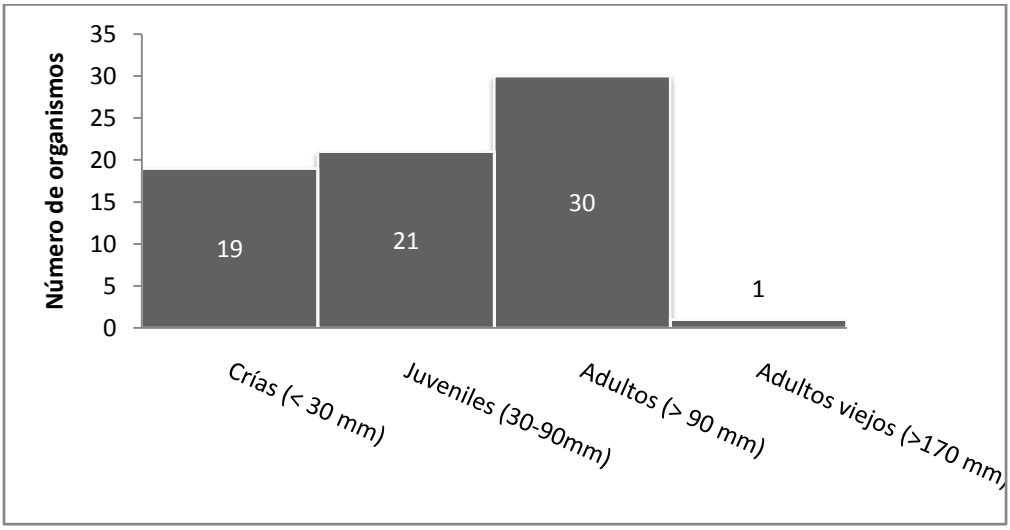

Figura 21. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate durante la temporada de muestreo.

En la localidad de San Roque, la estructura de la población estuvo conformada de la siguiente manera: 17 organismos dentro del rango de edad de los juveniles (30-90 mm LC), 135 tortugas adultas capturadas, y 2 individuos con una longitud del caparazón mayor a 170 mm. Para esta comunidad no se reportó ninguna cría (Figura 22).

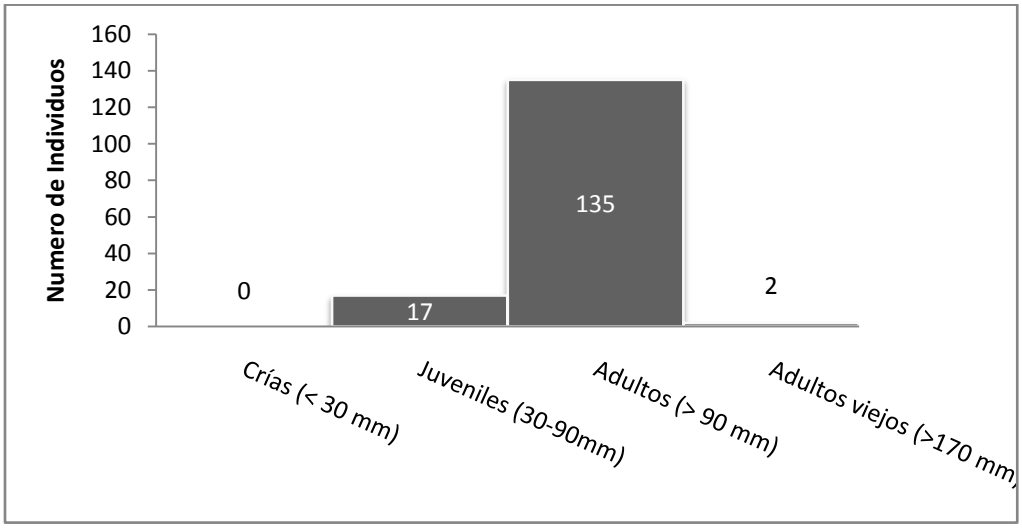

Figura 22. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de San Roque durante la temporada de muestreo.

La estructura de la población de Escobilla, está conformada por 11 juveniles, 34 adultos y 2 adultos viejos con una longitud del caparazón mayor a 170 mm (Figura 23).

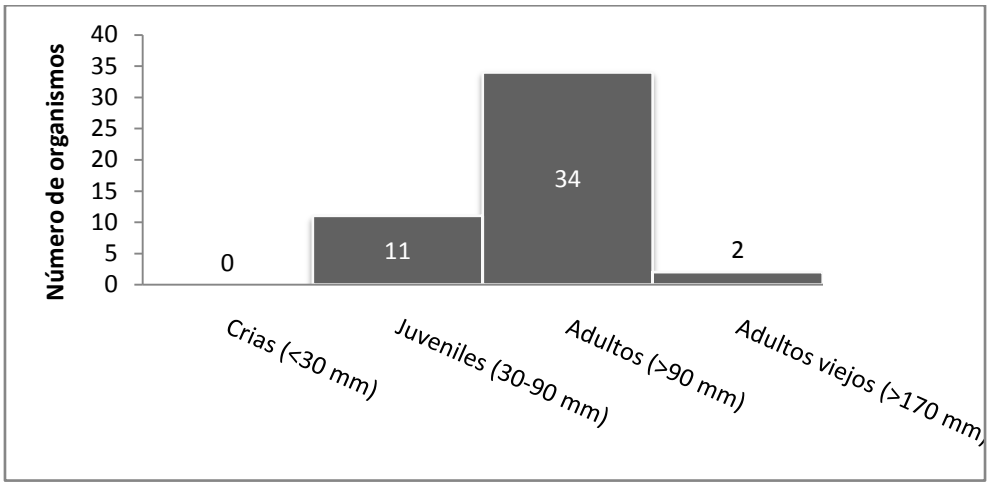

Figura 23. Estructura de la población de *K. oaxacae* en la localidad de Escobilla durante el tiempo de muestreo.

La estructura de la población de *K. oaxacae* en las localidades dentro del área de estudio durante el todo el tiempo de muestreo corresponde al 73.16% de adultos (>90 mm LC), 6.98% crías (<30 mm LC), 1.06% individuos inmaduros (30-90 mm LC), y 1.83% de adultos viejos (>170 mm LC).Como se puede observar, la población en las tres localidades está conformada principalmente por organismos adultos, presentando un número mayor en la localidad de San Roque, con 135 organismos adultos, seguida de Escobilla, donde el número en este rango de edad fue igual a 34 individuos, mientras que para El Aguacate, se capturó un total de 30 tortugas con una longitud mayor a 90 mm.

Las crías únicamente fueron capturadas en la localidad de El Aguacate, con un total de 19 organismos con una longitud del caparazón menor a 30 mm. Los individuos jóvenes o indeterminados con una longitud del caparazón dentro del rango de 30-90 mm, la comunidad en la que se colectó un mayor número fue El Aguacate, con 21 tortugas, mientras que para las comunidades de San Roque y Escobilla, se obtuvieron 21 y 17 tortugas respectivamente.

Los organismos con una longitud en el carapacho mayor a 170 mm considerados como adultos viejos fueron capturados en las tres localidades durante el tiempo de muestreo con una baja abundancia, reportando 1 individuo para El Aguacate, y 2 organismos en las localidades de San Roque y Escobilla (Figura 24). La prueba ANOVA de una sola vía para la

estructura de la población entre localidades mostró que no hay diferencias significativas entre ellas (F=0.5154, gl= 2, p=0.6139).

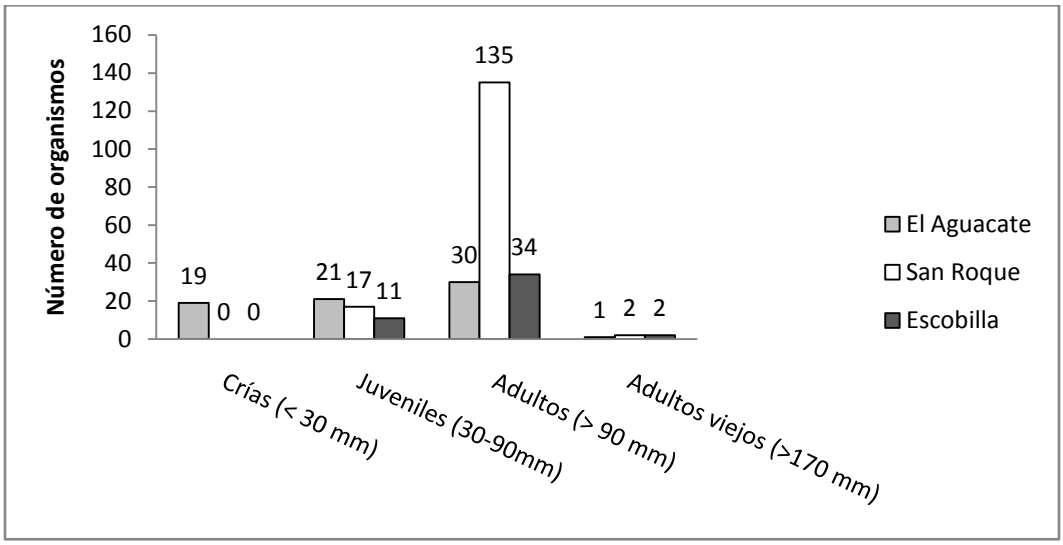

Figura 24. Estructura de la población de *K. oaxacae* en las localidades durante la temporada de muestreo.

7.6 Proporción de sexos

Del total de tortugas capturadas (273), sólo 232 pudieron ser identificadas bajo sus características sexuales secundarias, de ellos 160 fueron hembras y 72 machos, se presentó una proporción de 1:2.22 sesgada hacia las hembras, se reporta una diferencia significativa entre el total de machos y hembras (x^2=33.37, p=7.5826E-09, gl=1), con un porcentaje de hembras del 68.96%, mientras que el otro 31% corresponde a los machos en la población (Cuadro 8).

La proporción de sexos en la localidad de El Aguacate fue de 1:2 sesgada hacia las hembras con un total de 29 hembras y 14 machos, con un porcentaje de la población total igual a 12.72% y 6.18% respectivamente, se presentaron diferencias significativas entre machos y hembras (x^2=5.233, p=0.022, gl=1). En la localidad de San Roque se identificaron 106 individuos como hembras y 43 individuos como machos, presentando una proporción 1:2.4 también sesgado hacia las hembras, representando los machos de esta localidad el 18.86% y las hembras el 46.49% del total de organismos sexados, también se reportan diferencias significativas en la proporción de sexos esta localidad(x^2 =26.638, gl=1. p=2.454E-07). En la comunidad de Escobilla se colectaron 22 hembras y 14 machos,

presentando una proporción 1:1.5 sesgado hacia las hembras, representando éstas el 9.65% y el 6.14% los machos del total de ejemplares, la proporción de sexos en esta localidad no muestra diferencias significativas (x^2=1.771, gl=1, p=0.182).

Cuadro 8. Frecuencia y porcentajes de sexo en las poblaciones de *K. oaxacae* durante el tiempo de muestreo en las localidades de la Costa de Oaxaca.

	El Aguacate	**San Roque**	**Escobilla**	Total por Fila
Machos	14	43	14	71
	6.14%	18.86%	6.14%	**31.14%**
Hembras	29	106	22	157
	12.72%	46.49%	9.65%	**68.86%**
Total por Columna	43	149	36	228
	18.86%	**65.35%**	**15.79%**	100.00%

En el diagrama de barras que se presenta a continuación se muestra que la localidad de San Roque es la que tiene un mayor número de organismos, tanto para machos como para hembras, rebasando más de la mitad de frecuencias respecto a las otras dos localidades, las cuales en el caso de los machos, presentan la misma frecuencia tanto en El Aguacate como en Escobilla; mientras que la comunidad de El Aguacate presentó mayor frecuencia de hembras que Escobilla, siendo esta última la que presentó solamente un total de 22 hembras durante el tiempo de muestreo (Figura 25).

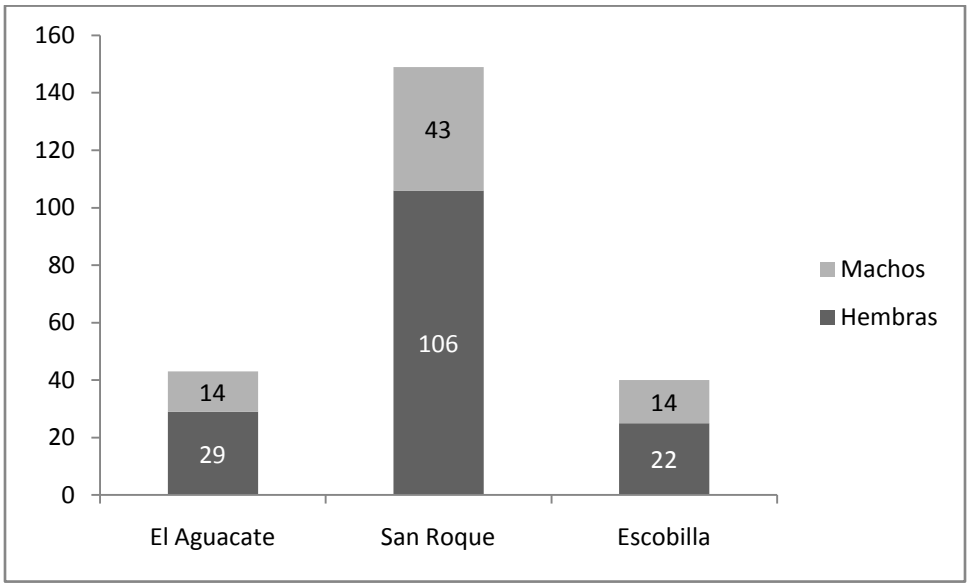

Figura 25. Frecuencias de aparición de machos y hembras en las localidades de muestreo.

7.7 Densidad poblacional

La densidad de la población en la localidad de El Aguacate fue calculada en 10 cuerpos de agua, donde se colectaron organismos durante los cuatro meses de muestreo. Se obtuvo un total de 71 organismos en 125.712 m^3 (5647.82 organismos/ha). La densidad de cada charca fue calculada, obteniéndose la mayor densidad calculada en el cuerpo de agua número diez igual a 50000 tortugas/ha; mientras que la menor densidad se encontró en la charca número 7 con430 organismos/ha.

La colecta de organismos en la comunidad de San Roque se llevó a cabo en 6 cuerpos de agua con densidades distintas; con un total de 154 tortugas en 398.38 m^3 (3865. 65 organismos/ha).Las densidades calculadas para cada cuerpo de agua fueron iguales a 2910 organismos en el primer cuerpo de agua, 2130 organismos en el segundo cuerpo de agua, 10250 en el tercer cuerpo de agua, 2300 organismos en el cuarto cuerpo de agua, 9250tortugas en el quinto cuerpo de agua y 10550 organismos en el sexto cuerpo de agua por cada hectárea. En la comunidad de Escobilla, los puntos de muestreo se localizaron en tres cuerpos de agua principalmente; en los cuales se obtuvo una densidad de 47 organismos en 165.45 m^3 (2840.73 organismos/ha). La densidad en el primer cuerpo de agua muestreado fue de1990 organismos, en el segundo cuerpo de agua fue de 4290 y en el tercer cuerpo de agua igual a 1670 organismos por hectárea (Cuadro 9).

Cuadro 9. Densidad de *K. oaxacae* en los cuerpo de agua de las localidades de muestreo (en 1 m^3 de agua).

	El Aguacate	***San Roque***	***Escobilla***
Cuerpo de Agua	*No. Organismos*	*No. Organismos*	*No. Organismos*
Charca 1	**3350**	**2910**	**1990**
Charca 2	**2220**	**2130**	**4290**
Charca 3	**8750**	**10250**	**1670**
Charca 4	**9600**	**2300**	
Charca 5	**18930**	**9250**	
Charca 6	**4540**	**10550**	
Charca 7	**430**		
Charca 8	**11110**		
Charca 9	**1851**		
Charca 10	**50000**		
Promedio	**12740**	**6230**	**2650**

El promedio de la densidad de organismos en cada localidad está sesgado dado alas condiciones naturales del terreno, al tipo de muestreo y al esfuerzo de captura diferencial entre sitios

7.8 Reproducción

Tamaño de nidada

El tamaño de la nidada en las 21 hembras que ovipositaron varió de uno a cuatro huevos, 11 pertenecían a la localidad de San Roque, ocho a Escobilla y dos a El Aguacate. El tamaño de la nidada con mayor frecuencia en las hembras fue de un solo huevo en nueve hembras; por otro lado, seis hembras que fueron inyectadas tuvieron un tamaño de nidada igual a dos huevos, mientras que cuatro de éstas colocaron tres huevos, las nidadas con cuatro huevos se presentaron únicamente en dos de las hembras examinadas, una perteneciente a la comunidad de Escobilla y la otra de El Aguacate. La localidad que presentó mayor número de huevos fue San Roque con un total de 20 huevos, seguida de Escobilla con 16 huevos y finalmente el Aguacate con cinco huevos de dos organismos. Se obtuvo un total de 41 huevos cuya longitud media fue de 30.55 mm±2.170, δ^2=4.82, mientras que la amplitud media fue de 17.19 mm±0.746, δ^2=0.57 y un peso promedio igual a 7.6 g±0.613, δ^2=0.385 (δ^2= indica varianza, los valores que están después del símbolo±representan la desviación estándar).

Masa relativa de la nidada

Los resultados del esfuerzo reproductivo de las hembras, estimado a través de la fórmula de la masa relativa de la nidada (MRN) (Cuellar, 1984) dependieron de la masa de la nidada y de peso de la madre (Cuadro 10).

Cuadro 10. Esfuerzo reproductivo de las hembras tomado a partir de la masa relativa de la nidada. D.E.=Desviación estándar

	Media	D.E.	Valor máximo (g)	Valor mínimo (g)
Peso nidada	14.976	7.788	33.6	6.3
Masa hembra	341.881	74.482	493.5	235.4
Masa Relativa	0.049	0.027	0.114	0.013

Las nidadas que presentaron mayor peso, corresponden a las nidadas de 4 huevos. La nidada con mayor peso fue igual a 33.6 g con un peso de la hembra de 438.2 g, siendo esta hembra la que obtuvo un esfuerzo reproductivo calculado alto, igual a 0.083. Por otro lado, la hembra con mayor peso corporal (493.5 g) presentó el segundo menor esfuerzo igual a 0.016, con la oviposición de un solo huevo; mientras que la hembra que presentó el menor esfuerzo reproductor (0.013) presentó uno de los pesos más altos igual a 475.2 g, con la masa de la nidada más baja, puesto que colocó un huevo después de haber sido inyectada con oxitocina.

La hembra reproductiva que presentó el menor peso corporal (235.4 g) se encontró en el rango medio dentro del esfuerzo reproductor, ya que con un peso de nidada igual a 14.8 g, con la presencia de dos huevos, obtuvo una masa relativa igual a 0.067. No se encontró ninguna relación aparente entre el peso de la madre y la masa relativa de la nidada (R^2=0.023, p=0.50)

Talla de madurez sexual

La masa en promedio de las tortugas adultas capturadas fue de 229.97 grs. El total de hembras que fueron inyectadas con oxitocina fue de 57, de las cuales se obtuvieron huevos de sólo 21 de ellas; pusieron un total de 41 huevos. El esfuerzo reproductivo fue calculado únicamente con las 21 hembras de las cuales se obtuvieron huevos.

La hembra reproductiva con mayor talla corporal (LC) fue de 146.1 mm en la localidad de Escobilla, la cual obtuvo el mayor peso de hembras grávidas con 493.5 g, sin embargo, esta hembra a pesar de ser la de mayor longitud y masa únicamente puso un huevo después de haber sido inyectada con oxitocina. La hembra con huevos y menos talla corporal(LC) fue de la localidad de San Roque, midiendo 118.8 mm de largo, la cual ovipositó únicamente un huevo; mientras que la hembra con menor peso pertenece también a la comunidad de San Roque con una masa corporal de 235.4 g, de la cual se obtuvieron 2 huevos.El tamaño de la nidada no presentó ninguna relación con el tamaño del cuerpo (R^2=0.013, p=0.61).

Relación entre rasgos de historia de vida

El tamaño del cuerpo no presentó ninguna relación con la masa relativa de la nidada (MRN) (R^2=0.048, p=0.33), el largo promedio del huevo (R^2=0.026, p=0.47), el ancho promedio del huevo (R^2=0.0051, p=0.75) y la masa promedio del huevo (R^2=0.201, p= 0.40).

Con respecto al peso de la madre, tampoco se encontró ninguna relación aparente en ninguno de los rasgos analizados, ya sea el tamaño de la nidada (R^2=0.038, p=0.39), el largo del huevo (R^2=0.027, p=0.47), el ancho del huevo (R^2=0.0017, p= 0.85) y con el peso del huevo (R^2=0.008, p=0.69).

Al explorar por posibles relaciones entre rasgos de reproductores no se encontró relación entre el largo del huevo y el número de huevos (R^2=0.0039, p= 0.78), entre el ancho del huevo y el tamaño de la nidada (R^2=0.05, p= 0.32) y entre la masa del huevo y el tamaño de la nidada (R^2=0.0086, p=0.68). No obstante, si se encontró una relación significativa entre el tamaño de la nidada con la masa relativa de la nidada (R^2=0.85, P<0.0001, MRN=0.0093+0.0126 Tamaño de nidada). En la figura 26 se presenta el ajuste de línea.

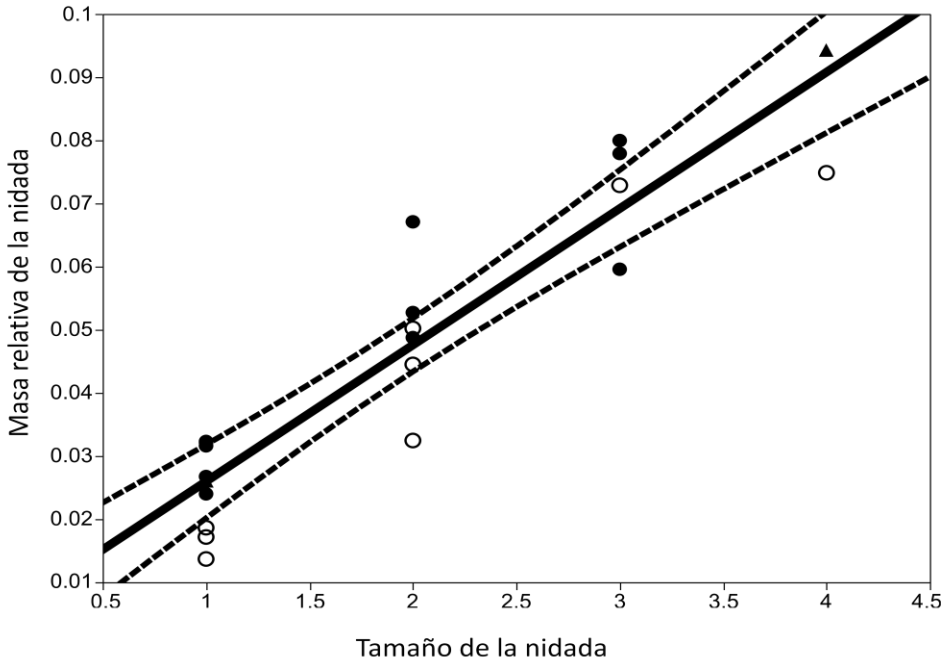

Figura 26. Regresión entre el tamaño de la nidada y la masa relativa de la nidada. Los círculos representan a la localidad de Escobilla, los puntos a la de San Roque y los triángulos a El Aguacate. Las líneas punteadas representan la desviación del ajuste.

7.9 Datos históricos sobre la ecología poblacional y reproducción de Kinosternon oaxacae en la zona de estudio analizando su estado de Conservación.

El análisis ambispectivo realizado a partir de los datos históricos de la especie (de 1997 a 2010) tomados de Martha Harfush (Com. Pers.) permite notar diferencias entre el presente estudio y los monitoreos realizados por Martha Harfush, de los cuales se pudieron rescatar

datos de abundancia, tamaño de los organismos, masa corporal, proporción de sexos, tamaño de las crías y tamaño de los huevos; es necesario mencionar que de algunos de los datos rescatados no se tiene la información completa de los organismos, por lo que hace falta información necesaria como: fecha (mes) de captura, tipo de colecta, sitio de captura, naturaleza del hábitat, morfometría, sexo, datos de las hembras de las que se obtuvieron huevos, etc. Por lo que la comparación que se presenta en el cuadro 11 se realizó con los datos disponibles del Centro Mexicano de la Tortuga (CMT) y los datos obtenidos en la presente investigación.

Cuadro 11. Estudio ambispectivo en el cual se comparan los datos obtenidos por Martha Harfush en el Centro Mexicano de la Tortuga (CMT) y el presente estudio.

	DATOS CMT/ Martha Harfush (1997 a 2010)	**Presente estudio (Agosto a Noviembre, 2013)**
Localidades	Distintas localidades de la región de la Costa, cercanas a Pochutla, Escobilla y Mazunte, entre ellas se encuentra El Aguacate.	El Aguacate y San Roque del municipio de Pochutla, Escobilla del municipio de Santa María Tonameca.
Metodología	Desde trampas con cebos, captura directa, pago de jornales a los pobladores a través del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible. Muestreo no sistemático.	Captura directa a través de encuentros visuales en El Aguacate durante 13 monitoreos, uso de trampas tipo *fike net* en Escobilla y San Roque durante 14 y 12 monitoreos respectivamente.
Abundancia	Mayor en junio y agosto y menor en septiembre y octubre. Presentes en enero, diciembre y marzo. 58 individuos en El Aguacate de 2008 a 2010.	Mayor en octubre y noviembre y menor en agosto y septiembre. 155 individuos en San Roque, 47 en Escobilla y 71 en El Aguacate.
Longitud del carapacho (LC)	Media de 142.01 mm (±44.43), con un máximo de 222 mm y un mínimo de 16 mm en todas las localidades. En El Aguacate: media de 114.94 mm (±44.30), con un máximo de 192 mm y un mínimo de 28.7 mm.	En la localidad de El Aguacate media de 112.79 mm (±34.16), con un valor máximo de 172 mm y mínimo de 41 mm, en San Roque el promedio de 116.24 mm (±19.79), con valores máximos y mínimos de 204.7 y 51.8 mm respectivamente y Escobilla con promedio de 120.63 mm (±37.3) con valor máximo de 176 mm y mínimo de 49.4 mm.
Masa corporal (peso)	Promedio de 424.28 gr (±215.32), con un máximo de 900.7 g y un mínimo de 3.1 g en todas las localidades. En El Aguacate:	En la localidad de El Aguacate media de 219.80 g (±137.48), con un valor máximo de 499.2 g y mínimo de 14.4 g, en San Roque el promedio

	promedio de 325.58 gr. (±207.47), con un máximo de 725 g y un mínimo de 35.8 g	fue de 215.71 g (±93.07), con valores máximos y mínimos de 558.5 y 22.3 g respectivamente y Escobilla con promedio de 287.52 g (±178) con valor máximo de 635 g y mínimo de 21.7 g.
Proporción de sexos	58 organismos; 31 hembras y 15 machos. Proporción 2:1 sesgado a hembras con diferencias significativas (x^2=5.56, p=0.018).	En la localidad de El Aguacate: 29 hembras, 14 machos con diferencias significativas (x^2=5.233, p=0.022). En San Roque: 106 hembras, 43 machos con diferencias significativas (x^2=26.63, p=2.45E-07). Escobilla: 22 hembras, 14 machos con diferencias significativas (x^2=1.771, p=0.182).
Crías	40 crías de mediados de mayo a mediados de octubre, consideradas como crías con un largo de carapacho menor a los 60 mm.	19 crías de agosto a noviembre de 2013, considerando como crías organismos con largo de carapacho menor a 30 mm.
Tamaño de crías	Media en la longitud del carapacho de 30.42 mm (±9.14) con un máximo de 56 mm y un mínimo de 22 mm. Peso promedio 5.82 gr (±1.72) con un máximo de 9.8 gr. y un mínimo de 3.4 gr.	Media en la longitud del carapacho de 28.27 mm (±4.566) con un máximo de 29.5 mm y mínimo de 23.8 mm. Peso promedio de 5.07 gr (±2.491) con un máximo de 7.3 gr y mínimo de 3.1 gr.
Huevos	21 huevos de los años 2009 y 2010, de mayo a inicios de septiembre, no se tienen datos de las hembras, éstas ovipositaron de manera natural.	41 huevos de agosto a noviembre de 2013, a través de la inyección de oxitocina (1.5 ml/kg de peso) a las hembras adultas.
Tamaño de huevos	Promedio de largo del huevo 27.29 mm ?.81), con valor máximo de 30 mm y mínimo 22 mm; ancho del huevo promedio de 17.15 ..70), máximo 21 mm, mínimo 15 mm; masa huevo promedio de 4.28 gr (±1.48), máximo . gr y mínimo 2.6 gr.	Promedio de largo del huevo: 30.55 mm (±2.170), con valor máximo de mm y mínimo de mm; ancho del huevo promedio de 17.99 mm (±0.74), con máximo de mm y mínimo de mm; masa del huevo promedio de 7.6 gr (±0.613), con valor máximo de gr y mínimo de gr.

VIII. DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó la ecología poblacional de *Kinosternon oaxacae* en tres localidades dentro de su área de distribución, realizando así una descripción de tres poblaciones de esta especie, de la cual se ha reportado muy poca información, desde la anotación sobre su historia de vida hecha por Iverson (1986), donde se hace referencia a la descripción de la especie. *Kinosternon oaxacae* se ha monitoreado en los últimos años de manera constante desde el Centro Mexicano de la Tortuga por Martha Harfush (1997 a 2010), sin embargo, los resultados de sus monitoreos no han sido publicados aún, así como las evaluaciones que realiza R. Vogt del estatus de las poblaciones de varias especies de tortugas dulceacuícolas del sureste de México (Vogt, 1999), por lo tanto, lo que se presenta en este trabajo contribuye de manera significativa a aumentar el conocimiento sobre su historia natural y conservación.

8.1 Colecta/ Morfología

Con base en la colecta de 273 tortugas y 36 recapturas en las tres localidades muestreadas; la temporada en que se obtuvieron los muestreos es la óptima para la especie (época de lluvias) como es reportado por Iverson (1986), y el área en que se decidió evaluar la población tiene una alta densidad de estos organismos. Las recapturas corresponden al 13.18% del total de las capturas generales, por lo cual se puede decir que la temporada de muestreo resultó exitosa; de éstas se obtuvo un total de 72 machos y 160 hembras, bajo una relación 1:2.2, pudiendo inferir que las poblaciones de la especie *K. oaxacae* en el área se encuentran “estables” y es probable que vayan creciendo en los próximos años, pues el porcentaje de hembras contribuirá a la preservación y el crecimiento de la población.

El tamaño de muestra en cada localidad fue distinto; obteniendo en El Aguacate 71 ejemplares y en Escobilla 47, mientras que en el sitio de mayor elevación (San Roque) se obtuvo una muestra de 155 organismos. En estos sitios se pudieron observar distintos aspectos como la naturaleza de los cuerpos de agua, la presencia de otros organismos de los cuales probablemente se alimentan las tortugas, probable ausencia de depredadores, etc.

En la localidad de San Roque las charcas provenían de ladrilleras en las que se generan pozas donde se extrae el barro para hacer los ladrillos, las cuales son temporales, pues están llenas de agua únicamente en época de lluvias; en estos sitios no se observó la

presencia de algún depredador ni organismos que fueran competencia para la especie, sin embargo esto no significa que no estén presentes y puedan afectar a las poblaciones. Los organismos que se encontraron en esta localidad tuvieron el valor máximo en LC (largo del carapacho) de 204,7 mm y mínimo de 23.8 mm y con un peso promedio de 215.71 ± 93.07gramos y un valor máximo de 418.7 gr y mínimo de 22.3 gr. Los sitios de muestreo en la localidad de Escobilla fueron charcos temporales formados de manera natural, en los cuales se observó la presencia de peces e invertebrados de los cuales probablemente se alimentan las tortugas, el tamaño máximo en el LC fue igual a 176 mm y el mínimo fue de 49.4 mm, el peso máximo en esta localidad fue igual a 650 gr y el mínimo de 24 gr. Por otra parte, en la comunidad de El Aguacate, los puntos de muestreo se concentraron a lo largo de los arroyos permanentes. Sin embargo, únicamente en la temporada de lluvias es cuando se puede observar la presencia de *K. oaxacae*. Las tortugas en este sitio presentaron un máximo de LC igual a 172 mm y un mínimo de 41 mm, con peso promedio de 219.80 ± 137.48 gr con un valor máximo de 499.2 gr y mínimo de 6.6 gr, comparando los datos con aquellos obtenidos por Martha Harfush (1997 a 2010) de todos los individuos capturados en la zona, el tamaño del cuerpo (largo del carapacho) presenta una media de 142.01 (±44.43 mm), con un máximo de 222 mm y un mínimo de 16 mm; mientras que la masa corporal promedio es de 424.28 (±215.32 gr), con un máximo de 735.3 g y un mínimo de 3.1 g. La mayor longitud del carapacho y la mayor masa corporal de los organismos se presenta en los datos (no publicados) de Martha Harfush de los cuales no se conoce la naturaleza de los sitios de colecta y se obtuvieron a través de distintos tipos de muestreo, en este sentido resulta interesante conocer la naturaleza de los cuerpos de agua, la presencia de depredadores, presencia de organismos de los cuales pudieran alimentarse las tortugas, etc., datos que pudieran afectar el tamaño de las poblaciones o de los cuales podría depender el crecimiento y/o tamaño de los organismos.

Por otro lado, Hulse (1976) reporta diferencias en la variación del largo del carapacho en *Kinosternon sonoriense* entre sexos y entre poblaciones de diferentes ambientes y situaciones geográficas distintas, siendo las hembras las que presentan mayor longitud significativamente ($p=<0.05$), lo cual resulta similar con los datos obtenidos en la presente investigación, donde se reportan diferencias significativas en la longitud del carapacho entre localidades de ambientes distintos ($F=14.67$, $gl=2$, $p=8.288E-07$) y entre sexos ($F=23.16$, $gl=1$, $p=2.514E-06$), siendo las hembras las que presentan diferencias significativas entre

localidades (F=9.024, gl=2, p=0.000185).

El análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias significativas en el largo del carapacho entre las localidades de El Aguacate-San Roque y El Aguacate-Escobilla, las localidades de San Roque-Escobilla son similares entre sí de manera significativa. Una diferencia que es importante resaltar es la presencia de crías y organismos en todos los intervalos de tamaño en la población en la localidad de El Aguacate, lo que nos puede indicar que es una población en crecimiento con reclutamiento y organismos reproductores.

La longitud promedio del caparazón en estas crías fue igual a 28.26 (±4.56) mm, con valores máximos y mínimos de 29.5 y 23.8 mm respectivamente; mientras que el promedio del peso fue de 5.07 (±2.491) gr con un valor máximo de 7.3 gr y mínimo de 3.1 gr. Lo cual contrastando con las 40 crías/yearlings encontrados en la zona de Mazunte, Pochutla y anexas durante los muestreos de Harfush (Com. Pers.) del año 1997 a 2010, la talla (largo de carapacho) promedio que fue de 30.42 mm (±9.14) con un máximo de 56 mm y un mínimo de 22 mm no presentan diferencias significativas con la longitud del carapacho de las crías de nuestro estudio (F=1.163, gl=1, p=0.2903); en cuanto al peso promedio de las crías colectadas en el CMT presentaron un promedio de 5.82 (±1.72 gr.) con un máximo de 9.8 gr. y un mínimo de 3.4 gr sin diferencias significativas con las crías del presente estudio (F=3.335, gl=1, p=0.0927).

8.2 Esfuerzo de muestreo

El número de muestreos fue similar en las localidades con un promedio general de 13 monitoreos entre las zonas. Sin embargo, al utilizar diferentes métodos de muestreo, los datos de El Aguacate presentaron un esfuerzo distinto al de Escobilla y San Roque. La captura de *K. oaxacae* en la localidad de El Aguacate por medio de encuentros visuales y colecta manual tuvo la mayor captura con un total de 10 tortugas en 5 horas; mientras que la mayor captura mediante trampas tipo *fike nets* fue de 38 organismos en San Roque, bajo una temperatura promedio de 29.53° C, en 9:30 hrs.; contrastando con lo obtenido por Iverson (1986) donde colectó 21 tortugas de *K. oaxacae* en sólo 6 horas de trampeo en Junio de 1976 en aguas turbias y estrechas (menos de 50 cm).

Se obtuvo el cálculo del esfuerzo de captura empleado en cada localidad de acuerdo al tipo de colecta, en el cual El Aguacate presentó esfuerzo igual a 2184 horas-hombre con

una colecta de 71 organismos, lo cual refleja que se realizó un alto esfuerzo debido a que las áreas de monitoreo se encontraban en ambientes lóticos, por lo que las poblaciones se encontraban en constante movimiento y con un mayor esparcimiento que en las localidades de San Roque y Escobilla, en las que el tipo de hábitat era léntico (cuerpos de agua estancada) con un mejor aprovechamiento del uso de trampas, pues los organismos se encontraban dentro de un área cerrada y con un volumen de agua mayor. El esfuerzo de colecta fue igual a 276 horas-trampa para San Roque y 336 horas-trampa para Escobilla; a pesar de observarse un menor esfuerzo de captura en la localidad de San Roque, es la localidad en la que se capturó un mayor número de organismos, lo que probablemente de deba a la densidad de la población y a su dinámica, a su capacidad de desplazamiento individual.

Hulse (1982) reporta que la captura manual resulta ser más eficiente que el uso de las trampas en hábitats de arroyos poco profundos (Hensley et al. 2010), lo cual se comprueba con la experiencia obtenida en campo en el presente trabajo. Se obtuvo un mayor éxito de captura por medio de trampas tipo *fike nets* en los cuerpos de agua con profundidad mayor a los 30 cm, aguas quietas y con longitudes mayores. La captura manual fue más eficiente en los sitios como El Aguacate, donde los puntos de muestreo se localizaron a lo largo de los arroyos de poca profundidad y charcos permanentes de bajo volumen. La eficiencia del muestreo depende del tipo de cuerpo de agua, tipo de muestreo y la dinámica poblacional de los organismos.

8.3 Tamaño de la población

Los datos que se presentan en esta investigación sobre el tamaño poblacional de *K, oaxacae* serán los primeros reportados para la especie. El tamaño de la población calculada de *K. oaxacae* mediante el método de Schumacher- Eschmeyer tiene un amplio intervalo entre las localidades, observándose en la localidad de San Roque una población calculada de 402.425, con 28 recapturas, en El Aguacate una población calculada de 272.080 y 8 recapturas, mientras que en la localidad de Escobilla no se calculó el tamaño de la población debido a que no se registró ninguna recaptura, y se presentó un total de 47 organismos; contrastando con otros estudios realizados con especies del mismo género donde Moll (1990) estimó una población de 82 individuos para *Kinosternon scorpiodes* y 40para *Kinosternon leucostomum* en Chan Chen, Belice; Forero-Medina et al. (2007) reportan un total de 1229

individuos con 81 recapturas de *K. scorpioides albogulare*, durante los meses de marzo a junio de 2002 en la Isla de San Andrés y Macip-Ríos et al. (2009) estimaron el tamaño de la población de *K. integrum,* reportando que ésta fue de 197 individuos.

La variación del tamaño poblacional que se presenta entre las dos localidades en las que se estimó este valor probablemente puede deberse a que las poblaciones tienen distintas dinámicas, a que el tipo de hábitat fue distinto: lótico en El Aguacate, y léntico en San Roque y Escobilla, al tipo de muestreo aplicado de acuerdo al tipo de hábitat lo cual nos facilitó la captura de los organismos, al volumen de los cuerpos de agua muestreados, a la densidad de los organismos, al esparcimiento y a la capacidad de desplazamiento individual.

8.4 Abundancia

Los valores de la abundancia a través de un análisis de varianza no muestran diferencias significativas entre las localidades ($F=0.012$, $gl=2$, $p=0.988$). De acuerdo a los datos obtenidos en las localidades en cada mes de muestreo podemos notar que en el mes de agosto la localidad de San Roque tuvo un mayor número de organismos y fue la localidad que presentó la temperatura más alta con 31.6°C, seguida de Escobilla con una temperatura igual a 29.6°C sin la captura de algún organismo. Para el mes de Septiembre se observó una disminución en la captura en las tres localidades de muestreo, presentando un total de 14 ejemplares la localidad de El Aguacate con una temperatura promedio de 29.5°C, mientras que en San Roque donde se localizó la temperatura más alta (30.2°C) se obtuvo únicamente la captura de dos ejemplares; contrastando notablemente con el estudio de Macip-Ríos et al. (2009) donde reportaron que la abundancia de *K. integrum* por mes fue más alta en Septiembre de 2004, con 82 individuos capturados, y más baja en enero y febrero donde no hubo capturas, encontrando una relación significativamente positiva entre la abundancia por mes y la temperatura ($p=0.01$) y la precipitación ($p=0.02$, $R^2=0.76$). Esta diferencia puede deberse a que se trabajó con una especie distinta, con hábitos y localidades de climas diferentes. Durante el mes de octubre la captura de organismos aumentó en San Roque y Escobilla, mientras que en El Aguacate disminuyó presentando únicamente 9 tortugas, donde se encontró la temperatura más alta de las tres localidades (29.6°C), mientras que la temperatura más baja registrada fue en San Roque, donde se obtuvo un total de 32 organismos. El área donde se localizó un mayor número de tortugas durante el mes de octubre fue en Escobilla con 35 tortugas y una temperatura promedio de 28.9°C. El último

mes de muestreo fue el que presentó una mayor abundancia de organismos en la localidad de San Roque, donde se obtuvo un total de 105 organismos, siendo este el sitio donde se encontró el promedio más alto de temperatura: 30.4. La comunidad de Escobilla disminuyó en cuanto a la abundancia de su población presentando una temperatura promedio de 29° C; mientras que El Aguacate se mantuvo de manera similar al mes anterior respecto a la abundancia de sus organismos, presentando la temperatura más baja de las localidades de muestreo (28.4°C). Los cuerpos de agua en los que se localizaron estos organismos siempre estuvieron dentro del mismo intervalo de temperatura: 27.7°-31.6° C. Sin embargo, al realizar la correlación de la abundancia en cada localidad con la temperatura de los cuerpos de agua, no se encontraron relaciones de dependencia en ninguna de las localidades: El Aguacate (R^2=0.350, p=0.408), San Roque (R^2=0.042, p=0.794) y Escobilla (R^2=0.003, p=0.941).

Se puede observar que la fluctuación de la presencia de organismos en las tres localidades de muestreo se comporta de manera similar en las localidades de San Roque y Escobilla, mientras que en El Aguacate, el número de capturas fue disminuyendo en cada mes de muestreo, esto lo podríamos relacionar a las condiciones naturales del tipo de ambiente (lótico), por lo tanto al desplazamiento individual, así como a la presencia del Huracán Manuel y la Tormenta Tropical Ingrid, presentes en el mes de Septiembre de 2013, ya que el arroyo en el cual se realizaban los monitoreos creció y presentó una mayor corriente para los meses de septiembre y octubre, obteniendo un promedio menor de captura. Esto se relaciona con un cambio de microhábitat disponible, por lo cual los individuos se desplazaron a un hábitat más seguro y con mayor disponibilidad de microhábitats apropiados, o bien, algunos individuos pudieron haber sido llevados por la corriente durante estos eventos naturales, sin embargo, a pesar de ello sí se obtuvieron recapturas de algunos organismos adultos. La abundancia mensual de los organismos no presenta una relación positiva significativamente a la precipitación en ninguna de las localidades durante los cuatro meses de muestreo: El Aguacate (R^2=0.733, p=0.143), San Roque (R^2=0.101, p=0.6813) y Escobilla (R^2=0.428, p=0.345).

Los resultados obtenidos en la presente investigación, comprueban lo que ha sido reportado por Iverson (1986) sobre la actividad estacional de *K. oaxacae* durante la época de lluvias (Junio a Octubre), la actividad (especialmente terrestre) incrementa debido a la búsqueda de pareja y al aumento de recursos. Los datos colectados por Iverson (1986) reflejan la estacionalidad: 9-10 abril (8 individuos), 16 junio (25 individuos); 20 junio y 13 julio

(2 individuos); 14 julio, 26 julio, 12 agosto y 2 septiembre (3 individuos); 8 Octubre y 25 diciembre. Se sabe que *K. oaxacae* estiva durante condiciones climáticas extremas, tal como lo hacen *K. integrum y K. scorpiodes* en el sur de México, donde la abundancia de estas tortugas comienza a disminuir en el mes de noviembre-diciembre, además debido a que termina la temporada de lluvias y éstos organismos principalmente se localizan en cuerpos de agua estacionales. Sin embargo, las investigaciones realizadas por Martha Harfush desde hace más de diez años en el Centro Mexicano de la Tortuga en distintas localidades de la Costa de Oaxaca entre ellas El Aguacate y sitios cercanos a las localidades del presente trabajo, han registrado la presencia de estos organismos durante los meses de diciembre, enero y marzo; mientras que los meses con más individuos observados fueron junio y agosto. Esto podría llevar a suponer que tienen actividad la mayor parte del año, donde probablemente comience a disminuir su abundancia en meses sin lluvias debido a la desecación de las charcas estacionales, y que al mismo tiempo nos hace considerar que es necesario un estudio acerca del comportamiento y los desplazamientos de la especie en su ámbito hogareño.

8.5 Estructura de la población

La estructura poblacional en la comunidad de El Aguacate, está conformada en su mayoría por adultos, es importante mencionar que esta localidad es la única en la que se encontraron crías con una longitud del carapacho menor a los 30 mm (19 organismos); como lo encontrado en el estudio realizado por Macip-Ríos et al, 2009 donde reportan que la estructura de la población de *K. integrum* fue de 63% adultos (>90 mm LC); 0.5% de crías (<30 mm LC); 35% individuos inmaduros (30-90 mm LC) y 1% de adultos viejos (>17 mm LC); lo cual nos indica que es una población sana que está conformada por todas las edades y está en crecimiento con adultos reproductivos y crecimiento de crías que seguirán haciendo que la población vaya en aumento. Algo semejante se observó en la población de San Roque, donde la estructura de la población estuvo conformada más del 60% por adultos reproductivos y en un 30% por juveniles, lo cual al ser la población con mayor abundancia en las tres localidades, nos indica que seguirá creciendo, sin embargo, para esta comunidad no se reportó ninguna cría; finalmente en la comunidad de Escobilla la población está conformada por un 72% de adultos reproductivos, que aportarán la preservación de la especie en esta localidad.

De manera general, la estructura de la población de *K. oaxacae* en las localidades dentro del área de estudio en la Costa de Oaxaca durante el todo el tiempo de muestreo corresponde al 73.16% de adultos (>90 mm LC), 6.98% crías (<30 mm LC), 1.06% individuos inmaduros (30-90 mm LC), y 1.83% de adultos viejos (>170 mm LC), contrastando de manera notable con los estudios realizados por Forero-Medina et al. (2007) donde reportan que para *K. scorpioides albogulare* la estructura de la población está compuesta por el intervalo intermedio de tamaño u organismos adultos (110 a 140 mm LC) y unos pocos pertenecen a las clases de intervalos más pequeños o más grandes (< 110 o > 140 mm LC; y con Hensley et al. (2010) que reportaron para *Kinosternon sonoriense* una población con el 34.4% de adultos, mientras que las crías corresponden al 37.5%, donde la población está dominada por subadultos.

8.6 Proporción de sexos

La proporción de sexos del total de organismos adultos colectados en las tres localidades es de 1:2.2 sesgado hacia hembras, con un nivel de confianza del 95% se obtuvo:x^2= 33.37, gl=1, p=7.58264E-09, indicando que en general, las poblaciones de *K. oaxacae* no están dentro del supuesto de la proporción en que por cada hembra hay un macho (1:1), ya que las hembras rebasan al menos al doble a la población de machos en las tres localidades de manera significativa. En la localidad de El Aguacate se presentó la proporción1:2sesgada hacia las hembras (χ^2=5.233, gl=1,p=0.022), lo cual estadísticamente nos indica que en esta población tampoco se cumple el supuesto de la proporción 1:1 entre machos y hembras mostrando diferencias significativas entre machos y hembras, no obstante, los resultados obtenidos en los muestreos de Harfush (Com. Pers.) en esta misma localidad, indican que encontraron 31 organismos identificados como hembras y 15 como machos, mostrando una proporción de sexos de 2:1, la cual fue significativa según una prueba de Chi cuadrada (χ^2=5.56, p=0.018). En San Roque una proporción 1:2.4 basado en hembras, con unaχ^2=26.638, p=2.45E-07. En la comunidad de Escobilla se presentó una proporción 1:1.5 sesgada hacia las hembras y una valor de chi cuadrada igual a χ^2=1.778, p=0.182. En ambas poblaciones (San Roque y Escobilla) las poblaciones son distintas al supuesto de que la proporción de sexos es 1:1.El total de la población presentó un porcentaje de hembras del 68.96%, mientras que el otro 31% corresponde a los machos en una proporción de 1:2.2, como lo encontrado por Forero-Medina et al. 2007 que reportan que

la proporción de sexos de *K. scorpioides albogulare* fue 1 macho por 1.97 hembras; mientras que la proporción reportada para *K. integrum* en el Estado de México, también estuvo sesgada hacia las hembras 1:1.7; sin embargo, estos datos contrastan con la proporción típica de los Kinostérnidos que según Carr y Mast (1988) e Iverson (1991) es de 1:1. Existen varios reportes sobre la proporción de sexos de tortugas de agua dulce en los que generalmente se reporta un sesgo hacia las hembras (Bury, 1979), de lo cual se sugiere que estas diferencias pueden ser causadas por los métodos inadecuados y selectivos de monitoreos (Gibbons, 1970). Otros estudios muestran que la proporción de sexos de las tortugas cuya determinación de sexo depende de la temperatura de incubación puede cambiar estacionalmente y por el sitio de muestreo (Dodd, 1989).

8.7 Densidad poblacional

La densidad poblacional en la localidad de El Aguacate se calculó en un mayor número de cuerpos de agua debido a la naturaleza del terreno muestreado y por tanto, a la distribución espacial de los organismos, lo que resultó en que se muestreara en más cuerpos de agua relativamente con una captura de pocos organismos en un área total más grande. La densidad calculada para esta localidad fue igual a 2620 organismos/ha, reportando ser la menor de las tres localidades muestreadas. Para esta localidad se reporta el valor de densidad calculada más alto de todos los muestreos en la que se calcularon 50000 organismos/ha. La localidad de San Roque presentó una alta densidad en los cuerpos de agua muestreados, pues para esta localidad fue suficiente realizar los muestreos en cuerpos de agua de gran volumen (398.38 m^3) en los que se encontró una alta abundancia (155 tortugas). La densidad calculada para esta localidad fue la mayor reportada respecto a las otras dos localidades (3865.65 organismos/ha), esto probablemente esté relacionado con la dinámica de la población, en la que probablemente al ser un ambiente léntico, para los organismos no es necesario dispersarse o moverse a otro hábitat, comparando con los organismos de El Aguacate, los que probablemente requieren desplazarse en busca de recursos, además de la naturaleza de su hábitat en ambientes lóticos. Finalmente la localidad de Escobilla presentó un valor de densidad calculada igual a 2840 organismos/ha, siendo muestreados únicamente tres cuerpos de agua temporales formados de manera natural, mostrándonos así que para esta población los cuerpos de agua tenían un volumen mayor y que al ser cuerpos de agua estancada los organismos se encontraron dentro de la misma área, estos resultados se muestran de manera similar a los datos de Hensley et al. (2010)

con la población de *Kinosternon sonoriense,* donde se menciona que la densidad de la población está relacionada con la disponibilidad de agua en la zona.

Estos resultados son comparados con el estudio de Iverson, 1976 con *K. oaxacae,* que encontró una densidad de 17500 individuos/ha, y una biomasa de al menos 0.523 kg/m^3; presentándose como el récord más alto para cualquier organismo del género *Kinosternon* (Iverson, 1976), lo cual no fue alcanzado en el presente estudio; otros estudios con especies del mismo género son reportados por Dean (1980) con una densidad de 48.2 organismos/ha para *K. scorpioides* en la costa de Chiapas, y Moll (1990) reporta densidades de 13.8 a 21 tortugas/ha (59.2 kg/ha) en el Valle central de Chiapas, México para *K. scorpioides;* así como Forero-Medina et al. (2007) reportan para *K. scorpioides albogulare* una densidad que varía de 77 a 254 tortugas por hectárea. La mayoría de estos estudios lo que denotan son la tendencia de las tortugas a agregarse en grupo, lo cual se debe a conductas de su sistema de apareamiento.

8.8 Reproducción

Macip-Ríos (2010) reporta que de manera general la familia Kinosternidae presenta valores medios de masa relativa de la nidada de 0.074 ($\pm$0.076 D.E.) y largo del carapacho de 120.17 mm; de manera similar se presentan los resultados para *Kinosternon oaxacae* donde se encontró una media de masa relativa de la nidada de 0.049($\pm$0.027 D.E.), semejante a lo reportado por Macip-Ríos et al. 2009 para *K. integrum* con una media para la MRN de 0.043 con el valor más pequeño reportado para el género *Kinosternon,* y a *K. creaseri* = 0.045 (Iverson, 1988), así como al promedio de la MRN en especies como *K. baurii* = 0.09; *K. flavescens* = 0.065; *K. sonoriense* = 0.068 y *K. hitipes* = 0.071 (Macip-Ríos, 2005). Los datos encontrados en este estudio contrastan de manera evidente con la masa relativa promedio de la nidada en *K. alamosae* = 0.112 (Macip-Ríos, 2005).

De manera general la Familia Kinosternidae presenta valores medios de la nidada de 3.94 según Macip-Ríos (2010); mientras que Iverson (2010) confirma que dependiendo de la especie el tamaño de la nidada puede variar de 1 a 8 huevos. Las nidadas mayores presentes en *Kinosternon oaxacae* en este estudio fueron de 4 huevos, las cuales presentan mayor peso; en este estudio la hembra con el mayor peso de la nidada reportado (33.6 g) presentó un peso igual a 438.2 g y un esfuerzo reproductivo calculado alto (0.083). Mientras que en la segunda nidada con mayor peso (28.5 g) la madre muestra un peso relativamente

bajo, pero se reporta el mayor esfuerzo reproductivo calculado, correspondiente a 0.114. Contrastando con el tamaño de la nidada reportado para *K. s. cruentatum* de 3 huevos, para *K. abaxillare* de 5 huevos, para *K.s. albogulare* de 8 huevos y para *K. s. scorpoides* de 6 huevos (Berry-Iverson, 2011). Bajo estos resultados se reporta que el esfuerzo reproductor de las hembras no está relacionado con el peso o la longitud de la hembra, sin embargo hubo una relación estrecha y una diferencia altamente significativa entre el tamaño de la nidada y la masa relativa de la nidada (R^2= 0.85 P<0.0001); mientras que Goode (1994) e Iverson (2010) mencionan que el tamaño de la nidada tiende a incrementar con el tamaño de la hembra, aspecto que en el presente estudio no se reporta significativo (R^2=0.013, p=0.61).

La hembra que presentó menor longitud en el caparazón fue de la localidad de San Roque con 118.8 mm de largo, la cual ovipositó únicamente un huevo, mientras que la hembra reproductiva con mayor longitud del caparazón fue de 146.1 mm de la localidad de Escobilla; concordando con los estudios de Iverson (1986) que reporta madurez sexual a partir de los 115 mm en el largo de carapacho para *K. oaxacae;* sin embargo, Pritchard y Trebbau (1984) han reportado organismos de *K. scorpoides* en donde el sexo no es evidente aún con 135 mm LC; mientras que para *K. abaxillare* alcanza la madurez sexual con 122 mm LC (Iverson, 2008); *K. s. cruentatum* alrededor de los 100-105 mm LC (Iverson, 2010); *K. s. abogulare* llega a la madurez con 122-132 mm (Goode, 1991, 1994) y *K. integrum* con un tamaño igual a 122 mm LC (Macip-Ríos et al. 2009).

La longitud media de los huevos de *Kinosternon oaxacae* fue de 30.55 ±2.170 mm de forma similar que en *K. integrum* con una longitud de los huevos promedio de 30.43 mm (Macip-Ríos et al. 2009), mientras que el ancho promedio del huevo para *K. oaxacae* fue de 17.19 ±0.746 mm y en *K. integrum* de 16.35 mm (Macip-Ríos et al. 2009) y un peso promedio para nuestra especie en estudio igual a 7.6 ±0.613 g, mientras que para *K. integrum* fue menor con 5.14 g (Macip-Ríos et al. 2009). Sobre los aspectos reproductivos de las poblaciones muestreadas en la localidad de El Aguacate, la base de datos de Harfush (Com. Pers.) indica explícitamente las medidas de 21 huevos con las siguientes características merísticas: largo promedio del huevo de 27.29 (±2.81 mm), máximo 30 mm, mínimo 22 mm; ancho promedio del huevo de 17.15 (±1.70 mm), máximo 21 mm, mínimo 15 mm; masa promedio del huevo de 4.28 (±1.48 gr), máximo 7.1 gr, mínimo 2.6 gr. Estos datos nos hacen notar que hay poca variación en el tamaño del huevo respecto a las especies mencionadas.

8.9 Conservación

El desarrollo de diversos instrumentos legales y reglamentarios para la protección, conservación y aprovechamiento sostenible de las especies silvestres, la implementación de programas federales, Parques Nacionales, Áreas Naturales Protegidas, UMAS (INE, 1999), Protección de Humedales y la constante capacitación de los pobladores en las regiones del Estado de Oaxaca, han logrado que las poblaciones humanas puedan ver poco a poco a las poblaciones silvestres con un alto valor cultural y generar su aprovechamiento con fines turísticos, de investigación, conservación, etc. principalmente en la región de la Costa, en la cual se trabajó en el presente estudio, pudimos observar que, de alguna manera las poblaciones de tortugas de agua dulce y sus hábitats no han sido afectadas por las actividades humanas, pues al estar protegidas algunas áreas naturales cercanas a nuestras localidades de muestreo como Parques Nacionales, Humedales, Santuarios, UMA´s etc. han comenzado a impulsarse con ciertos logros, principalmente como alternativa en muchas comunidades que pretenden conservar y aprovechar los recursos de la Vida Silvestre de manera sustentable a través de programas de conservación y protección (Fonseca et. al., 2013). Al no ser perceptibles en nuestra experiencia en campo problemas de explotación, deforestación, introducción de especies exóticas, etc., no quiere decir que estos problemas no existan, es por ello que para continuar con el trabajo de conservación de la vida silvestre se hace necesario desarrollar y actualizar planes de manejo basados en la investigación de la biología y la ecología de estos organismos (Galicia, 2007).

En Oaxaca es posible observar una cantidad significativa de superficie en buen estado de conservación debido a diversas modalidades que se han desarrollado en las comunidades campesinas e indígenas para la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad. El Área Natural Protegida conocida como Parque Nacional de Huatulco abarca aproximadamente 12 mil ha de las cuales 7 mil son selvas bajas y medianas caducifolias y 5 mil son marinas que protegen zonas importantes de bancos de coral; a esta Área Natural Protegida corresponde parte de la distribución de la especie en estudio (*K. oaxacae*) (Conanp, 2003), a pesar de ello, ninguna de las localidades de muestreo en este trabajo se encuentran dentro del Parque Nacional. Un sitio al que pertenece una de las localidades de nuestro estudio es el Santuario la Escobilla, en el cual se tiene principalmente la protección de las tortugas marinas que desovan en las playas de esta localidad, a la cual año con año llegan miles de tortugas bajo el fenómeno conocido como arribada, lo que ha convertido a

esta localidad en un sitio turístico y de alto impacto en los últimos años. La presencia de estas especies marinas y los programas de conservación que se han implementado en la zona de la Costa de Oaxaca para la protección de estas especies, favorecen de alguna manera a las poblaciones de otros organismos que presentan la misma distribución o parte de esta distribución como *K. oaxacae.*

En base a todas nuestras observaciones y a los resultados obtenidos, es importante resaltar que un aspecto fundamental para la política de conservación es contar con información sobre la distribución y el grado de endemismo de los grupos biológicos (World Conservation Monitoring Centre, 1992). En este sentido, el presente estudio en el que se refiere a la ecología poblacional de *K. oaxacae*, se ha estimado el tamaño poblacional en la zona e incrementado el conocimiento sobre su historia natural del cual se tiene un reducido conocimiento, necesario para asegurar su conservación. Es posible señalar que la población de *Kinosternon oaxacae* en las localidades evaluadas se encuentra estable y en potencial crecimiento en los próximos años debido a que las poblaciones presentaron estructuras predominantemente adultas (reproductoras) y con más hembras, lo cual es favorable para incrementar el reclutamiento, lo que permite resaltar que existen posibilidades para la conservación de las especies de este grupo de tortugas en la Costa de Oaxaca, pues la probable presencia de depredadores para la especie no fue notable y las actividades humanas parecen no afectar ni causar impacto a las poblaciones debido a que estas especies no son utilizadas como recurso de ningún tipo, no son sobreexplotadas y no están siendo fragmentados sus ecosistemas, de hecho algunas actividades como la formación de pozas de extracción de barro subsidian de alguna manera a las poblaciones de tortugas en la localidad de San Roque. No obstante, aún falta información por conocer e incluir, no sólo acerca de su distribución geográfica, sino además de los aspectos ecológicos que deben ser tomados en consideración en los planes de manejo de su conservación, tales como sus microhábitats, sus hábitos alimentarios, etc.

Considerando las estimaciones de deterioro ambiental del estado con un 50% de su superficie devastada (Casas-Andreu et al., 1996), es de alta prioridad conocer con más detalle, no tan sólo la herpetofauna de la región, sino su biota en general y poner énfasis en las especies endémicas, así como en los grupos más vulnerables (Primack, 2012). Ante los resultados de este estudio y del amplio deterioro en el Estado de Oaxaca, se considera la urgente necesidad de establecer políticas adecuadas en el uso del suelo, que al mismo

tiempo cubran los requerimientos de las poblaciones humanas de la localidad y posibiliten la conservación de la gran diversidad biológica del mismo. La solución al problema de la destrucción de los hábitats y el daño generado a las especies endémicas o en peligro de extinción es el de generar una conciencia de protección a la naturaleza en toda la población, para así detener el proceso de destrucción (Rodarte, 1997).

IX. CONCLUSIONES

- La temporada óptima para el muestreo de *Kinosternon oaxacae* es durante la época de lluvias (Junio-Octubre) con una alta densidad de estos organismos debido a la búsqueda de pareja y el aumento de recursos de ambiente y alimento (cuerpos de agua temporales)

- La presencia de organismos de la especie *Kinosternon oaxacae* se localiza en cuerpos de agua temporales, de bajo volumen de agua, localizando el mayor número de organismos y con mayor longitud de caparazón en sitios de mayor elevación, sin la presencia aparente de depredadores y con una mayor precipitación que los sitios de baja elevación.

- La captura manual en este tipo de organismos es más eficiente que el uso de trampas en hábitats o cuerpos de agua poco profundos y permanentes de bajo volumen.

- El tamaño poblacional calculado mediante el índice de Schumacher-Eschmeyer es mayor en la localidad de San Roque con 402.425 organismos y 28 recapturas que en El Aguacate con población calculada de 272.080 organismos y 8 recapturas, mientras que en la localidad de Escobilla se obtuvieron 47 organismos y cero recapturas.

- La abundancia mensual de la especie no tiene relación alguna con la precipitación y la temperatura. Los cuerpos de agua muestreados presentan una temperatura dentro de un rango constante (28.4-31.6 °C).

- La estructura de la población de *Kinosternon oaxacae* en las localidades de estudio corresponde al 73.16% de adultos, 6.98% de crías, 1.06% de juveniles y al 1.83% de adultos viejos.

- La proporción de sexos en las poblaciones evaluadas muestran una relación 1:2.2 sesgada hacia hembras.

- La densidad calculada en la localidad de El Aguacate es igual a 2620 organismos/Ha, en San Roque es de 3890 organismos/Ha y en Escobilla de 2840 organismos/Ha.

- El promedio de la masa relativa de la nidada es de 0.049. Las nidadas de mayor peso corresponden a nidadas con mayor número de huevos.

X. LITERATURA CITADA

Aguirre-León, G. 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Capítulo 3. Manual de Técnicas para el estudio de la fauna. Gallina- Tessaro, S. y López-González, C (editor). Volumen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. México. 377 pp.

Ayala, F. 1982. Population and evolutionary genetics. The Benjamin Cummings Publishing Company, Calif. 268 pp.

Begon, M. 1989. Ecología Animal. Modelos de cuantificación de poblaciones. Trillas, México.

Begon, M., Mortimer, M. y Thompson, D. 1996a. Population Ecology. A unified study of animals and plants. Third edition. Blackwell Science.Osney Mead, U.K. pp. 247.

Begon, M, Harper, J. y Townsend, C.1996b. Ecology. Individuals, populations and communities. Third Edition. Blackwell Science. Osney Mead, U.K. Pp. 1068.

Berry, J. 1978.Variation and sistematics in the *Kinosternon scorpioides* and *K. leucostomum* complexes (Reptilia: Testudines: Kinosternidae) of México and Central América. Ph. D. Dissertation. Salt Lake City: University of Utah.

Berry, J. y Iverson, J. 1980. A New Species of Mud Turtle, Genus Kinosternon, from Oaxaca, Mexico Journal of Herpetology Vol. 14, No. 4.pp. 313-320.

Berry, J. y Iverson J. 2011. *Kinosternon scorpioides (*Linnaeus, 1766). Scorpion Mud Turtle. Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises. Chelonian Research Foundation.

Bury, R. 1979. Population ecology of fresh water turtles. In: Harless, M. and Morlock. H. (Eds.). Turtles: Perspectives and Research. New York: John Wiley and Sons, pp. 571-602.

Cagle, F. 1939.A system for marking turtles for future identification. Copeia 1939:170-173.

Carr, A. 1952. Handbook of Turtles. Ithaca, New York: Cornell University Press, 542 pp.

Carr, J. y Mast, R. 1988. Natural history observations of *Kinosternon herrerai* (Testudines: Kinosternidae).Trianea. 1:87-97.

Carr, J. 1993. Geographic distribution: *Kinosternon oaxacae* (Oaxaca Mud Turtle). Herpetological Review 24(3):108.

Carr, J., Ann, M., Patton, M. 2008. Nesting Behavior in Three- Toed Box Turtles (*Terrapene carolina triunguis)* Following Oxytocin-Induced Oviposition. Chelonian Conservation and Biology 7 (1): 124-128.

Casas-Andreu G., Mc Coy C. 1979.Anfibios y Reptiles de México. Claves ilustradas para su identificación. Editorial Limusa. México.

Casas-Andreu G., Méndez, F., Camarillo, J. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, Distribución y Conservación. Acta Zool. Mex. 69: 1 35.

Castañeda, J. 2013. Parque Nacional Huatulco. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México.

Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO/ Fondo de Cultura Económica. México. 986 p.

Cervantes, M. 1998. Programa Nacional de zonas húmedas. Manual para el manejo y conservación de la SEMARNAP, U.S. Fish and Wildlife Service, Arizona Game and Fish Department and Wetlands International the Americas-Program México, México, D.F.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2003. Programa de Manejo. Parque Nacional Huatulco, México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2012. Programa de Conservación de especies en riesgo. PROCER. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos. Informe de Evaluación Ambiental. Proyecto: Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad. México.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2013. Reporte de las variables físicas ambientales para localidades de Oaxaca (1960-2009).

Cuéllar, O. 1984. Reproduction in a parthenogenetic lizard with discussion of optimal clutch size and a critique of the clutch weight/ body weight ratio. American Midland Naturalist 111:242-258.

Dean, R. 1980. Selected aspects of the ecology of the Central Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises. American mud turtle *Staurotypus salvinii*. M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, Texas.

Edmonds, J. y Brooks, R.1996.Demography, sex ratio, and sexual size dimorphismin a northern population of common musk turtles (*Sternotherus odoratus*). Canadian Journal of Zoology. 74:918-925.

Ernst, C. and Barbour, R. 1989. Turtles of the World. Washington, DC: Smithsonian Instution Press, 313 pp.

Ernst, C., Lovich, J. y Barbour, R.1994. Turtles of the United States and Canada. Smithsonian Institution Press. Washington. pp. 578.

Espejel, G. 2004. Aspectos biológicos del manejo del Chopontil, *Claudius angustatus* (Testudines: Staurotypidae). Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, A. C. México.

Fonseca, S. Piña, I. Sánchez, G., García, F., Gutiérrez, R. 2013. Estrategias para la conservación de áreas naturales protegidas en el estado de Oaxaca. SEMARNAT Oaxaca. Instituto Nacional de Ecología.

Forero-Medina, G., Castaño- Mora, O., y Montenegro, O. 2007. Abundance, population structure and conservation of *Kinosternon scorpioides albogulare* on the Caribbean Island of San Andrés, Colombia. Chelonian Conservation and Biology 6:163-169.

Fox, S., Mc Coy, J. y Baird, T. 2003.Lizard social behavior. The Jhons Hopkins University Press. Baltmore and London.438 pp.

Frazer, N. 1991.Life history and demography of the common mud turtle *Kinosternon subrubrum* in South Carolina, USA.Ecology. 72(6):2218-2232.

Galicia, P. 2007. Monitoreo de las poblaciones de *Trachemys venusta, Staurotypus triporcatus y Kinosternon leucostomum* en la laguna experimental del Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

García, E. 1990. Clasificación de climas. 1: 4000 000. IV.4.10 (A). Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Gibbons, J. 1970. Sex ratios in turtles. Researches in Population Ecology 12:252-254.

Gibbons, J. 1990. The slider turtle. En Gibbons J. W. (Ed): Life history and ecology of slider turtle. Smithsonian Institution Press. Pennsylvania, USA. 3-18 pp.

González, J. 2004. Diversidad Biológica y Cultural de Oaxaca. Biología Ambiental. UNAM.

González, P. 2010. Manejo y crianza de Tortugas en Cautiverio: Manual de capacitación. Tabasco.

González, R. 2011. Diagnóstico Socio-Ambiental: Oaxaca 2011. Grupo Mesófilo A.C. Gestión y Operación de Comités Regionales de Recursos Naturales.

Goode, J. 1991. Breedind semi-aquatic and aquatic turtles at the Columbus Zoo In: Beaman, K. R., Caporaso, F., Mc Keown, S. and Graff, M. D. (Eds.), Proceedings of the First International Symposium on Turtles and Tortoises: Conservation and Captive Husbandry, 1990. Los Angeles: Circle Printing Company, pp. 66-76.

Goode, J. 1994. Reproduction in captive neotropical musk and mud turtles (*Staurotypus triporcatus, S. salvinii and Kinosternon scorpioides).* In: Murphy, J. B. and Adler, K. (Eds.). Captive Management and Conservation of Amphibians and Reptiles. Lawrence, Kansas: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, pp. 275-295.

Groombridge, B. y Jenkins, M. 2002. *World Atlas of Biodiversity.* UNEP-WCMC. University of California Press. USA.

Hensley, F., Jones, R., Maxwell, S., Adams, J., Stevenson, N. 2010.Demography, Terrestrial Behavoir, and Growth of Sonora Mud Turtles (*Kinosternon sonoriense)* in an Extreme Habitat. The Herpetologists League. Herpetological Monographs, Number 24:174-193.

Hulse, A. 1976.Food habits and feeding behavior in *Kinosternon sonoriense. (*Chelonia: Kinosternidae). Journal of Herpetology 8:195-199.

Hulse, A. 1982.Reproduction and population structure in the turtle, *Kinosternon sonoriense*. South-western Naturalist 27:447–456.

Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable (IEES), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP),2012. Programa Estatal de Humedales Costeros de Oaxaca (PEHCO) "Estrategia Estatal de Humedales. Oaxaca, México.

Instituto Nacional de Ecología, 1999. Requisitos para el registro de UMAS. Mecanoescritos. 25 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2013. http://www.inegi.org.mx/

Iverson, J. 1986.Notes on the natural history of the Oaxaca mud turtle, *Kinosternon oaxacae.* Journal of Herpetology 20 (1): 119-123.

Iverson J. 1991. Life history and demography of the yellow mud turtle, *Kinosternon flavescens.* Herpetologica. 47(4):373-395.

Iverson, J. 1999. Reproduction in the Mexican mud turtle *Kinosternon integrum*. Journal of Herpetology 33:144-148.

Iverson, J. 2008.*Kinosternon scorpioides abaxillare (*Central Chiapas Mud Turtle).Size, growth, and reproduction. Herpetological Review 39:217-218.

Iverson, J. 2010. Reproduction in the red-cheeked mud turtle (*Kinosternon scorpioides cruentatum)* in southeastern Mexico and Belize, with comparison across the species range.Chelonian Conservation and Biology 9:250-261.

Iverson, J., Le, M. and Ingram, C.2013.Molecular phylogenetics of the mud and musk turtle family Kinosternidae. Molecular Phylogenetics and Evolution 69:929-939.

Krebs, C. 1972. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row, New York.753 pp.

Krebs, C. 1996. Ecological methodology.2nd edition. Addison Wesley Longman, Menlo Park, C. A.

Legler, J. y Vogt, R. 2013. The Turtles of Mexico. Land and Freshwater Forms. University of California Press. Berkeley.

Lemos-Espinal, J., Rojas-González, R. y Zúñiga-Vega, J. 2005. Técnicas para el Estudio de Poblaciones de Fauna Silvestre. UNAM-CONABIO. México.

Lincoln, F. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns.U. S. D. A. Circ. 118:1-4.

Macip-Ríos, R. 2005. Ecología Poblacional e Historia de Vida de la Tortuga *Kinosternon integrum* en la Localidad de Tonatico, Estado de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. UNAM. México.

Macip-Ríos, R. Arias-Cisneros, M., Aguilar- Miguel, X., y Casas- Andreu, G. 2009. Population ecology and reproduction of the Mexican mud turtle (*Kinosternon integrum*) in Tonatico, Estado de Mexico. The Western North American Naturalist 64:501–510.

Macip- Ríos, R., Sustaita-Rodríguez, V., Barrios-Quiroz, G., and Casas-Andreu, G. 2010. AlimentaryHabits of the Mexican Mud Turtle (*Kinosternon integrum*) in Tonatico, Estado de México. Chelonian Conservation and Biology.9 (1): 90-97.

Macip-Ríos, R. 2010. Esfuerzo reproductor en Kinostérnidos. La variación temporal del ambiente como promotor de su evolución. Tesis que para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas, México, D.F.

Macip-Ríos, R., Brauer- Robleda, P., Zúñiga- Vega, J., Casas-Andreu, G. 2011. Demography of two populations of the Mexican mud turtle (*Kinosternon integrum)* in central Mexico. Herpetological Journal 21: 235-245.

Moll, D. 1990. Population sizes and foraging ecology in a tropical freshwater stream turtle community. Journal of Herpetology 24:48-53.

Morales-Verdeja, S. y Vogt, R. 1997. Terrestrial movements in relation to an estivation and the annual reproductive cycle of *Kinosternon leucostomum*. Copeia. 1997 (1):123-130.

Porter, R. 1972. Herpetology. Philadelphia, PA: Saunders. 452-490 pp.

Pritchard, P. y Trebbau, P. 1984. The Turtles of Venezuela. Ithaca, New York: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Contributions in Herpetology, 414 pp.

Punzo, F. 1974.A qualitative and quantitative study of the food items of the yellow mud turtle, *Kinosternon flavescens,* (Agassiz).Journal of Herpetology 8:267-269.

Ricárdez, L. 2008. Plan Municipal de Desarrollo. H. Ayuntamiento Constitucional de San Pedro Pochutla, Oaxaca.

Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191.

Rodarte, G. 1997. Ecosistemas y Biodiversidad en la Costa Oaxaqueña. Acercamiento descriptivo altitudinal. Ciencia y Mar, UMAR. Mayo-agosto 1997.

Ryan, K. y Lindeman, P. 2007. Reproductive allometry in the common map turtle *Graptemys geographica*. American Midland Naturalist 158:49–59.

Salas, M., Saynes V., y Schibli, L. 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán. Boletín de la Sociedad Botánica de México, núm. 72, junio, 2003, pp. 21-58, Sociedad Botánica de México.

SAS, Institute Inc. 2002. JMP. Stadistical Discovery Software. Ver. 5.0.1. Cary, USA.

SEMARNAT. 2009. Estudio previo justificativo para establecer el Área Natural Protegida en categoría de *Santuario Playa de Escobilla,* Santa María Tonameca, Oaxaca.

SEMARNAT. 2010. NOM-059-ECOL-2001. Diario oficial de la Federación. México.

Smith, H. y Smith, R. 1979. Synopsis of the Herpetofauna of Mexico.Vol. VI. Guide to Mexican Turtles, Bibliographic Addendum III. John Johnson, North Bennington, Vermont.1044 pp.

Smith, G. y Iverson, J. 2002. Sex ratio in common musk turtles (*Sternotherus odoratus*) in a North-Central Indiana lake: a long-term study. American MidlandNaturalist.148:185-189.

Stearns, S. 1992. The Evolution of Life Histories. Oxford University Press.

Van Dijk, P. y Canseco-Marquez, L. 2007. *Kinosternon oaxacae*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3.

Vogt, R. C. 1980.New methods for trapping aquatic turtles. Copeia 1980 (z): 368: 371.

Vogt, R. 1981. La demografía de dos poblaciones de *Kinosternn leucostomum.* Res. V Congreso Nacional de Zoología. México.

Vogt, R. y Guzmán- Guzmán, S. 1988. Food partitioning in a neotropical freshwater turtle community. Copeia 1988: 37-47.

Vogt, R. 1999. Ecología de las comunidades y estatus de las poblaciones de tortugas dulceacuícolas del sureste de México. Gaceta Regional SIGOLFO 1(4):7-B.

World Conservation Monitoring Centre. 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth`s living Resources.* Chapman & Hall.Londres.594 pp.

Zar, J. 1999. Biostatistical Analysis.Fourth Edition.Prentice Hall.New Jersey. Pp.662.

Zenteno, R. 1999. Caracterización demográfica de la tortuga pinta (*Trachemys scripta venusta)* y sus potencialidades de aprovechamiento en la laguna experimental del Campus Veracruz. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados. Altamirano, Veracruz. 106 pp.

Zug, G. 1993. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. 527 pp.