



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

“COMPARACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS
POBLACIONES DE TORTUGAS DEL GÉNERO
Kinosternon EN EL ESTADO DE MÉXICO”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

VÍCTOR HUGO SUSTAITA RODRÍGUEZ

TUTOR: Dr. GUSTAVO CASAS ANDREU



2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE CIENCIAS

División de Estudios Profesionales



ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente.

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

"Comparación morfológica de dos poblaciones de tortugas del género *Kinosternon* en el Estado de México"

realizado por **Sustaita Rodríguez Víctor Hugo**, con número de cuenta **096328592** quien opta por titularse en la opción de **Tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dr.	Alejandro Botello Camacho	
Propietario	M. en C.	Rodrigo Macip Ríos	
Tutor(a) Propietario	Dr.	Gustavo Casas Andreu	
Suplente	Biól.	Mónica Salmerón Estrada	
Suplente	Biól.	Gabriel Barrios Quiroz	

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 Ciudad Universitaria, D. F., a 9 de noviembre del 2007
 EL COORDINADOR DE LA UNIDAD DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA

DR. ZENÓN CANO SANTANA

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

Dedicatoria

En una muy especial a mi madre Estela Rodríguez Aviña
por el apoyo y por ser una gran mujer.

En otra también especial a mi padre José Sustaita Martínez, sé que sigues por
aquí.

A Lintzy Itzel Vaylón Chávez... por el placer de no ser...

Y por último a esa personita que ha llenado de alegría a mi madre y a la casa, mi
sobrino Emiliano Sustaita Espinosa.

Agradecimientos

En especial al Dr. Gustavo Casas Andreu por su asesoramiento y por la oportunidad de trabajar en este proyecto, además por su paciencia y su amistad. A la M. en C. Xochitl Aguilar por sus ánimos y comentarios.

A mis sinodales, M. en C. Rodrigo Macip Ríos, Biól. Gabriel Barrios Quiroz, Dr. Alejandro Botello Camacho y Biól. Mónica Salmerón Estrada por sus comentarios y sugerencias que contribuyeron positivamente a este trabajo.

En Tonatico al Sr. Apolonio y al Sr. Aurelio por su apoyo y por permitirme trabajar en su propiedad, y en San José Deguedo al Sr. Raúl Pontón por su amabilidad.

A mis compañeros y amigos que me ayudaron en el campo y que hicieron de esas salidas un gran aprendizaje, Gabriel Barrios, Rodrigo Macip, Ricardo Mariño y Cinthia Mendoza, además a Pablo Brauer. También a mis compañeros de laboratorio, Angélica Lizarraga por tantos y tantos dulces y galletas, Hilda Berrier, Anahí Güizado, Arturo Andrade, Rafael Ortega y a todos aquellos que por falta de espacio no los pude nombrar.

A mi familia, mi madre Estela Rodríguez Aviña, por todos estos años de apoyo y cariño, a mi hermano José Alberto Sustaita Rodríguez y a su familia, Concepción Espinosa, Héctor Espinosa y ese pequeñín que sonríe siempre Emiliano Sustaita Espinosa, gracias por soportarme.

A mi otra gran familia, la Familia Guzmán Hernández que sin su apoyo incondicional este trabajo no estaría aquí plasmado, Eliseo Guzmán, Manuela Hernández (q.e.p.d.), Guillermo Guzmán, Pedro Guzmán, Laura Guzmán y Arual A. Guzmán, además a Víctor Guzmán y familia, Carmen Arriaga, Luz del Carmen, Luis Eduardo, Liliana Victoria (güereja) y Leonardo Hugo, a todos gracias por ser mi familia.

A mis tres perros, al “*Mechas*”, al “*Amigo migagon*” (†) y al “*Albert*”, que a su forma me brindan cariño y felicidad.

A la familia Rivera Lomelí, al Sr. Enrique Rivera, Sra. Georgina Lomelí, a mi Psicóloga de la UAM Alejandra Rivera, Enrique Rivera, Víctor Rivera y familia, Montserrat Rivera y Rafilla (gracias por las quesadillas), a David Rivera y familia y a mi gran hermano Golo alias Rodrigo Rivera Lomelí por invitarme a pertenecer a su hermosa familia.

A mis amigos que han estado conmigo durante mucho tiempo y las enseñanzas de la vida las he vivido con ellos, César Navarro, Pablo González, David Castillo, Luis Belmont, Edgar Ramírez, Efraín Partida, Manuel Jiménez y Armando García. A mis dos grandes amigas y hermanas en las buenas y en las malas, Paulina

Vidal y Alejandra López. A todos y cada uno de ustedes gracias por estar en una parte de este camino.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y dentro de ella, a la Escuela Nacional Preparatoria 6 “Antonio Caso” y a la Facultad de Ciencias. A mis compañeros y amigos de la Facultad, que compartieron clases, practicas de campo, tareas y exámenes, Fernanda, Graciela, Mariana, David, Amaranta, Ángeles y Ángel (Gelos), y a todos mis profesores de la Facultad de Ciencias.

Además a la Familia Vaylón Chávez por abrirme la puerta de su casa y mostrarme lo maravilloso de su hogar, a la Sra. Leticia Chávez, al Sr. Miguel Vaylón, a Manuel Vaylón, a Miguel “Misha” Vaylón y Philippe Exelmans, y a Christopher Vaylón y familia.

A ti que un día decidiste compartir tiempo, alegrías, tristezas y parte de tu vida a mi lado... *“y sabes que realmente lo haces muy bien”*... y tu apoyo todos los días ha logrado que se concrete un paso más en el camino que recorreremos juntos... GRACIAS... Lintzy Itzel Vaylón Chávez.

Ayotl... Tortuga

¿Por qué las tortugas tienen la concha cuarteada?; ¿Qué son esas figuras que tienen en la concha?... Esas preguntas se hacían los animales en el bosque, hasta que el búho tomó la palabra y comenzó a contar una historia...

- Hace muchos años -empezó el búho,- vivía en un lago una tortuga que quería conocer más allá del lugar donde habitaba y siempre se quejaba de que era lenta y de su cuerpo y forma.

Un día llegaron por ahí dos patos silvestres que habían descendido a aquel lago para descansar un poco, se hicieron amigos de la tortuga y le dijeron:

" - Amiga tortuga: el lugar donde nosotros vivimos, es un Lago Hermoso, es maravilloso, ¿Por qué no nos acompañas allí? -"

" - Pero ¿cómo podré llegar allí? - preguntó la tortuga.- Yo no puedo volar -".

" - Te llevaremos nosotros - replicaron los patos.- Pero has de conservar la boca cerrada y no hablar ni una sola vez -".

" - ¡Oh, eso es muy sencillo! - "

" - Perfectamente, cógete con la boca a este palo, y nosotros sostendremos los extremos -".

Y diciendo esto, los dos patos cogieron con el pico un fuerte palo, de cuyo centro se colgó la tortuga.

Volaron, volaron los dos patos, y de pronto todos los animales que los vieron exclamaron:

" - ¡Dos patos llevan una tortuga colgada de un palo!-".

Al oír esto la tortuga no pudo contenerse y fue a replicar:

" - Si mis amigos han escogido este sistema de transporte, ¿qué les importa a ustedes, míseros esclavos? -"

Apenas había empezado a pronunciar estas palabras, perdió la presa que hacía en el palo, y cayó, cayó, hasta llegar al suelo, donde quedó completamente destrozada.

La tortuga se arrepintió de lo que había hecho y dicho, entonces Tzapotlatena (diosa de la naturaleza) le perdonó y la unió de nueva cuenta. Esa es la razón por la cual las tortugas tienen la concha cuarteada.

Anónimo. Cuento popular Náhuatl
Cuacuila, Puebla,
2005

ÍNDICE

	Página
Resumen	1
1. Introducción	
1.1 Tortugas dulceacuícolas en México.	3
1.2 Modos de especiación.	4
1.3 Concepto de especie.	5
2. Antecedentes	
2.1 Descripción de la familia Kinosternidae y la especie <i>Kinosternon integrum</i> .	8
3. Área de estudio	
3.1 Generalidades del Estado de México.	12
3.2 San José Denuedo.	13
3.2.1 Orografía.	14
3.2.2 Clima.	15
3.2.3 Flora.	15
3.2.4 Hidrología.	16
3.2.4.1 Cuenca del Pánuco	16
3.3 Tonatico.	18
3.3.1 Orografía.	18
3.3.2 Clima.	19
3.3.3 Hidrología.	19
3.3.3.1 Cuenca del Balsas.	20
3.3.3.2 Geología de la Cuenca del Balsas.	21
3.3.4 Flora.	21
4. Objetivos.	23
5. Hipótesis.	24
6. Método	
6.1 Trabajo de campo.	25
6.2 Toma de datos.	25
6.3 Análisis de los datos.	26
7. Resultados	
7.1 Comparación Macroecológica.	30

7.2 Comparación Morfológica.	31
7.3 Comparación Morfológica con importancia taxonómica.	34
7.4 Comparación entre diferentes especies y/o poblaciones del complejo <i>Kinosternon scorpioides</i> .	38
8. Discusión	
8.1 Comparación Macroecológica.	42
8.2 Comparación Morfológica.	43
8.3 Comparación Morfológica con importancia taxonómica.	43
8.4 Comparación entre diferentes especies y/o poblaciones del complejo <i>Kinosternon scorpioides</i> .	44
9. Conclusiones.	46
10. Literatura Citada.	48
11. Apéndice I.	55

Comparación morfológica de dos poblaciones de tortugas del género *Kinosternon* en el Estado de México.

Resumen

En México existen alrededor de 39 especies de tortugas de agua dulce, de éstas, 18 especies pertenecen a la familia Kinosternidae y 15 al género *Kinosternon*. De los kinostérnidos mexicanos, *Kinosternon integrum* resalta por su extensa distribución y por sus relaciones filogenéticas con otras especies y con un papel muy importante en el proceso de especiación de *K. alamosae*, *K. chimalhuaca* y *K. oaxacae*, en la costa del Océano Pacífico Mexicano. En este trabajo se abordó el aspecto morfológico del género *Kinosternon* en dos poblaciones de tortugas en el Estado de México, al Norte, en San José Deguedo y al Sur, en Tonatico, las cuales se encuentran separadas por una barrera geográfica, que es el Nevado de Toluca y las serranías cercanas. Cada individuo fue medido, pesado y marcado con cortes en los escudos marginales del carapacho para identificarlos en el campo. Se analizaron un total de 45 individuos, de los cuales 20 fueron para San José Deguedo y 25 para Tonatico.

La vegetación principal en San José Deguedo es Bosque de Encino con una altitud de 2450 msnm y en Tonatico es Selva Baja Caducifolia con una altitud de 1650 msnm. La temperatura media anual en Deguedo es de 18°C con un clima templado sub-húmedo y de 28°C en Tonatico con un clima semicálido sub-húmedo.

Después de analizar las diferentes variables morfométricas y merísticas, las variables que resultaron diferentes fueron, el largo de carapacho ($F=3.355$, 26 g. l., $p=0.0036$), y el largo de plastrón ($F=3.188$, 26 g. l., $p=0.042$) por sexo y localidad, aquí las hembras de San José Deguedo son más pequeñas que las hembras de Tonatico y las hembras de ambas poblaciones son más pequeñas que los machos en las dos poblaciones. Las diferencias significativas se dieron en los siguientes caracteres de importancia taxonómica: ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior,

largo de la sutura del escudo interfemoral ($F=2.9511$, 38 g.l., $p=0.018$). Otra diferencia es el contacto axilar inguinal ($\chi^2=6$, 44 g.l., $p=0.0143$). Un contacto más en donde se obtuvieron diferencias significativas es el contacto entre el escudo marginal 2 y el escudo central ($F=4.079$, 44 g.l., $p=0.0496$). La forma de los escudos vertebrales V1-V5 difieren en las poblaciones en la forma del escudo V5, siendo en Tonatico de "Pico" y en San José Deguedo más "Compacta" con relación a la de Tonatico. Consideramos que tanto las diferencias de hábitat como morfológicas se puede decir que se trata de dos poblaciones con especies de tortugas distintas a *Kinosternon integrum*.

Palabras clave: *Kinosternon*; comparación morfológica; comparación macroecológica; importancia taxonómica; especiación; San José Deguedo; Tonatico; México.

1. Introducción.

1.1 Tortugas dulceacuícolas en México.

Las tortugas dulceacuícolas que se distribuyen en México, pertenecen a las familias: Chelydridae, Dermatemyiidae, Emydidae, Kinosternidae y Trionychiidae, dentro de estas familias, se encuentran alrededor de 13 géneros y 39 especies (Liner, E. A. 2007). En los últimos once años en lo que respecta a la taxonomía de las tortugas dulceacuícolas de México, se ha descrito una nueva especie, *Kinosternon chimalhuaca* (Berry *et al.*, 1997), y tres subespecies elevadas a la categoría de especie, *K. arizonense*, *K. durangoense* y *K. flavescens* (Serb, J. M. *et al.*, 2001), todas pertenecientes al género *Kinosternon* (Flores Villela y Canseco-Márquez, 2004).

De las tortugas de agua dulce que se encuentran en México, el género *Kinosternon* es el mejor representado por el número de especies que el género presenta y es el país considerado como su centro de radiación. Estas tortugas se encuentran desde ambientes lóticos hasta lénticos, siendo desde pequeñas charcas estacionales y arroyos muy pequeños, pasando por ríos muy caudalosos tanto en el Río Balsas en la vertiente del Océano Pacífico, o el Río Papaloapan en el Golfo de México (Pritchard y Trebbau, 1984).

En México 15 especies de tortugas de agua dulce pertenecen al género *Kinosternon*. Una de ellas, *Kinosternon integrum* es endémica (Ernts y Babour, 1989), y es la tortuga de agua dulce más ampliamente distribuida en el país. Se puede encontrar desde el Sur de Sonora, hasta el Centro de Oaxaca, ocurriendo en todo el Altiplano Mexicano y una gran parte de la costa del Océano Pacífico, penetrando al continente por la cuenca del Río Balsas (Casas-Andreu, 1982). Su distribución altitudinal es igualmente amplia, la cual va de los 0 a los 2220 msnm, por lo cual, existe la duda si se trata de una sola especie, de un conjunto de especies o subespecies, debido a la compleja historia geológica del área donde se distribuye. Evidencia de lo anterior son los casos de *K. alamosae*, *K. chimalhuaca* y *K. oaxacae*, especies previamente consideradas como *K. integrum* (Berry *et al.*

1997; Iverson *et al.* 1998) y que se encuentran distribuidas en la costa del Océano Pacífico. De la misma manera, la población de tortugas perteneciente a la zona de Tonatico y la de la zona de San José Deguedo han venido siendo determinadas como *K. integrum*.

1.2 Modos de especiación.

La especiación es el proceso de individualización de una especie distinta a partir de otra preexistente. Para que haya un evento de especiación, hace falta que de un conjunto de poblaciones interfecundas se originen dos conjuntos aislados uno de otro, ya sea por factores extrínsecos (condiciones geográficas bajo las cuales comienza el proceso de especiación) o intrínsecos (particularidades genéticas, reproductivas, de comportamiento) que caractericen a las nuevas especies y las mantengan como entidades independientes (Crisil y Morrone, 1989).

El modo más simple de especiación es de tipo alopátrida o geográfica y puede ser “el más prevalente en la naturaleza” (Ayala y Valentine, 1983). El proceso implica que las poblaciones queden aisladas físicamente debido a barreras geográficas (ríos, montañas, etc.) que interrumpen el flujo genético entre ellas. Las poblaciones aisladas irán divergiendo genéticamente por efecto de la aparición de nuevos genes mutantes, los cambios en frecuencias alélicas debido a la selección natural y la deriva genética, con el paso del tiempo llegarán a producir razas distintas que se convertirán en especies distintas (Crisil y Morrone, 1989).

Existen dos grandes patrones de especiación alopátrida, especiación vicariante y especiación peripátrida (Mayr, 1963). La especiación vicariante, se da cuando la población es dividida por la emergencia de una barrera determinada o la extinción de poblaciones intermedias, evitando de este modo el flujo génico. Ante la ausencia de flujo genético, las diferencias se irán pronunciando en términos genéticos y morfológicos (en unos casos más que en otros) hasta que ambas poblaciones se encuentren aisladas reproductivamente dadas las divergencias

genéticas como la diferenciación en números cromosómicos (esto sí tomamos en cuenta el concepto de especie biológica). Una vez aisladas y diferenciadas las poblaciones, pueden haber varias alternativas, es decir volver a juntarse, permanecer separadas, o distribuirse periféricamente entre sí manteniendo ciertas zonas de contacto (Mayr, 1963, Ayala y Valentine, 1983). Si sus distribuciones permanecen separadas geográficamente, estas serán especies alopátridas. Si ambas especies se vuelven a distribuir en la misma región geográfica, compartiendo el espacio (superposición espacial) pero sin intercambiar genes, las mismas son conocidas como especies simpátridas. Si mantienen una distribución periférica, las poblaciones en cuestión serán especies parapátridas (Mayr, 1963; 2000).

El modelo de especiación peripátrida, implica la separación de una pequeña población de otra mayor, por ejemplo, con la finalidad de colonizar un nuevo ambiente (efecto fundador) y permanecer aislada de la población mayor. Con el tiempo se logrará una divergencia genética y/o morfológica que derive en una nueva especie. La constitución de una pequeña población implica la posibilidad de fluctuaciones bruscas en las frecuencias génicas (deriva genética al azar), que creen nuevos arreglos en función del pool genético disponible y las presiones selectivas (selección natural) que conduzcan o direccionen el proceso. Esta situación se refuerza con el aislamiento al que se ven sometidas las poblaciones, producto de procesos de colonización a diferentes ambientes como una estrategia fundamentalmente de dispersión de la población, es por ello, que la especiación peripátrida también es conocida como especiación por efecto fundador (Mayr, 1963; Cracraft, 1983).

1.3 Concepto de Especie.

El concepto de especie biológica, nos dice que especie es un grupo o población natural de individuos que pueden cruzarse entre sí y además su descendencia sea fértil, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines. Éste es el concepto más aceptado y de mayor consenso, al menos

entre los zoólogos (González-Donoso, J. M. 1995). El asumir una especie como biológica, implica evolutivamente asumir que es una población reproductivamente aislada, por lo que constituye un linaje evolutivo separado y que es reforzado por una serie de barreras que pueden ser de carácter geográfico o biológico. La especie biológica es libre de seguir su propio curso en respuesta a los procesos genéticos e influencias ambientales que causan los cambios evolutivos (Dobzhansky, 1937; Mayr, 1942). Este concepto está basado en la observación de que las poblaciones de diferentes especies coexisten, comparten el territorio pero no se reproducen. De esta forma se deduce que si de una especie se derivan otras es necesario que exista una barrera para que no haya cruzamiento, estas barreras pueden estar dadas por la separación geográfica o porque existen las condiciones necesarias para que haya una separación reproductiva dentro de la misma área (Cracraft. J. 1983).

Según el concepto de especie morfológica o tipológico, cada especie es distinguible de sus afines por su morfología, este concepto postula que las especies se pueden definir en base a unos caracteres taxonómicos tipo, que representan la esencia de cada especie, así se establecen diferencias entre animales por eso está basado en la morfología (González-Donoso, J. M. 1995).

Evidentemente el aislamiento en la reproducción es total entre especies que no están estrechamente emparentadas. Los problemas surgen cuando tratamos de discriminar especies bastante parecidas entre sí y emparentadas (separadas recientemente en el curso de la evolución). Hay casos en los que la aplicación del concepto biológico de especie, es difícil, como: cuando hay en la misma especie, fases de desarrollo, sexos o generaciones, con apariencia tan distinta que podrían ser tomadas como pertenecientes a especies distintas; cuando tenemos especies denominadas "especies gemelas" que están realmente aisladas, pero se parecen tanto que cuesta encontrar caracteres discriminantes. Otro caso es cuando hay dos conjuntos de poblaciones entre los cuales se notan diferencias, pero están separados físicamente y no se pone a prueba el aislamiento, las diferencias aunque sean correlacionadas no son una prueba del aislamiento en los procesos

de reproducción, solamente reflejan el aislamiento físico (Ayala y Valentine, 1983; González-Donoso, J. M. 1995).

Otros problemas se presentan cuando existen casos en los que el concepto biológico de especie no se puede aplicar, como, cuando hay dos conjuntos de poblaciones con diferencias morfológicas y genéticas patentes, pero que se hibridizan en parte de su área, o cuando hay reproducción asexual, donde la definición basada en el aislamiento reproductivo no tiene sentido (Ayala y Valentine, 1983; González-Donoso, J. M. 1995).

Hay más propuestas sobre el concepto de especie, destacando el concepto de especie evolutiva de Wiley (1978) el cual propone que es un simple linaje (una secuencia ancestrodescendiente) de poblaciones u organismos que mantienen su identidad de otros linajes y que poseen sus propias tendencias históricas y evolutivas, el concepto de especie evolutiva toma en cuenta que la evolución cladogenética puede ser reticulada, esto significa que aquellas poblaciones que inicialmente se separaron y que comenzaron a divergir genéticamente, vuelven a juntarse truncando de esta manera el aislamiento y produciendo especies híbridas de las que emerge una nueva población que puede ser reconocida como unidad independiente. El concepto de especie filogenética propuesto por Cracraft (1989), reconoce como especie a cualquier grupo de organismos en el cual todos los organismos comparten un único carácter derivado o apomórfico (no presente en sus ancestros o afines), si este concepto fuera utilizado rigurosamente, poblaciones locales aunque ubicadas cercanamente entre sí serían consideradas especies diferentes debido a que cada población puede tener variantes genético moleculares únicas. Van Valen (1976) propuso el concepto de especie ecológica, en donde especie es un linaje (o un conjunto de linajes cercanamente relacionados) que ocupa una zona adaptativa mínimamente diferente en su distribución de aquellas pertenecientes a otros linajes, y que además se desarrolla independientemente de todos los linajes establecidos fuera de su área biogeográfica de distribución.

2. Antecedentes

2.1 Descripción de la Familia Kinosternidae y la especie *Kinosternon integrum*.

La familia Kinosternidae comprende tortugas pequeñas y medianas que son exclusivas del continente americano con una distribución desde el sur de Canadá hasta el norte de Argentina (Pritchard y Trebbau 1894; Ernst y Barbour 1989). Se considera que México es la región en donde se dio la primera radiación adaptativa de la familia para después migrar hacia el norte (Pritchard y Trebbau, 1894; Iverson 1991; Ernst *et al.*, 1994). La principal característica de la familia son las dos bisagras o charnelas que tiene el plastrón, las cuales se dividen en tres lóbulos, (anterior, medio y posterior), de los cuales el primero y el último son móviles y cierran la concha. Estas tortugas presentan 10 u 11 escudos en el plastrón, así como glándulas de almizcle asociadas al puente. En el carapacho tienen diez huesos periféricos, uno nucal y 23 marginales (Ernst *et al.*, 1994). La familia Kinosternidae, consta de dos subfamilias, Staurotypinae con los géneros *Claudius*, *Staurotypus*, y la familia Kinosterninae con el género *Kinosternon*. Con alrededor de 18 especies de las cuales dos pertenecen al género *Staurotypus*, una al género *Claudius* y 15 pertenecen al género *Kinosternon* (Flores Villela y Canseco-Márquez, 2004), el cual presenta una distribución desde el Sur de Canadá, México, Centroamérica, y parte de Sudamérica. En México la distribución se observa desde el noroeste, centro y sur, desde Sonora hasta Oaxaca y en la planicie costera del Golfo de México (Ernst y Barbour, 1989).

Kinosternon integrum, es una especie donde los machos alcanzan medidas de hasta 223 mm, en el largo del carapacho (Macip-Ríos, 2005), mientras que las hembras llegan a medir 195 mm como máximo (Iverson *et al.*, 1998); las crías miden alrededor de 27 mm (Ernst y Barbour, 1989). Ambos sexos tienen espinas terminales en la cola, pero la cola y las espinas en las hembras son más cortas

que en los machos, característica que sirve para diferenciar a hembras de machos cuando son adultos (Iverson *et al.*, 1998).

La temporada de reproducción se realiza entre los meses de mayo y septiembre, teniendo de 1 a 4 nidadas y ponen de 1 a 12 huevos por nidada (Iverson, 1999). La coloración de la porción dorsal de la cabeza, extremidades y cola es castaño oscuro; el pico córneo de los machos tiene barras dorsoventrales claras y oscuras, mientras que los lados y porción ventral de la cabeza tienen una retícula de líneas oscuras sobre fondo claro; en las hembras el pico córneo es claro casi en su totalidad y los lados de la cabeza también tienen una retícula de líneas oscuras más gruesas que en los machos, ocasionalmente este patrón alcanza la porción dorsal de la cabeza, algunas hembras muestran una línea clara por debajo del ojo que corre diagonalmente hacia atrás hasta el margen inferior de la membrana timpánica; ventralmente, la cabeza de los machos muestra un patrón semejante al de los lados, pero predomina un fondo blanco, mientras que en las hembras las manchas son escasas y casi toda la superficie es clara; las partes ventrales, con excepción de la caja, son amarillo rozado.

Dorsalmente el carapacho es verde olivo o castaño oscuro y los escudos se encuentran marginados de negro. Ventralmente, los escudos del plastrón y carapacho son amarillos claros en las hembras y algunos machos, en otros son castaño claro y con manchas amarillas; el margen de los escudos ventrales es levemente oscuro en las hembras y negro en los machos (Casas-Andreu, 1982; Iverson *et al.*, 1998).

Esta especie presenta de dos a seis papilas en la región del mentón y la cola tiene a su vez áreas papilosas; el carapacho con tres quillas longitudinales no bien definidas y 11 escudos marginales a cada lado, ventralmente el plastrón tiene dos bisagras que lo dividen en tres lóbulos, anterior medio y posterior, de los cuales el primero y el último son móviles y cierran la concha, el lóbulo posterior presenta una escotadura en el margen trasero; 11 escudos plastrales, puente con

dos escudos inframarginales (axilar e inguinal) siendo más largo el inguinal y ambos se encuentran en contacto hacia la región media del puente, los dedos de las extremidades se encuentran unidos por amplias membranas y portan cinco uñas las anteriores y cuatro las posteriores. La anchura del carapacho al nivel de la región femoral es aproximadamente el doble que la del plastrón al mismo nivel (Casas-Andreu, 1982; Iverson *et al.*, 1998).

Kinosternon integrum es la tortuga dulceacuícola con mayor distribución en México (Iverson, 1999). Encontrándose en el noroeste, centro y sur de México, así como en las Islas Marías (figura 1) y se encuentra considerada bajo la categoría de “sujeta a protección especial” (Pr) en la NOM-059-ECOL-2001 por ser una especie endémica de México. Presenta una variación altitudinal que va de los 0 a 2220 msnm (Iverson *et al.* 1998). *K. integrum*, no se encuentra en la planicie costera del Golfo de México, donde se distribuyen *K. herrerae* y *K. scorpioides*. Generalmente es confundida en literatura temprana con especies como *K. alamosae* y *K. hirtipes*, (Iverson, 1981b). Webb (1984) sugirió que la meseta mexicana y las poblaciones llanas costeras pacíficas fueran subespecíficamente distintas a *K. integrum*, sin embargo, el análisis morfométrico de Berry (1978) parece contradecir esa recomendación. Las poblaciones en la costa de Jalisco y Colima que se encontraban en este taxón representan realmente una especie distinta (Berry, 1978; Berry, *et al.*, 1997; Iverson, 1991), siendo *K. chimalhuaca*, la que se distribuye por esa zona (Berry, *et al.*, 1997); en la porción de la costa de Sonora, fue remplazada por *K. alamosae* (Iverson, 1990); este mismo fenómeno ocurre en Oaxaca, donde *Kinosternon oaxacae* ocupa una zona en el suroeste de Oaxaca (Iverson, 1986).

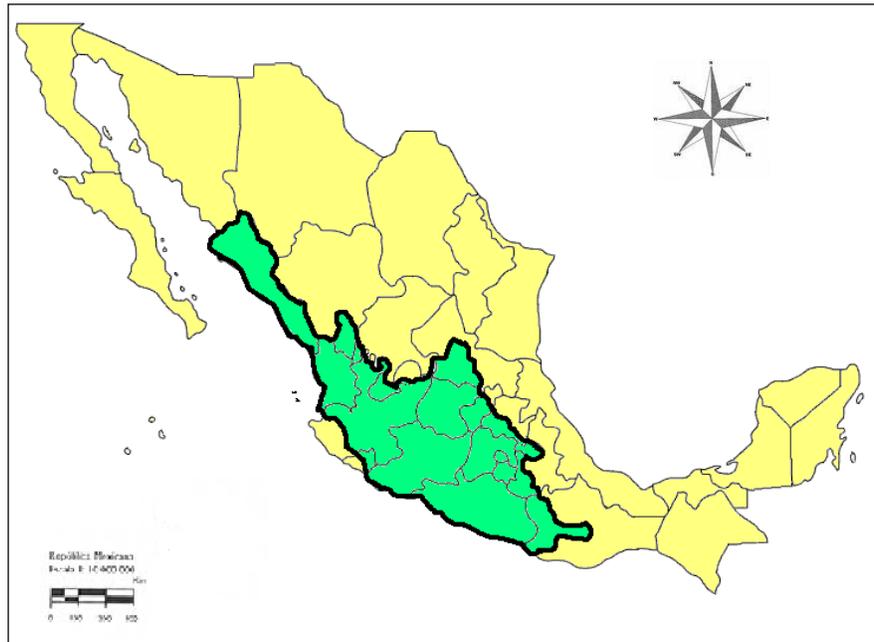


Figura 1. Área de distribución de *Kinosternon integrum* en la República Mexicana

3. Área de estudio.

3.1 Generalidades del Estado de México.

El Estado de México posee una alta diversidad biológica, a pesar de su pequeño territorio, que equivale alrededor del 1% del territorio nacional. Esto se debe a su peculiar ubicación geográfica, topografía, relieve accidentado, historia geológica, variedad de climas y ecosistemas, lo que le confiere una enorme complejidad ambiental. Asentado en el centro del país, el Estado es la frontera entre dos grandes regiones biogeográficas denominadas Neártica y Neotropical. Asimismo, forma parte del origen de tres grandes Regiones Hidrológicas (RH) de enorme importancia para el país: la RH 18 del Río Balsas, la RH 12 del Río Lerma y la RH 26 del Río Panuco (Gobierno del Estado de México, 2000).

La litología del Estado de México está constituida por afloramientos de rocas de origen metamórfico, sedimentario e ígneo siendo éstas las que ocupan la mayor extensión,. El Estado de México se encuentra dividido por dos provincias geológicas que son: la del Eje Neovolcánico y la de La Sierra Madre del Sur (INEGI, 1981). La provincia del Eje Neovolcánico colinda al Norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte, al Sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el Oeste llega al Océano Pacífico y por el Este al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, así como todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal. Se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario (unos 35 millones de años atrás) hasta el Mioceno (presente). Le integran grandes sierras volcánicas, grandes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas. Presenta también la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de

Colima, Tancítaro, Xinantécatl (Nevado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuéyatl (Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba) (INEGI, 2007).

La provincia de la Sierra Madre del Sur limita al Norte con la del Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al Sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el estado de Guerrero. Está considerada como la más completa y menos conocida del país. La provincia tiene una litología muy completa en la que las rocas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las metamórficas, tienen más importancia que en la mayoría de las provincias del norte (INEGI, 2007).

3.2 San José Deguedo.

San José Deguedo se localiza en el Municipio de Soyaniquilpan de Juárez, el cual se encuentra en la parte noroccidental del Estado de México, colinda al Oeste con el estado de Hidalgo y al Norte, Este y Sur con el municipio de Jilotepec (Figura 2). La zona de estudio se ubica al noroeste de la cabecera municipal entre las coordenadas $20^{\circ} 04' 37''$ y $20^{\circ} 05' 45''$ de latitud Norte y $99^{\circ} 33' 05''$ y $99^{\circ} 34' 24''$ de longitud Oeste, a una altura de 2450 msnm (CETENAL, 1978; López-Alcaide, 2002). Este municipio cuenta con una superficie de 140.72 Km², cantidad que representa el 0.65% del total del territorio estatal (Gobierno del Estado de México, 2000).



Figura 2. Ubicación de las áreas de estudio en el Estado de México. La elipse amarilla representa a la zona de San José Deguedo; la elipse roja representa a la zona de Tonalico.

3.2.1 Orografía.

Soyaniquilpan se localiza en un valle, el cual se extiende desde el municipio de Jilotepec y se caracteriza por sus lomas y elevaciones medias, de forma redondeada. La orografía del municipio se constituye por varias elevaciones: un grupo de cerros se localiza en la porción este del municipio, donde se identifica el cerro de San Agustín; otro grupo se localiza en la porción noreste, donde se localizan dos elevaciones denominadas Vista Hermosa y el Cerro del Ahorcado; al oeste de la cabecera municipal se localizan las Lomas del Perdón, El Mogote y La Estancia; hacia el Norte se encuentra los cerros de Las Cruces, Los Caballos, El Paye y El Cerro Grande; y al Sur del municipio se ubica la elevación llamada Rancho de Jesús María (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.2.2 Clima.

El clima de esta área de estudio se clasifica dentro del templado sub-húmedo con lluvias en verano C(w2) (w) (Figura 3), la precipitación pluvial es de 700 mm promedio anual, con una temporada de lluvias que empieza en el mes de junio y termina en octubre, además se presenta una temporada de heladas que comienza en octubre y termina en marzo, la temperatura media anual es de 18°C (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.2.3 Flora.

La vegetación que predomina es el bosque de encino; estos bosques generalmente se encuentran como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas, pueden alcanzar desde los dos hasta los 30 m de altura, más o menos abiertos o muy densos; se desarrollan en muy diversas condiciones ecológicas desde casi el nivel del mar hasta los 3,100 msnm, salvo en las condiciones más áridas, y se les puede encontrar en casi todo el país (Rzedowski, 1988). Está compuesto primordialmente por el encino (*Quercus* sp.), y esta especie se ve acompañada por algunos individuos de *Buddleia* sp (budelia). El estrato arbustivo está constituido por algunas especies de la familia Asteraceae (asteráceas), así como por individuos del género *Comarostaphylis* (madroño borracho), que resulta ser la especie más importante en este estrato. Sin ser el dominante, el estrato herbáceo cubre aproximadamente un 85% de la superficie y lo conforman diversas especies de compuestas, labiadas y gramíneas (Rzedowski, 1988).

En este municipio hay algunos grupos de árboles en los márgenes de los arroyos y manantiales. Las especies que prevalecen son: árboles del genero *Quercus* (encinos, robles), *Eucalyptus* sp (eucalipto), *Cedrus* sp (cedro), *Fraxinus* sp (fresno), *Salix babilónica* (sauce llorón), *Pinus* sp (pino), *Schinus* sp (pirul), y *Taxodium* sp (ahuehuete). También existen árboles frutales, como: *Prunus*

serotina (capulín), *Prunus persica* (durazno), *Maclura tinctoria* (mora), *Malus* sp (manzana), *Pyrus* sp (pera), *Crataegus* sp (espino) y *Diospyros digyna* (zapote negro) (Gobierno del Estado de México, 2000).

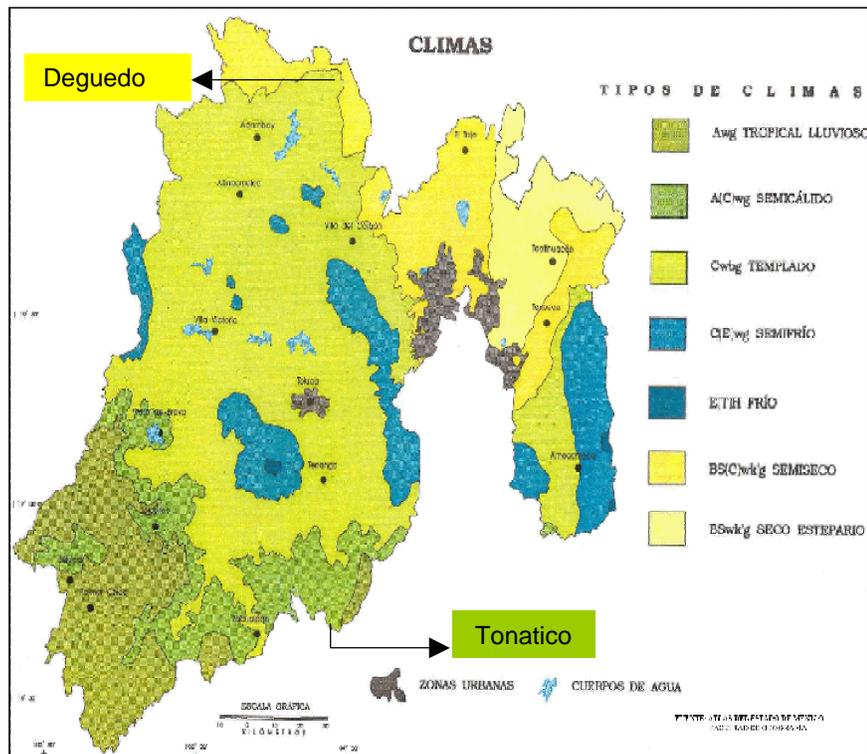
3.2.4 Hidrología.

El municipio de Soyaniquilpan cuenta con un sistema hidrológico de gran importancia, debido a su extensión y ubicación territorial. El río principal es el denominado de las Rosas o Chico; este río capta el agua de los manantiales de El Quinte, El Ojo de Agua y El Capulín, y de los arroyos Las Rosas, Mexicaltongo, Las Cruces y El Yutte, los cuales provienen de las presas La Goleta y San Miguel el Arco. El río Chico llega a la presa Endho, localizada en el municipio de Tula, Hidalgo. Otro cuerpo de agua importante para el municipio es el Río Grande, localizado al sur del municipio, sirve como límite entre los estados de México e Hidalgo. Soyaniquilpan pertenece a la región hidrológica RH 26 (Figura 4), del Río Panuco (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.2.4.1. Cuenca del Pánuco.

El Centro-Este de México es un área con una gran diversidad de paisajes y climas, es dentro de esta zona donde encontramos la cuenca del Río Pánuco. El Río Pánuco tiene en conjunto 66,300 km² de superficie de captación en tres posiciones, el altiplano, región montañosa y superficie costera y abarca desde el Centro-Este hasta el Golfo de México (Mercado-Silva, 1999), abarcando parte de los estados de: Hidalgo, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (S.A.R.H., 1980). Dentro del Estado de México comprende toda la parte norte, noreste y noroeste, donde el Río Moctezuma es el más importante y es el principal afluente del Río Pánuco. El Río Pánuco pertenece a la RH 26, la cual es una de las más importantes del país, pues ocupa el cuarto lugar en superficie abarcada y el quinto en volumen de escurrientes (INEGI, 1986).

La cuenca se puede dividir en dos zonas, la planicie costera y la zona de sierra. En esas regiones existen varios tipos de climas debido a sus diversas altitudes y conformaciones topográficas, predominando el clima cálido húmedo, sub-húmedo. La temperatura fluctúa entre los 26°C y 28°C en la planicie costera y de 18°C en la zona de la sierra (S.A.R.H., 1980).



3.3 Tonicico.

Tonicico se localiza en la parte Sur del Estado de México entre los paralelos 99° 40' longitud Oeste, y 18° 48' de latitud Norte (Figura 2). La mayoría del territorio se ubica a los 1,640 msnm. El “Cerro de Tlacopan” es la parte más alta, con 2,125 msnm y “la junta de los ríos” es la parte más baja con 1,440 msnm, Tonicico se encuentra a los 1650 msnm.

Limita al Norte y al Poniente con el municipio de Ixtapan de la Sal, al Sur con el municipio de Pilcaya, Gro., y al Oriente con el municipio de Zumpahuacán. Una pequeña punta de tierra del municipio de Villa Guerrero, entra por el norte entre Zumpahuacán e Ixtapan de la Sal. De acuerdo a la Secretaría de Planeación del Gobierno del Estado de México el municipio cuenta con 91.72 Km² (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.3.1 Orografía.

Un brazo del Nevado de Toluca se abre en dos y así entra al municipio de Tonicico; la cordillera del lado oriente está formada de Norte a Sur por los Cerros de Tlacopan, Muerto, Tío Neto y Salinas. En igual forma la cordillera del lado poniente, está constituida por los cerros de: Los Tunales, el Portizuelo, La Lagunilla, Del Moral, Tenextepec, La Cruz y el Papalotepec. Varios otros de diferentes alturas están regados por el lado Sur del municipio: el cerro de Santiago, bajo el cual se encuentra las Grutas de la Estrella; el de la Cruz y el de Jarjul dentro de la ranchería El Zapote; Tapachichi, San Juan, San Antonio y las Víboras, dentro de la ranchería de La Puerta. Dos Cerritos de escasos 1,685 msnm a los que se les conoce con el nombre de “Cerritos del remate” están en la ranchería del Ojo de Agua. Ya colindando en el Estado de Guerrero se localiza en el Llano de Salinas “el cerrito” (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.3.2 Clima.

Es semicálido subhúmedo con lluvias en verano A(w) (Figura 3), con una temperatura media anual de 28 grados. Lluvia por lo regular de noche y la época de lluvias es de mediados de junio a mediados de septiembre. Los vientos dominantes son sureste y no mayores de 50 kilómetros por hora. No se presentan heladas durante el invierno. (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.3.3 Hidrología.

La hidrografía esta compuesta por el río San Jerónimo, y el río San Joaquín que sirve como lindero entre Tonatico y Zumpahuacán. Además esta el Tlapalla el cual es el lindero entre Pilcaya Guerrero e Ixtapan de la Sal. Dos pequeños ríos de agua salada corriendo de norte a sur, rodean la población de Tonatico. Dentro del municipio hay varios arroyos perennes. Bajo el suelo del territorio del terrero hay agua y eso permite los pozos de reata, aunque el agua no sea potable en un 100%. En el lado norte del municipio están los manantiales de aguas termales, con las cuales se forma el Balneario Municipal. Todos estos volúmenes de agua se unen en La Junta de los Ríos, que más adelante se une al Río San Jerónimo y al Tlapalla en el Amacuzac". Pertenece a la región hidrológica RH 18 (Figura 4), del Río Balsas (Gobierno del Estado de México, 2000).

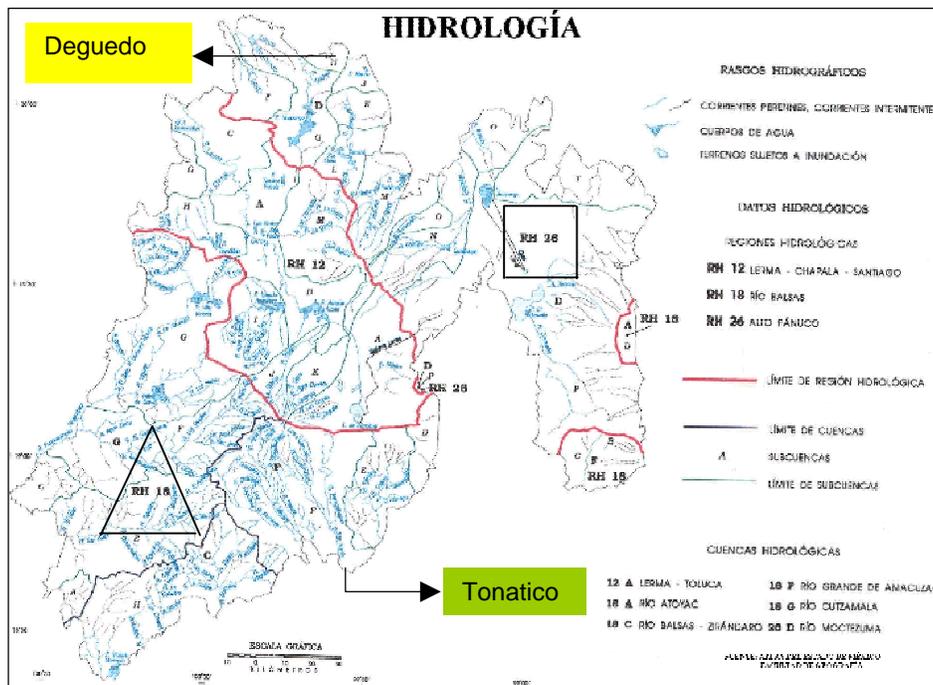


Figura 4. Mapa de las Regiones Hidrológicas del Estado de México. Donde se muestran las RH 26 □; RH 18 Δ. (Gobierno del Estado de México, 2000).

3.3.3.1 Cuenca del Balsas.

Es una de las cuencas más importantes en el país. Abarcando porciones de las regiones geoeconómicas del Pacífico Sur, Centro, Centro-Sur y Occidente de la República Mexicana entre los paralelos 17° 00' y 20° 00' de latitud Norte y los meridianos 97° 30' y 103° 15' de longitud Oeste. La cuenca limita por el Norte con el Eje Volcánico Transversal, por el Este el Sistema Montañoso del Norte de Oaxaca y por el Sur y el Oeste la Sierra Madre del Sur, orografía que circunda la Depresión Austral o del Balsas, que contuvo un gran lago, para que después dicha depresión pasara a ser la cuenca hidrográfica del Río Balsas (Feria-Arroyo, 2001).

Los estados que comprenden la cuenca hidrológica son porciones de Oaxaca, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Estado de México, Michoacán y Jalisco, así como la totalidad del estado de Morelos. Dentro de la cuenca se reconoce la Depresión del Balsas, teniendo unos 64,128.60 km², considerada como una

provincia biótica, ubicada dentro de la región Caribeña y el reino Neotropical (Aguilar, 1998). La provincia abarca tierras bajas de la cuenca, en donde predomina el clima tropical sub-húmedo y semiárido, siendo la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio la vegetación predominante (Feria-Arroyo, 2001).

3.3.3.2 Geología de la Cuenca del Balsas.

Fue a principios del Cenozoico cuando se generaron los plegamientos de la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico Transversal, quedando entre ellos la Depresión del Balsas, que por algún tiempo fue una cuenca cerrada, pero los movimientos orogénicos en la Sierra Madre del Sur originaron las fracturas por donde ahora fluye el Río Balsas hacia el Océano Pacífico (Correa, 1974).

3.3.4 Flora.

La vegetación predominante es la selva baja caducifolia en diferentes estados de conservación. También hay bosques de galería y matorral xerófilo. La selva baja caducifolia se desarrolla en condiciones en donde predominan los climas tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw (Rzedowski, 1988). El promedio de temperaturas anuales es superior a 20 °C. Las precipitaciones anuales son de 1,200 mm como máximo, teniendo como mínimo los 600 mm, con dos temporadas bien marcadas: la lluviosa y la seca. Con una altitud, desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm y rara vez hasta 1,900 msnm se encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje (Rzedowski, 1988).

La selva baja caducifolia presenta una corta altura de sus componentes arbóreos normalmente de 4 a 10 m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más (Rzedowski, 1988), intercalados con cactáceas y yucas (*Yucca sp.*); (Miranda y Hernández, 1963). La vegetación del matorral xerófilo se desarrolla a la par de la selva baja caducifolia, y está formado generalmente por leguminosas siendo las

principales del género *Acacia* (arbustos y árboles). Este tipo de vegetación es considerado como una agrupación vegetal secundaria que se desarrolla por la tala de otro tipo de selva, como puede ser la selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963).

4. Objetivos.

4.1. Objetivo General.

- Comparar morfológica y macroecológicamente dos poblaciones de *Kinosternon integrum* en la cuenca del Río Balsas y la cuenca del Río Pánuco.

4.2. Objetivos Particulares.

- Describir si hay o no diferencias macroecológicas como: clima, tipo de vegetación, altitud (msnm), temporada de lluvias y temporada de heladas así como la temperatura media anual entre las áreas de estudio.
- Comparar medidas morfológicas como: largo de carapacho, ancho de carapacho, largo del plastrón, ancho del plastrón, alto de la concha y peso por localidad y sexo.
- Comparar las medidas morfológicas con valor taxonómico como: ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior, largo de la sutura entre las tortugas de las dos poblaciones.
- Comparar la frecuencia entre el contacto axilar inguinal, comparar el contacto entre los escudos marginal 2 y central (M2C), describir la forma de los escudos vertebrales V1-V5, y describir el tamaño de los escudos marginales M1-M2 y M10/9-M11.

5. Hipótesis.

Sí las poblaciones de tortugas *Kinosternon integrum*, que se localizan dentro del Estado de México, Tonatico al Sur y San José Deguedo al Norte, están separadas por una barrera geográfica como el Nevado de Toluca y las serranías cercanas, además de pertenecer a dos cuencas hidrológicas distintas, con clima y vegetación diferentes, entonces es posible inferir que han estado aisladas una de la otra por mucho tiempo, y por lo tanto existen diferencias morfológicas importantes entre ellas, así como en sus condiciones macroecológicas por lo que se pudiera sugerir una diferenciación específica.

6. Método.

6.1. Trabajo de campo.

Se llevaron a cabo salidas de campo cada mes durante 4 días desde octubre de 2003 hasta diciembre de 2004. Para la captura de tortugas en San José Deguedo se utilizaron 10 trampas de embudo, las cuales consistieron en un armazón de tres aros metálicos rodeados por red de nylon. La luz de la red fue de 3.2 cm por lado ó 1.24 cm². El diámetro de los aros fue de 40 cm y las trampas midieron 110 cm de largo (Plummer, 1979; Casas-Andreu *et al.*, 1991). Las trampas fueron colocadas en los bordos que se encontraban en la zona durante dos días y una noche. Las trampas se cebaron con carne de pescado y el cebo estuvo encapsulado para que las tortugas no tuvieran acceso a él. Las trampas se revisaron a las 13:00 y 18:00 horas durante el primer día y a las 9:00 horas del segundo día. Para el área de Tonatico se utilizaron las mismas trampas y un chinchorro de 1.20 m x 9 m, con luz de red de 2.5 cm. Las trampas se colocaron en las diferentes pozas y el bordo principal, durante dos noches, las trampas se revisaron a las 13:00 y 17:00 horas el primer día, a las 11:00 y 17:00 del segundo día y a las 11:00 horas del último día. Los arrastres del chinchorro se llevaron a cabo únicamente en el bordo y consistieron en cinco arrastres a partir del centro hacia los puntos cardinales, más uno o dos extras en caso de que la técnica de arrastre hubiera sido deficiente.

6.2. Toma de datos.

La comparación macroecológica se basó en la literatura, se tomaron los datos del clima, tipo de vegetación, altitud (msnm), temporada de lluvias y temporada de heladas así como la temperatura media anual.

Una vez colectadas las tortugas, a cada individuo se le tomaron los datos siguientes: localidad, fecha, sexo (H/M), edad, número de anillos en los escudos

plastrales (cuando eran visibles), peso (gr), así como medidas morfológicas: largo curvo del carapacho, ancho de carapacho en la parte más ancha, largo del plastrón, ancho del plastrón en la zona más ancha, alto de la concha (figura 5), las medidas se realizaron con una cinta métrica de plástico de 150 cm de largo. Se tomaron medidas de caracteres con importancia taxonómica (Berry *et al.*, 1997) como lo son: ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior, largo de la sutura del escudo interfemoral (figura 6), las medidas se tomaron con un calibrador tipo vernier.

Se anotó la presencia/ausencia del contacto axilar inguinal, presencia/ausencia y medida del contacto entre los escudos Marginal 2 y central, forma de escudos vertebrales: vertebral 1 y vertebral 5 (V1-V5), y tamaño entre los escudos marginales: marginal 1 mayor o menor al marginal 2 (M1-M2), y marginales 10 y 9 mayores o menores que el escudo marginal 11 (M10/9-11) (figura 5).

Para la toma de datos se utilizó una hoja de formato con las medidas mencionadas (Apéndice 1). Cada individuo fue marcado por medio de muescas en los escudos marginales de la concha (figura 7) (Ferner, 1979; Plummer, 1979), esto con el fin de evitar que los individuos fueran medidos en varias ocasiones. Por último las tortugas fueron liberadas en el mismo punto de captura.

6.3. Análisis de los datos.

Para la comparación entre los datos morfológicos, se utilizó un análisis de varianza de una clasificación por rangos Kruskal-Wallis para comparar la frecuencia de ocurrencia numérica entre el largo de carapacho, ancho de carapacho, alto de la concha, largo del plastrón, ancho del plastrón y peso por localidad; se realizó una ANOVA para el largo de carapacho, ancho de carapacho, alto de carapacho, largo de plastrón y ancho del plastrón por sexo/localidad (posible indicación de dimorfismo sexual); para el peso por sexo/localidad, se

realizó un análisis de varianza de una clasificación por rangos Kruskal-Wallis por no cumplir con los supuestos estadísticos paramétricos (homoscedasticidad y normalidad).

Para el análisis de los caracteres morfológicos de ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior, largo de la sutura del escudo interfemoral, con valor taxonómico, se realizó una regla de tres para obtener los porcentajes (%) de cada medida en relación con el largo del carapacho. Una vez obtenidos se capturaron en una base de datos para que posteriormente se realizara un Análisis discriminante entre las poblaciones. Se realizó un Análisis de correspondencia entre las poblaciones y la frecuencia del Contacto Axilar Inguinal. Se obtuvo el porcentaje (%) por medio de una regla de tres entre el contacto de los escudos Marginal 2 y central en relación con el largo del carapacho y se realizó una prueba de *t* de *student* para el contacto por localidad. Todas las pruebas estadísticas se hicieron con una $p < 0.05$ (Zar, 1999) y se llevaron a cabo en el paquete estadístico JMP ver 5.0.1 (SAS Institute, 2002).

Por último se describió la forma de los escudos centrales V1 y V5, así como el tamaño entre los escudos marginales M1-M2 y M10/9-M11 (< ó >). El número de anillos en los escudos plastrales no se tomaron en cuenta para la comparación, debido a que no fue posible verlos en todas las tortugas, así que no se reportaron datos de ellos.

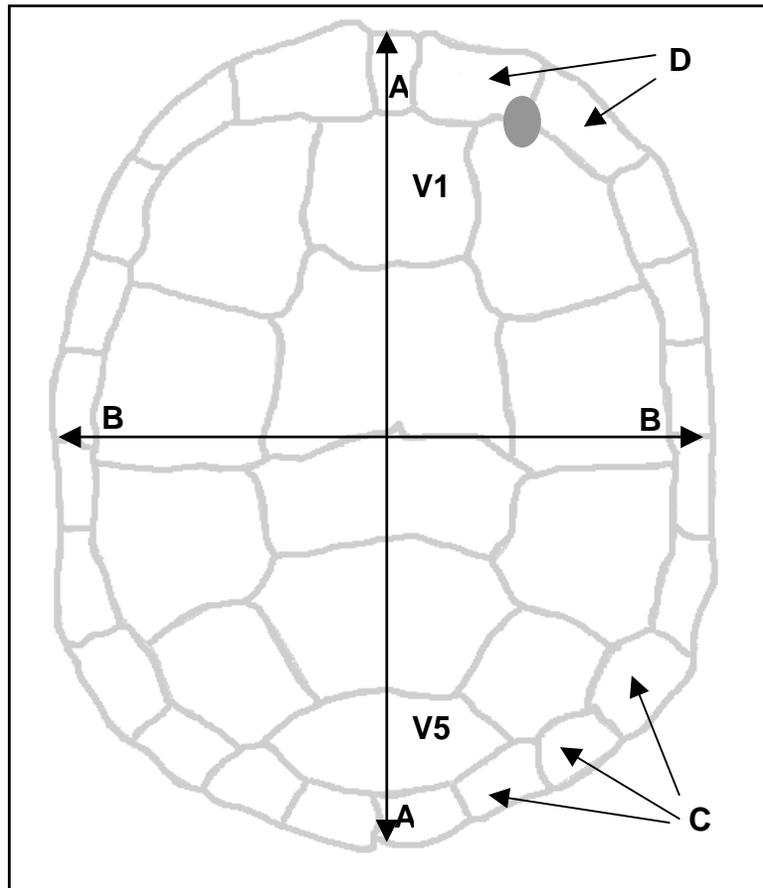


Figura 5. Medidas del carapacho. Donde: A= largo de carapacho; B= ancho de carapacho; C= tamaño de los escudos marginal 9, marginal 10 y marginal 11; D= tamaño de los escudos marginal 1 y marginal 2; V1-V5= escudos vertebrales 1 y 5; elipse gris= contacto entre los escudos Marginal 2 y central.

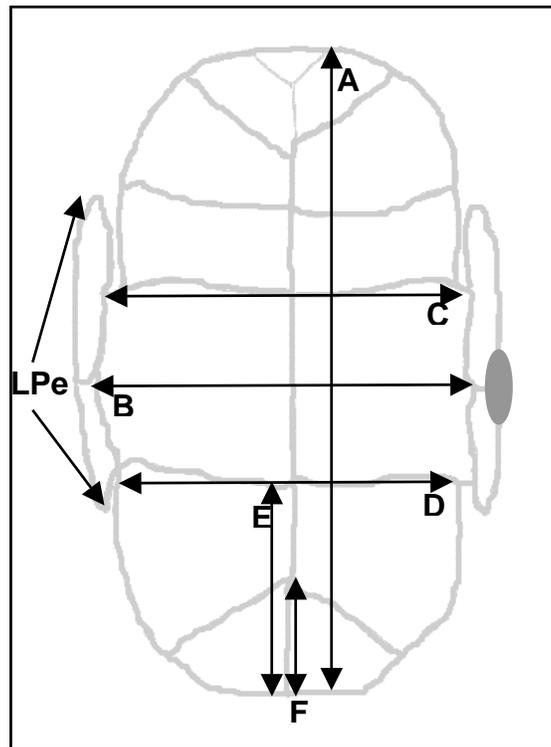


Figura 6. Medidas del plastrón donde: A= largo del plastrón; B= ancho del plastrón; C= ancho del lóbulo plastral anterior; D= ancho del lóbulo plastral posterior; E= largo del lóbulo plastral posterior; F= largo de la sutura del escudo interfemorales; LPe= largo del puente; elipse gris contacto= axilar inguinal.

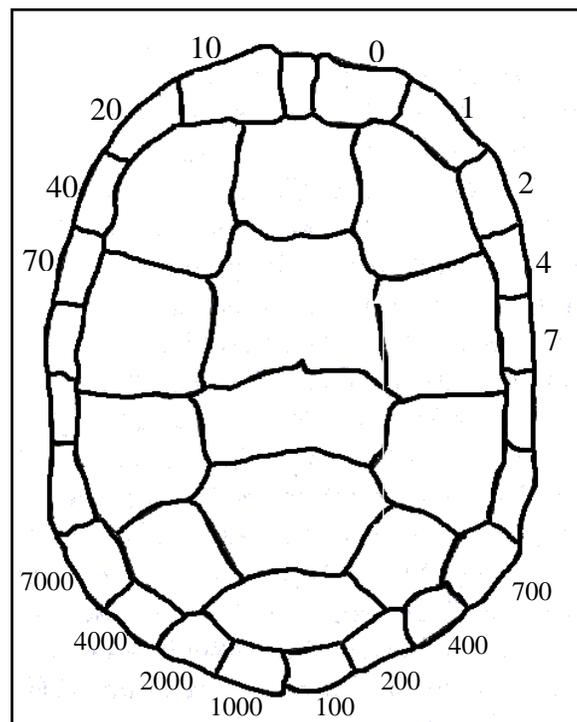


Figura 7. Clave para el marcado de tortugas.

7. Resultados.

7.1 Comparación Macroecológica.

En la comparación macroecológica de las dos áreas de estudio, se encontraron diferencias de clima, particularmente una diferencia de 10°C en la temperatura media anual; se registró un mes más entre las temporadas de lluvias; la temporada de heladas solo ocurre en la localidad de San José Deguedo; se encontró diferencia en la altitud (800 msnm) y diferente tipo de vegetación (Bosque de encino; Selva baja caducifolia), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación del clima y vegetación de las áreas de estudio.

Población	Clima	Temperatura	Lluvias	Heladas	Altitud	Vegetación
Deguedo	Templado sub-húmedo C(w2) (w)	Media anual de 18°C	junio - octubre	octubre – marzo	2,450 msnm.	Bosque de encino y vegetación secundaria.
Tonatico	Semicálido Sub-húmedo A(w)	Media anual de 28°C	junio – septiembre	No se presentan	1,650 msnm.	Selva baja Caducifolia, campos de cultivo y pastizales inducidos.

7.2 Comparación Morfológica.

Se marcaron un total de 20 tortugas para la zona de San José Deguedo, a las cuales se les determinó el sexo, de las cuales cuatro resultaron ser machos, siete hembras y las nueve restantes, fueron tortugas que por ser jóvenes (entre ellos una cría) no fue posible determinarles el sexo. En Tonicaco se marcaron 25 tortugas de las cuales cinco resultaron machos, 12 hembras y ocho jóvenes, entre ellos una cría a las que no fue posible determinarles el sexo.

De las diferentes medidas corporales registradas: largo de carapacho, ancho de carapacho, largo de plastrón, ancho de plastrón, alto de la concha y peso entre las localidades, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de los análisis de las medidas corporales por localidad.

Medida (mm)	Localidad X, (\pmDS)	Valor H	Valor p
Largo de carapacho	Tonatico 24.22 Deguedo 20.42 (0.967)	H= 0.96	p= 0.33
Ancho de carapacho	Tonatico 23.62 Deguedo 21.15 (0.62)	H= 0.62	p= 0.53
Alto de carapacho	Tonatico 24.37 Deguedo 20.25 (1.04)	H= 1.04	p= 0.29
Largo del plastrón	Tonatico 24.97 Deguedo 19.52 (1.39)	H= 1.39	p= 0.16
Ancho del plastrón	Tonatico 24.14 Deguedo 20.52 (0.92)	H= 0.92	p= 0.92
Peso	Tonatico 25.08 Deguedo 19.40 (1.45)	H= 1.44	p= 0.14

Para el análisis de las diferentes medidas, ancho de carapacho, largo de plastrón, ancho de plastrón y peso por localidad y sexo, los resultados estadísticos no fueron significativos (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de los análisis de las medidas corporales por localidad y sexo.

Medida (mm)	X, (\pm DS) Por Sexo/Localidad	Valor F/H	Valor p
Ancho de carapacho	H/D 102.66 (7.69) H/T 116.50 (5.44) M/D 130.75 (9.42) M/T 132.20 (8.43)	F= 2.89	p= 0.056
Alto de carapacho	H/D 39.86 (3.13) H/T 45.46 (2.21) M/D 50.05 (3.84) M/T 50.96 (3.43)	F= 2.35	p= 0.09
Ancho de plastrón	H/D 61.33 (3.47) H/T 68.66 (2.45) M/D 73.25 (4.26) M/T 75.20 (3.81)	F= 2.83	p= 0.06
Peso (gr)	H/D 8.33 (1.95) H/T 15.91 (1.09) M/D 10.00 (1.05) M/T 19.40 (1.65)	H= 7.08	p= 0.06

Las variables con mayor influencia en la diferencia entre las dos poblaciones de tortugas por sexo/localidad fueron largo de carapacho ($F=3.355$, 3 g.l., $p=0.036$), y largo de plastrón ($F=3.188$, 3 g.l., $p=0.042$), en donde se muestra que las hembras del área de San José Deguedo son más pequeñas en esas características que las hembras de Tonatico y a los machos de las dos poblaciones, a su vez las hembras de Tonatico son más pequeñas que los machos de las dos áreas (Figuras 8 y 9).

7.3 Comparación Morfológica con importancia taxonómica.

El análisis discriminante de los caracteres morfológicos de importancia taxonómica: ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior y largo de la sutura del escudo interfemoral, entre las poblaciones, determinó que las poblaciones son diferentes estadísticamente ($F=2.9511$, 38 g. l., $p=0.018$) (Figura 10).

Dentro de los contactos entre los diferentes escudos que tienen las tortugas, el Contacto Axilar Inguinal presentó una diferencia entre las poblaciones ($\chi^2=6$, 44 g.l., $p=0.0143$), en donde la asociación que presentó fue que la mayor parte de tortugas medidas del área de San José Deguedo presentan este contacto, mientras que la asociación de las tortugas de Tonatico no lo presentan (Figura 11). El porcentaje del contacto de los escudos Marginal 2 y central en relación con el largo del carapacho por localidad resultó diferente entre las poblaciones ($t=2.019$, 43 g.l., $p=0.0496$), en donde el porcentaje del contacto en relación con el largo del carapacho es mayor en la población de Tonatico (Figura 12).

Los escudos vertebrales V1-V5 difieren en la forma del escudo V5, en Tonatico la forma del escudo, tuvo una terminación en "Pico" y en San José Deguedo fue más "Compacta" con relación a la de Tonatico; en ambas poblaciones la forma del escudo V1 fue similar a la de una "campana" para las dos poblaciones (Figura 13). Los tamaños entre los escudos marginales, resultaron iguales entre las poblaciones, donde el escudo M1 resultó menor que el escudo M2 ($M1 < M2$) y los escudos M10/9 resultaron mayores que el escudo M11 ($M10/9 > M11$).

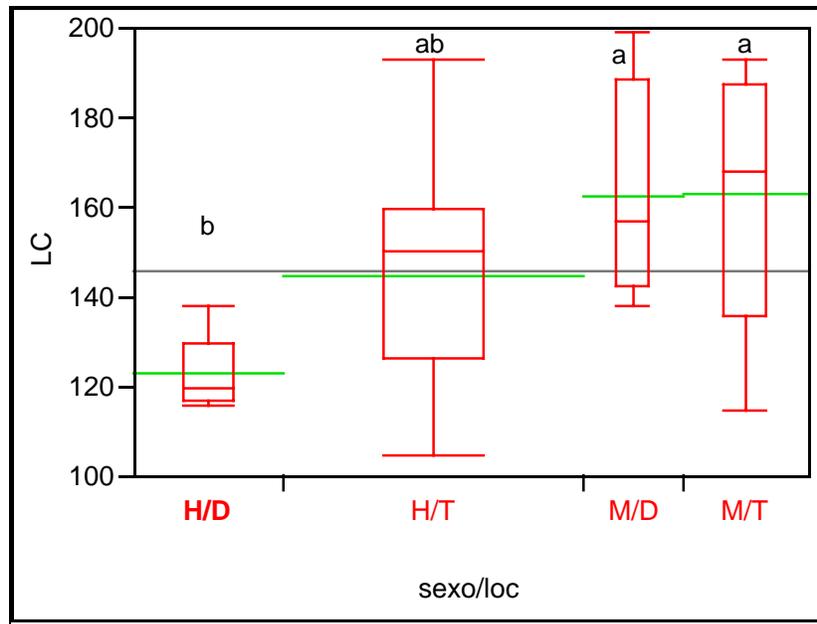


Figura 8. Variación entre el largo del carapacho de *Kinosternon* por localidad y sexo. Las líneas verdes denotan la media. H/D= Hembras Deguedo; H/T= Hembras Tonatico; M/D= Machos Deguedo; M/T= Machos Tonatico. Las letras minúsculas hacen referencia a diferencias estadísticas. Las diferencias se obtuvieron mediante una ANOVA ($F=3.355$, 3 g.l., $p=0.036$).

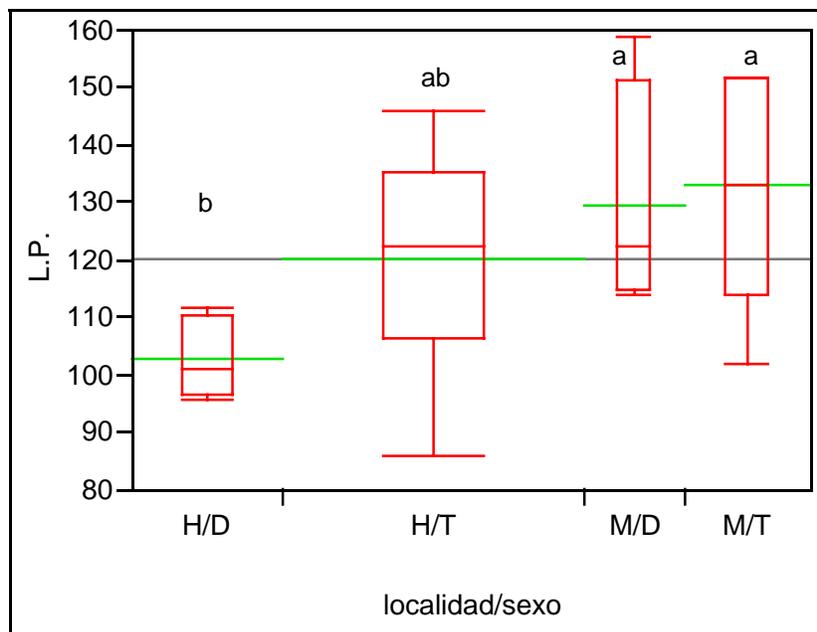


Figura 9. Variación entre el largo del plastrón de *Kinosternon* por localidad y sexo. Las líneas verdes denotan la media. H/D= Hembras Deguedo; H/T= Hembras Tonatico; M/D= Machos Deguedo; M/T= Machos Tonatico. Las letras minúsculas hacen referencia a diferencias estadísticas. Las diferencias se obtuvieron mediante una ANOVA ($F=2.068$, 3 g.l., $p=0.038$).

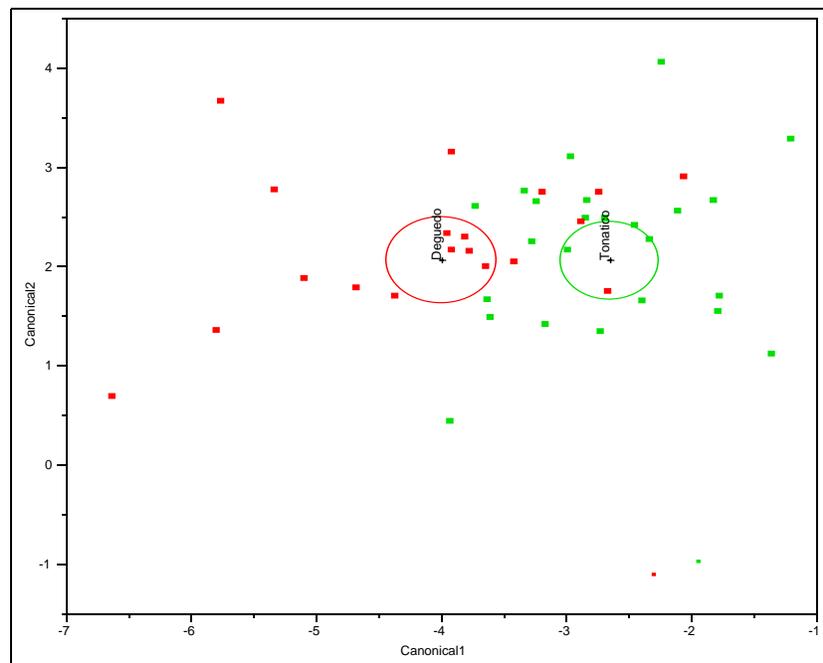


Figura 10. Muestra el Análisis discriminante (Lamda de Wilks, $F=2.9511$, 38 g.l., $p=0.018$), entre las medidas con valor taxonómico y las poblaciones. El círculo y los puntos en rojo son las tortugas de San José Deguedo, el círculo y los puntos en verde es la población de Tonicico.

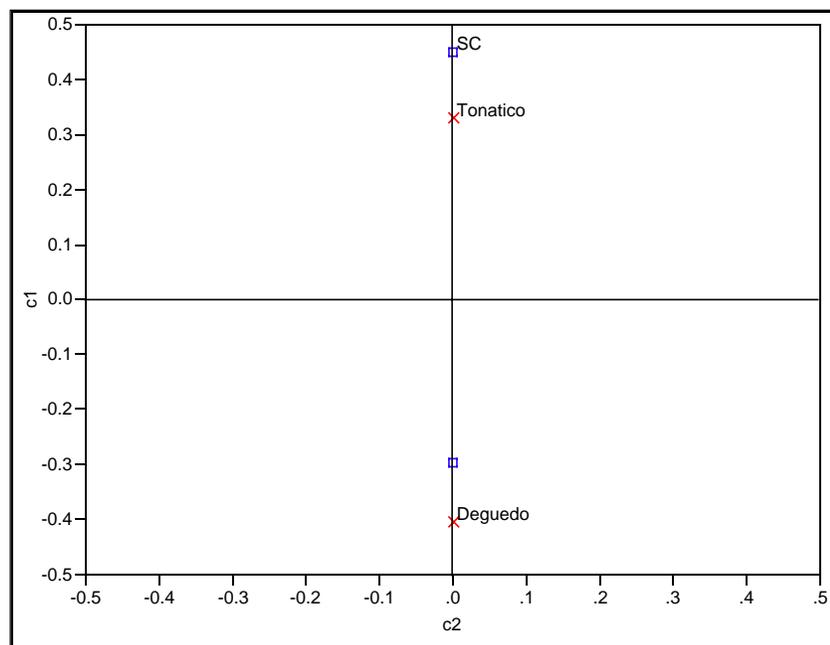


Figura 11. Asociación entre el Contacto Axilar Inguinal en las poblaciones de tortugas *Kinosternon*. CC= con contacto, en San José Deguedo; SC= sin contacto, en Tonicico ($\chi^2=6$, 44 g.l., $p=0.0143$).

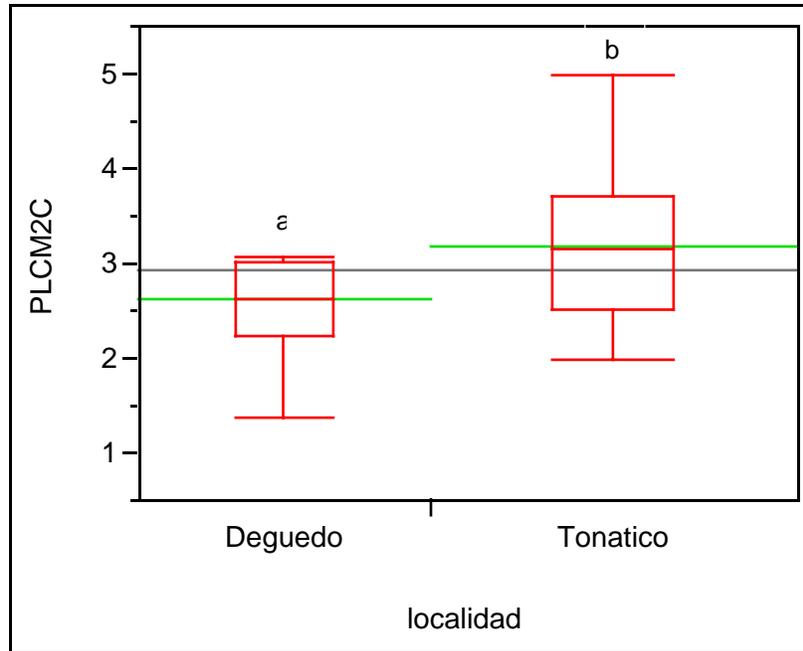


Figura 12. Variación entre el promedio (%) del largo de carapacho con el contacto entre los escudos marginal 2 y central (M2C). Las líneas verdes denotan la media. Las letras minúsculas hacen referencia a diferencias estadísticas. Las diferencias se obtuvieron mediante una prueba de *T de student* ($t=2.019$, 43 g.l., $p=0.0496$).

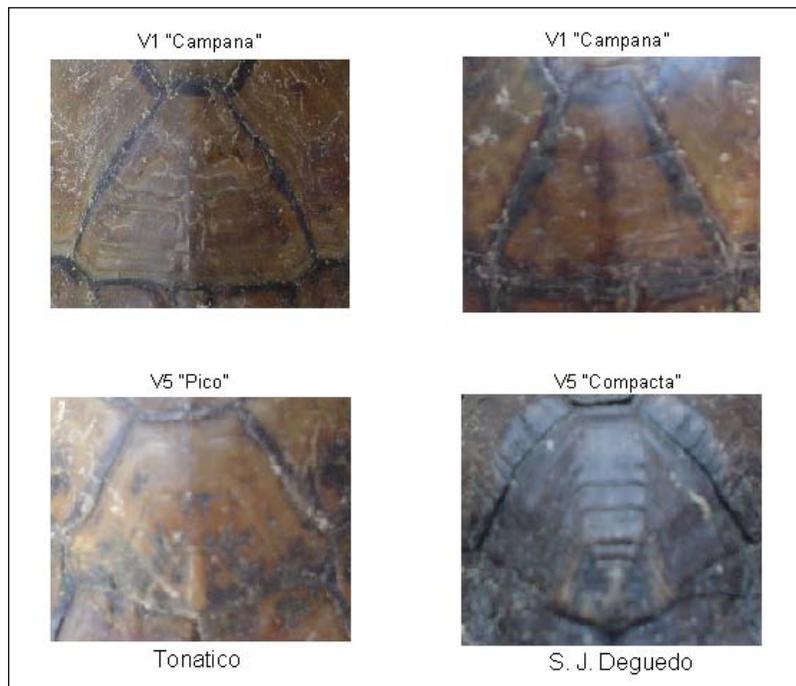


Figura 13. Muestra la forma de los escudos vertebrales V1-V5 de las tortugas de San José Deguedo y Tonatico. Se puede observar que el escudo V1 es similar en las dos poblaciones, el escudo V5 es más “compacto” en las tortugas de la zona de San José Deguedo.

7.4 Comparación entre diferentes especies y/o poblaciones del complejo *Kinosternon scorpioides*.

Los resultados encontrados en este trabajo difieren, entre las dos poblaciones, y con relación a lo realizado por Berry y colaboradores (1997), en donde muestran una comparación de caracteres morfológicos de varias poblaciones de tortugas, entre las que se encuentran *K. chimalhuaca*, *K. integrum*, *K. oaxacae* y *K. scorpioides*. Los análisis realizados en el presente trabajo determinaron que las diferencias entre las dos poblaciones de estudio fueron en el porcentaje de largo de carapacho por las medidas del plastrón: lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior, largo de la sutura del escudo interfemoral (Berry *et al.*, 1997) (Tabla 4).

En el presente estudio se obtuvo el porcentaje del contacto axilar inguinal en las dos poblaciones del género *Kinosternon*, siendo para San José Deguedo del 20% y para Tonatico del 44%. Berry y colaboradores (1997), reportan a *K. chimalhuaca* (dos poblaciones) y *K. oaxacae* con un 100%, además de dos poblaciones de *K. integrum*, con un 85.2 % y un 65%, por último reportan a *K. scorpioides* con un 4.2%. Este contacto muestra diferencia en porcentaje entre San José Deguedo y Tonatico, además, *K. integrum* en Tonatico, difiere de *K. integrum* de las localidades reportadas por Berry y colaboradores en 1997 (Tabla 5).

El porcentaje del contacto entre el escudo marginal 2 y el escudo central, fue del 100%, contrario a lo reportado por Berry y coautores (1997), donde dos poblaciones de *K. chimalhuaca* presentaron un 9.5% y 17.9%, dos poblaciones de *K. integrum* con 50.3% y 86.6%, *K. oaxacae* con 97.3% y a *K. scorpioides* con un 70.2% (Tabla 5). Asimismo en este trabajo se obtuvo una prueba de *t* de *student* entre las poblaciones de San José Deguedo y Tonatico y el contacto del escudo

marginal 2 y el central, en donde el porcentaje del contacto en relación con el largo del carapacho es mayor en la población de Tonatico ($t=2.019$, 43 g.l., $p=0.0496$).

Tabla 4. Medidas morfológicas con valor taxonómico, usadas para distinguir especies de *Kinosternon* en México. N= número de individuos; ALPA= ancho del lóbulo plastral anterior; ALPP= ancho del lóbulo plastral posterior; Lpe= largo del puente; LH/LSEF= largo del lóbulo plastral posterior/largo de la sutura del escudo interfemoral. (Tomado y modificado de Berry *et al.* 1997).

ESPECIE/Localidad	N	ALPA %	ALPP %	Lpe %	LH/LSEF %
<i>K. chimalhuaca</i> Barra de Navidad- Río Cihuatlán	83	62.1	56.9	20.7	29.5
<i>K. chimalhuaca</i> Río Purificación- Tomatlán	28	61.5	56.9	20.5	32.1
<i>K. integrum</i> Río Armería-Colima	102	71.1	67.6	24.4	26.3
<i>K. integrum</i> Río Ameca	16	75.0	65.8	24.7	26.3
<i>K. oaxacae</i>	39	66.4	57.2	23.6	30.9
<i>K. scorioides</i> Río Tehuantepec	73	76.7	67.6	31.0	6.7
<i>K. integrum</i> Tonatico	25	51.2	48.8	20.3	24.8
<i>K. integrum</i> S. J. Deguedo	20	45.8	43.1	23.2	39.6

Tabla 5. Contactos morfológicos usados para distinguir especies de *Kinosternon* en México. N= número de individuos. (Tomado y modificado de Berry *et al.* 1997).

Especie /localidad	N	Contacto Axilar Inguinal (%)	Contacto Marginal 2 Central (%)
<i>K. chimalhuaca</i> / Barra de Navidad- Río Cihuatlán	83	100	9.5
<i>K. chimalhuaca</i> / Río Purificación- Tomatlán	28	100	17.9
<i>K. integrum</i> /Río Armería –Colima	102	82.4	50.3
<i>K. integrum</i> /Río Ameca	16	65	86.6
<i>K. oaxacae</i>	39	100	97.3
<i>K. scorpioides</i>	73	4.2	70.2
<i>K. integrum</i> /Tonatico	25	44	100
<i>K. integrum</i> / S. J. Deguedo	20	20	100

La relación que existe entre los escudos vertebrales V1-V5, los escudos marginales M1-M2 y M9/10-M11, sigue un patrón muy común al de todas las especies reconocidas del complejo *Kinosternon scorpioides*, donde los informes previos de Berry y colaboradores (1997) reportan la relación de tamaño entre estos escudos, siendo los escudos V1-V3 grandes y V4-5 cortos; lo mismo ocurre

en los escudos marginales M1-M2 y M9/10-M11, donde la fórmula menor que o mayor que (< ó >), es la que dictamina la característica. En el trabajo se encontró que la relación de los escudos vertebrales V1-V5 presentaron el patrón reportado por Berry y colaboradores (1997), pero con una diferencia de forma en el escudo vertebral V5, donde la forma del escudo en la población de San José Deguedo se describió como “compacta” con relación a la forma del escudo que presentaban las tortugas en Tonatico (“Pico”). Por otro lado los escudos marginales en ambas poblaciones, cumplían con la característica de mayor o menor que, en donde el escudo M1 resultó menor que el escudo M2 ($M1 < M2$) y los escudos M10/9 resultaron mayores que el escudo M11 ($M10/9 > M11$), estando dentro de la fórmula de los demás kinostérnidos, señaladas por Berry y colaboradores (1997).

8. Discusión.

8.1 Comparación Macroecológica.

Debido a su historia geológica el Estado de México presenta la cadena de grandes estrato-volcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico", dentro de la cual se encuentra el volcán Xinantécatl o Nevado de Toluca (INEGI, 2007), el cual divide como barrera geográfica a las dos poblaciones de kinostérnidos estudiados en este trabajo, propiciando que el modo de especiación de tipo alopátrida o geográfica sea la que se presente ya que las poblaciones se encuentran aisladas físicamente (Criscil y Morrone, 1989).

El Estado es precisamente la frontera entre dos grandes regiones biogeográficas denominadas Neártica y Neotropical (Gobierno del Estado de México, 2000). El Norte del Estado de México en donde se localiza San José Deguedo, pertenece a la región Neártica, el Sur del Estado en el cual se encuentra Tonatico, comprende la región Neotropical (Morrone y Márquez, 2003), por este motivo las diferencias macroecológicas se presentan claramente. La región Neártica básicamente corresponde a las áreas con clima templado-frío y la región Neotropical a los climas tropicales sub-húmedo y semiárido, siendo la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio la vegetación predominante en la región Neotropical, misma vegetación que se reportó para la zona de Tonatico, siendo este tipo de vegetación la que impera en la distribución de *K. integrum* en México, en San José Deguedo la vegetación reportada fue bosque de encino, la cual es diferente a la que predomina en la distribución de *K. integrum*.

Se encontró una diferencia de 10°C entre las dos zonas de estudio, en donde Tonatico presentó mayor temperatura (28°C); se observó que la temporada de lluvias en las dos áreas empieza en el mes de junio, teniendo una variación de un mes más de duración en San José Deguedo la cual termina en octubre. La diferencia más notable entre las áreas de estudio fue la temporada de heladas presentándose solamente en San José Deguedo. Iverson en 1999, reporta una distribución altitudinal para *Kinosternon integrum* de los 0 a 2220 msnm, en esté

trabajo se observó que la diferencia altitudinal de las áreas de estudio fue de 800 msnm, (Tonatico, 1650 msnm y San José Deguedo 2450 msnm), destacando que San José Deguedo se encuentra 230 msnm más arriba que la altitud reportada para *K. integrum*.

8.2 Comparación Morfológica.

Las diferencias morfológicas entre machos y hembras de ambas poblaciones se dieron en el largo del cuerpo (largo de carapacho y largo de plastrón), en donde se muestra que los machos son más grandes, característica del dimorfismo sexual que presentan las tortugas. En kinostérnidos se ha reportado el dimorfismo sexual en la talla, tal es el caso de *Kinosternon scorpioides* (Pritchard y Trebbau, 1984), *K. oaxacae* (Iverson, 1986), *K. herrerae* (Carr y Mast, 1988), *K. creaseri* (Iverson, 1988), *K. alamosae* (Iverson, 1989, 1990), *K. hirtipes* (Iverson, et al. 1991), *K. chimalhuaca* (Casas-Andreu, 2002), *Claudius angustatus* (Espejel-González 2004) y *K. integrum* (Macip-Ríos, 2005) y la población de kinostérnidos de San José Deguedo no es la excepción. El que los machos sean más grandes que las hembras es común en tortugas semiacuáticas o semiterrestres, el tamaño es importante debido a que los machos compiten entre ellos para tener acceso a las hembras y aparearse, asimismo de la territorialidad ejercida por estos (Wilbur y Morin, 1994).

8.3 Comparación Morfológica con importancia taxonómica.

En este trabajo se observó que las medidas morfológicas con importancia taxonómica como ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior, largo de la sutura del escudo interfemoral, resultaron diferentes estadísticamente entre las dos poblaciones, indicando que se trata de poblaciones distintas morfológicamente. Berry y colaboradores en 1997, muestran un trabajo en donde comparan diferentes poblaciones y especies de kinostérnidos y, en dicho trabajo se describe una especie nueva del género *Kinosternon*, siendo *K. chimalhuaca* la que separan

de *K. integrum* por medio de éstas medidas taxonómicas, esto apoyado por Iverson (1991), que concluye que *K. chimalhuaca* es una nueva especie, además los análisis filogenéticos confirman que *K. chimalhuaca* es miembro del complejo *K. scorpioides*, pero que es distinta a las demás especies del complejo. Los análisis con caracteres morfológicos externos realizados por Berry (1978) concluyen que *K. chimalhuaca* es fenéticamente distinta de *K. integrum*, *K. oaxacae*, y *K. scorpioides*.

8.4 Comparación entre diferentes especies y/o poblaciones del complejo *Kinosternon scorpioides*.

Los estudios que se han realizado de la sistemática de las tortugas del género *Kinosternon* en México, han contribuido al esclarecimiento de este género (Berry, 1978; Conant y Berry, 1978; Iverson, 1978, 1979, 1981, 1988; Iverson y Berry, 1979; Berry & Iverson, 1980; Berry y Legler, 1980; Berry y Berry, 1984). Los miembros del complejo de la especie *K. scorpioides*, son los que más variables taxonómicas presentan, ocupando la mayor parte del Altiplano central mexicano (Berry, 1978; Iverson y Berry, 1979; Iverson, 1981a, 1992). Las siete especies reconocidas del complejo *K. scorpioides* son: *K. acutum*, *K. alamosae*, *K. creaseri*, *K. integrum*, *K. oaxacae*, *K. chimalhuaca* y *K. scorpioides*. La distribución se encuentra a lo largo de una gran parte de la costa del Océano Pacífico, penetrando al continente por la cuenca del Río Balsas (Casas-Andreu, 1982). Debido al área donde se distribuyen las poblaciones de tortugas del género *Kinosternon*, aparentemente se promueven las variaciones geográficas y aislamientos en las poblaciones (Iverson, 1986, 1989). En estudios realizados con los kinostérnidos mexicanos, se han descrito tres nuevos miembros del complejo *K. scorpioides*: *K. alamosae* en Sonora (Berry y Legler, 1980), *K. oaxacae* en Oaxaca (Berry e Iverson, 1980), y *K. chimalhuaca* en Jalisco y Colima (Berry *et al.* 1997), especies previamente consideradas como *K. integrum* (Iverson *et al.* 1998). Las poblaciones consideradas para este trabajo, además de resultar diferentes entre ellas, presentaron diferencias con otras poblaciones y especies de

kinostérnidos reportados en trabajos anteriores, siendo las diferencias más notables, las medidas del plastrón (ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior y largo de la sutura del escudo interfemoral), y los contactos como lo son el contacto axilar inguinal y el contacto del escudo marginal 2 y el central, determinando que el complejo *K. scorpoides* puede crecer aún más.

9. Conclusiones.

1. Las diferencias en clima, temperatura, temporada de lluvias, temporada de heladas, altitud y vegetación son el producto de una cadena montañosa perteneciente al Eje Neovolcánico, que divide al Estado de México, provocando que se presente dos regiones biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, así el Eje Neovolcánico funciona como barrera geográfica entre las dos poblaciones de tortugas y el modo de especiación que se puede estar presentando es el alopátrico o geográfico.
2. En ambas poblaciones de tortugas, los machos fueron más grandes que las hembras (utilizando las medidas usuales del carapacho y plastrón), sin embargo el ancho y alto de carapacho y el ancho de plastrón presentaron poca diferencia.
3. Se presentaron diferencias en medidas taxonómicas importantes como el ancho del lóbulo plastral posterior, ancho del lóbulo plastral anterior, largo del puente, largo del lóbulo plastral posterior y largo de la sutura del escudo interfemoral entre las tortugas del género *Kinosternon* de las dos áreas de estudio, sugiriendo que se trata de poblaciones con especies distintas a las conocidas para *K. integrum* u otras antes determinadas como esta especie, esto tomando el concepto de especie morfológica.
4. Las tortugas de la zona de San José Deguedo presentaron una asociación con el contacto axilar inguinal y la asociación de las tortugas de Tonatico fue sin contacto. Se obtuvo una presencia del 100% del contacto entre los escudos marginal 2 y central, siendo la diferencia el porcentaje de la medida del contacto por el largo del carapacho. Además los porcentajes que fueron reportados para ambas poblaciones difieren a los reportados para otras localidades y especies.

5. La forma del escudo V5 resultó diferente entre las poblaciones. El tamaño de los escudos M1-M2, M9/10-M11, resultó similar a la de otras tortugas del complejo *Kinosternon scorpioides*.

10. Literatura citada

Aguilar, Z. C. 1998. Clasificación biogeográfica del Territorio Mexicano con base a cuatro sistemas generados a partir de taxa y criterios distintos. Tesis profesional. FES Zaragoza, UNAM. México, D. F.

Ayala, F. J. y Valentine, J. W. 1983. La evolución en acción. Alambra, Madrid .

Berry, J. F. 1978. Variation and systematics in the *Kinosternon scorpioides* and *K. leucostomun* complexes (Reptilia: Testudines: Kinosternidae) of Mexico and Central America. Ph. D. Diss., University of Utah, Salt Lake City.

Berry, J. F., y J. M. Legler. 1980. A new turtle (genus *Kinosternon*) from Sonora, Mexico. Contrib. Science Natural History Museum. Los Angeles Co. (325): 1-12.

Berry, J. F., e Iverson, J. B. 1980. A new species of mud turtle, genus *Kinosternon*, from Oaxaca, México. Journal Herpetology. 14:313-320.

Berry, J. F., y Berry, C. M. 1984. A re-analysis of geographic variation and systematics in the yellow mud turtle, *Kinosternon flavescens* (Agassiz). Ann. Carnegie Mus. 53:185-206.

Berry, J. F., M. E. Seidel y J. B. Iverson. 1997. A new species of mud turtle (Genus *Kinosternon*) from Jalisco and Colima, México, with notes on its natural history. *Chelonian Conservation and Biology*. 2(3):329-337.

Carr, J. L. y R. B. Mast. 1988. Natural History observations of *Kinosternon herrerae* (Testudines: Kinosternidae). *Trianea*. 1:87-97.

Casas-Andreu, G. 1982. Anfibios y Reptiles de la Costa Suroeste del Estado de Jalisco, con aspectos sobre su Ecología y Biogeografía. Tesis de doctorado. UNAM Facultad de Ciencias. Pp. 316.

Casas-Andreu, G., G Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. Como hacer una Colección de Anfibios y Reptiles. Cuadernos del Instituto de Biología No. 10 UNAM. México. Pp. 68.

Casas-Andreu, G. 2002 *Kinosternon chimalhuaca* (Berry, Seidel & Iverson 1997). Casquito, casquito de burro. P. 267-268. En Noguera, F. A., J H. Vega-Rivera, A.

CETENAL. 1978. Carta topográfica 1:50,000 Tula de Allende.

Correa, P. G. 1974. Geografía del Estado de Michoacán. Tomo 1. Geografía Física. Gobierno del Estado de Michoacán.

Cracraft. J. 1983. Species concepts and ontology of evolution. *Biology and Philosophy* 2:329-346.

Cracraft, J. 1989. Speciation and its ontology: the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation. En D. Otte y J. A. Endler (eds.), *Speciation and its Consequences* (pp. 28-59). Sunderland, MA: Sinauer.

Criscil, J. V. y Morrone, J .J.,1989. En busca del paraíso perdido: la biogeografía histórica. *Ciencia Hoy*, vol. 1, N° 5, pp. 26-34.

Dobzhansky, T. 1937. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.

Ernst, C. H. y R. W. Barbour. 1989. *Turtles of the world*. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp. 578.

Ernst, C. H., J. E. Lovich y R. W. Barbour. 1994 *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press. Washington. Pp. 578.

Espejel-González, V. E. 2004. Aspectos biológicos del manejo del Chopontil, *Claudius angustatus* (Testudines: Staurotypidae). Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A. C. Jalapa, México. Pp. 62.

Feria-Arroyo, T. A. 2001. Patrones de distribución de las aves residentes de la cuenca del Balsas. Tesis de Maestría (Maestría en ciencias biológicas (Biología Animal)-UNAM, Facultad de Ciencias. Pp. 83.

Ferner, J. 1979. A review of marking techniques for amphibians and reptiles. Herpetological Circular No. 9. Society for the Study of amphibians and reptiles. Pp. 41.

Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 20(2):115:144.

Gobierno del Estado de México. 2000. "Secretaría de Ecología Información para la Gestión Ambiental" <http://www.edomexico.gob.mx>

González Donoso, J. M. 1995. Algunas reflexiones sobre la problemática de los conceptos de especie. *Revista Española de Paleontología* 10: 90-108.

INEGI, 1981. Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, 1:500,000. S. P. P. México.

INEGI, 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Dirección General de Cartografía. S. P. P. México.

INEGI, 2007. Regiones fisiográficas. Dirección General de Cartografía. S. P. P. México.

Iverson, J. B. 1981a. *Kinosternon dumni*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*. 278:1-2.

Iverson, J. B. 1981b. Biosystematics of the *Kinosternon hirtipes* species group (Testudines: Kinosternidae). *Tulane Studies Zoology y Botanic*. 23:1-74.

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

Iverson, J. B. 1988. Distribution and status of Creaser's mud turtle, *Kinosternon creaseri*, *herpetological Journal*. 1:285-291.

Iverson, J. B. 1989. Natural history of the Alamos mud turtle, *Kinosternon alamosae* (Kinosternidae). *Southwest. Natualistr*. 34(1):134-142.

Iverson, J. B. 1991. Phylogenetic Hypotheses for the evolution of modern Kinosternine turtles. *Herpetological Monographs*. 5:1-27.

Iverson, J. B. 1992. A Revised Checklist with Distribution Maps of Turtles of the World. Richmond. En: Privately printed. pp. 363.

Iverson, J. B. 1999. Reproduction in the Mexican mud turtle *Kinosternon integrum*. *Journal of Herpetology*. 33(1):145-149.

Iverson, J. B. Y Berry, J. F. 1979. The genus *Kinosternon* in northeastern México. *Herpetologica*. 35:318-324.

Iverson, J. B., E. L., Barthelmess, G. R., Smith, y C. E., Derivera. 1991. Growth and reproduction in the mud turtle *Kinosternon hirtipes* in Chihuahua, Mexico. *Journal Herpetology*. 25:64-72.

Iverson, J. B., C. A. Young y J. F. Berry. 1998. *Kinosternon integrum* (LeConte). Mexican Mud Turtle. Catalogue of American Amphibians and Reptiles. 652:1-6.

Liner, E. A. 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of México. Occasional Papers of the Museum of Natural Science. No. 80. Louisiana State University.

López-Alcaide, S. 2002. Uso del espacio y tiempo por parte de los Lacertilios *Sceloporus grammicus* y *Sceloporus mucronatus* en el agrosistema de San José Deguedo, Estado de México. Tesis de Licenciatura, UNAM Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

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, UNAM Instituto de Biología.

Mayr, E. 1942. Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press, New York.

Mayr, E. 1963. Animal Species and Evolution. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Mayr, E. 2000. The biological species concept. p. 17-29. En: Species concepts and phylogenetics theory. Q. D. Wheeler y R. Meir (eds.). Columbia University Press. New York.

Mercado-Silva, S. 1999. La ictiofauna como indicadora de la calidad ambiental en ríos de la Cuenca del Panuco. Tesis de Licenciatura (Biología)- UNAM Facultad de Ciencias.

Miranda, F y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la sociedad Botánica de México. 28:29-117.

Morrone, J. J. y J. Márquez. 2003. Aproximación a un Atlas Biogeográfico Mexicano: Componentes bióticos principales y provincias biogeográficas, p. 217-220. En: J. J. Morrone, y J. Llorente Bousquets (eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. México, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Pritchard, P. C. y Trebbau. 1984. The turtles of Venezuela. Society for the study of amphibians and reptiles. Pp. 466.

Plummer, M. V. 1979. Collecting and marking. P 45-55. En Harless M. Y H. Morlock, 1979 (eds.). Turtles: perspectives and research. John Wiley and Sons. New York. Pp. 696.

Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa, 4ª edición. México. Pp. 432.

SAS, Institute Inc.2002.JMP.Statistical Discovery Software. Ver. 5,0,1, Cary, USA.

S. A. R. H. 1980. Monografía de la cuenca baja del Río Panuco. México. Pp. 78.

Serb, J. M., C. A. Phillips y J. B. Iverson. 2001. Molecular Phylogenetics. *Evol.* 18(1): 149-162

Van Valen, L. 1976. Ecological Species, Multispecies, and Oaks. *Taxon*, Vol. 25, No. 2/3. pp. 233-239

Webb, R. G. 1984. Herpetogeography in the Mazatlán-Durango region of the Sierra Madre Occidental, México. pp. 217-241. En R. A. Seigel, L. E. Hunt, J. L. Knighth, L.Malaret, y N. L. Zuschlag (eds.). *Vertébrate Ecology and Systematics. A Tribute to Henry S. Fitch.* University Kansas Museum Natural History Spec. Publ. No. 10. Lawrence Kansas.

Wilbur, H. M. y P. J. Morin. 1994. Life History Evolution in Turtles. En: Gans, C. y R. B. Huey. 1994 (Eds.). *Biology of Reptilia. Volume 16. Ecology B. Defense and life history.* New York.

Wiley, E. O. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Systematics Zoology*. 27: 17-26.

Zar, J. H. 1999. *Bioestadistical Análisis*. 4ª edición. Prentice Hall: New Jersey. Pp. 662.

APENDICE I

FORMATO PARA TOMAR LAS MEDIDAS TAXONÓMICAS DE *Kinosternon integrum* EN TONATICO Y SAN JOSÉ DEGUEDO, ESTADO DE MÉXICO.

Localidad_____ Fecha_____ Sexo H/M.

Edad_____.

No. de Anillos_____ Peso_____.

L.C_____ A.C._____ Alt. C._____ L.P._____

A.P._____.

A.L.P.A_____ A.L.P.P_____ L.Pe._____

L.H._____ L.S.E.F_____ C.A.I._____

M2C_____ V1-V5_____ M1-M11_____.

Simbología:

- L.C = largo de carapacho
- A.C= ancho de carapacho
- Alt. C= alto de carapacho
- L. P= largo del plastrón
- A. P= ancho del plastrón
- A.L.P.P= ancho del lóbulo plastral posterior
- A.L.P.A= ancho del lóbulo plastral anterior
- L.Pe.= largo del puente
- L. H= largo del lóbulo plastral posterior
- L.S.E.F= largo de la sutura del escudo interfemoral
- C.A.I.= contacto axilar inguinal
- M2C= contacto entre los escudos Marginal 2 y central
- V1-V5= forma de escudos V1 y V5
- M1-M11= tamaño de los escudos M1-M2 y M9/10-M11

(Basado en: Berry *et al.* 1997).