



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Ecología Poblacional de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon
hirtipes murrayi*
en el estado de Michoacán

Tesis para obtener el título de
Biologa

PRESENTA:
Ivette Enríquez Mercado

DIRECTOR: Rodrigo Macip Ríos

Julio, 2017



Agradecimientos

A mi madre Blanca Mercado Juárez y a mi abuela Yolanda Juárez García por todo su amor, cuidado y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por ser mi motivación en todo momento y enseñarme a seguir adelante.

A mi abuelo Eduardo Mercado Gutiérrez por cuidar de mí y por cada momento que estuvo a mi lado.

A mi padre Manuel Ángel Enríquez Alarid y a toda mi familia por su amor, apoyo y consejos.

Al Dr. Rodrigo Macip Ríos por aceptar ser mi director de tesis, por la confianza depositada en mí, por las contribuciones realizadas y por permitirme aprender de su experiencia.

A M. en C. Ana Lucía Castillo Meza y M. en C Gonzalo Yanes Gómes por sus aportaciones para enriquecer mi tesis.

A mi amiga Ángeles Aparicio Martínez por ayudarme en la realización del proyecto, por su amistad que siempre ha sido una fuente de felicidad y apoyo, y por sus consejos para hacerme mejor estudiante y persona.

A Monti por su apoyo en todas las salidas de campo.

A mis amigos Julio Cesar Laureano, Nayeli Yañez, Paty Ramírez, Luis Carlos Chávez, Gaby, Adrián Mendoza, Mariana de los Santos que me han otorgado su cariño y consejos que siempre me motivan a perseguir mis sueños.

Esta tesis se llevó a cabo gracias al apoyo del proyecto DGPA-PAPIIT IA200216 “Ecología poblacional, reproductiva y térmica de las tortugas del género *Kinosternon* (Tetudines: Kinosternidae) en la región de los Lagos Occidentales de la Faja Volcánica Transmexicana. Una aproximación desde las historias de vida”

Índice

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	5
2.1 Ecología poblacional en kinostérnidos	5
2.1.1. Tamaño y densidad poblacional en kinostérnidos	6
2.1.2. Estructura poblacional en kinostérnidos	7
2.1.3. Proporción sexual en kinostérnidos	7
2.2 Morfología en Kinosternidos	8
2.3. Reproducción	8
2.3.1. Madurez Sexual	8
2.3.2. Anidación y tamaño de la nidada	9
2.3.3. Esfuerzo reproductor	10
III. JUSTIFICACIÓN	12
IV. HIPÓTESIS	14
V. OBJETIVOS	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	16
6.1.1. Medio Físico	16
6.1.2. Hidrología	16
6.1.3. Flora	17
6.1.4. Fauna	17
6.1.5. San Jerónimo Purenchécuaro	19
6.1.6. La Mintzita	19

6.1.7. CIDAM-FIRA	20
6.2. Descripción del género <i>Kinosternon</i>	20
6.2.1. <i>Kinosternon integrum</i>	21
6.2.2. <i>Kinosternon hirtipes murrayi</i>	23
6.3. Captura	25
6.4. Marcaje	26
6.5. Morfología	27
6.6. Reproducción	28
6.7. Análisis de datos	29
6.7.1 Abundancia	29
6.7.2 Tamaño poblacional	28
6.7.3 Densidad poblacional	32
6.7.4 Estructura poblacional	32
7.6.5 Proporción de sexos	33
6.7.6 Morfología	33
6.7.7 Reproducción	33
VII. RESULTADOS	
7.1 Colecta y Abundancia de individuos	35
7.2 Tamaño poblacional	43
7.3. Densidad poblacional	45
7.4. Estructura poblacional	46
7.5. Proporción de sexos	47
7.6 Morfología	49

7.6 Reproducción	57
7.6.1. Madurez sexual	57
7.6.3. Esuferzo reproductor	59
VIII. DISCUSIÓN	60
8.1. Colecta y Abundancia	60
8.2 Tamaño y densidad poblacional	61
8.3. Estructura poblacional	63
8.4. Proporción de sexos	64
8.5. Morfología	64
8.6. Reproducción	65
IX. CONCLUSIONES	68
X. LITERATURA CITADA	70

Resumen

México es el segundo país más diverso en tortugas después de Estados Unidos (Flores-Villela y Garcia, 2014) y los kinostérnidos son el grupo de tortugas con mayor diversidad en México. En las últimas décadas se ha evidenciado una disminución mundial de las poblaciones naturales de tortugas continentales (Gibbons et al., 2000). Por consiguiente, es necesario analizar los parámetros poblacionales (Mandujano, 2011), al igual que los rasgos de la historia de vida asociados con el crecimiento y la reproducción (Begon et al., 1996). Generalmente, la distribución de los kinostérnidos es complementaria, pero *Kinosternon integrum* se encuentra en simpatria con *Kinosternon hirtipes murrayi* en la Faja Volcánica Transmexicana. El objetivo de esta investigación fue comparar los atributos poblacionales de *Kinosternon integrum* con *Kinosternon hirtipes murrayi* en dos poblaciones que cohabitan y dos poblaciones que habitan en zonas diferentes en Michoacán. La temporada de captura en la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro fue de agosto a noviembre del 2016, en las poblaciones simpátricas de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA fue de septiembre a octubre del 2015 y de septiembre a diciembre del 2016, y en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita la temporada abarco desde junio hasta diciembre del 2016. La captura se realizó por medio del chinchorro, trampas de desvío y trampas de embudo. En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se colectaron 16 organismos, con un 75% de recapturas y un tamaño poblacional estimado de 16 individuos. En la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA se colectaron 29 individuos con un 51.71% de recapturas y un tamaño poblacional de 35 individuos y en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* se capturaron 11 individuos sin ninguna recaptura, lo que se puede deber a la competencia por recursos ejercida por *Kinosternon integrum*. En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se capturaron 63 individuos con el 14.5% de recapturas y un tamaño poblacional de 131 individuos, que fue el mayor de las poblaciones estudiadas. La estructura poblacional reportada para *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* estuvieron conformadas principalmente por adultos. En las poblaciones de *Kinosternon integrum* la proporción de sexos fue de 1♂:1♀ y en las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* estuvo sesgado hacia los machos 10♂:1♀ en el CIDAM-

FIRA y 1.9♂:1♀ en La Mintzita, probablemente por la mortalidad diferenciada a la que se exponen las hembras al buscar sitios de anidación. Las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* invierten del 4.8% al 8.7% de su masa corporal en la producción de huevos y las hembras de *Kinosternon integrum* del 4.7% al 6.1%. El peso del huevo en *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* ($r^2= 0.776$, $P = 0.048$) disminuyó al aumentar el tamaño de la nidada, lo que indica una estrategia de conservación entre el tamaño de la nidada y el peso del huevo.

I. Introducción

México es el segundo país más diverso en tortugas después de Estados Unidos (Flores-Villela y Garcia, 2014) y los kinostérnidos son el grupo de tortugas con mayor diversidad en México, ya que, se encuentran representados 24 de los 31 taxa descritos hasta la fecha y 17 de ellos son endémicos de México y a los países mesoamericanos adyacentes (Legler y Vogt, 2013). La gran diversidad de tortugas en México es el resultado de la compleja historia geológica, biogeográfica y la topografía de nuestro territorio, donde convergen diversos climas (Legler y Vogt, 2013; CONANP, 2012).

En las últimas décadas se ha evidenciado una disminución mundial de las poblaciones naturales de tortugas continentales (Gibbons et al., 2000). Aproximadamente el 30.4% de las especies de tortugas se encuentran amenazadas (Böhm et al., 2013). De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, en México 39 taxa incluyendo especies y subespecies de tortugas continentales se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Diferentes causas ocasionan la disminución poblacional de tortugas, pero, entre ellas destacan la pérdida y degradación de sus hábitats, la introducción de especies invasoras, la degradación ambiental, las enfermedades, la sobreexplotación, el comercio y el consumo humano (Mittermeier *et al.*, 1992; Aresco y Dobie, 2000; Gibbons *et al.*, 2000; Hernández-Guzmán *et al.*, 2014; Legler y Vogt, 2013); lo cual se agrava por los factores intrínsecos de su biología, como la lenta recuperación de sus poblaciones, madurez sexual tardía y la alta mortandad en las crías (Heppell, 1998; Litzgus y Mousseau, 2004; Daigle y Jutras, 2005; Iverson, 1991).

Por consiguiente es necesario analizar los parámetros poblacionales como tamaño poblacional, estructuras de edad y la proporción de sexos (Mandujano, 2011), al igual que los rasgos de la historia de vida asociados con el crecimiento y la reproducción tales como: tamaño de la puesta, esfuerzo reproductivo y madurez sexual (Begon et al., 1996). De esta forma es posible conocer el estado poblacional y tomar decisiones sobre la conservación y manejo de las tortugas continentales (Macip-Ríos et al., 2015).

Las poblaciones de kinostérnidos han sido bien estudiadas en Estados Unidos (Gibbons, 1983; Mitchell, 1988; Iverson et al., 1991) pero las poblaciones tropicales

(especialmente en México) han recibido menos atención (Moll y Legler, 1971; Iverson, 1988). Generalmente, la distribución de los kinostérnidos es complementaria, pero *Kinosternon integrum* se encuentra en simpatria con *Kinosternon hirtipes murrayi* en la Faja Volcánica Transmexicana. Estas son especies contrastantes, ya que *Kinosternon integrum* es de hábitos más terrestres, y se considera una buena colonizadora; mientras que *Kinosternon hirtipes murrayi* es una especie acuática; sin embargo no se sabe qué tanto se mueve entre sitios, aunque tiene una distribución bastante amplia (Iverson, 1998; Iverson, 1981; Legler y Vogt, 2013).

II. Antecedentes

2.1. Ecología poblacional en kinostérnidos

Una población se define como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un espacio determinado en un momento específico (Krebs, 1985), además, presentan una alta probabilidad de apareamiento e intercambio genético entre sí en comparación a la probabilidad de apareamiento con los miembros de otras poblaciones (Pianka, 1994).

La ecología poblacional tiene como objetivo entender la dinámica de las poblaciones caracterizando tanto los procesos locales que afectan a los nacimientos como a las muertes y los movimientos de los individuos entre las localidades (Ricklefs, 1990). La estimación y el análisis de los parámetros poblacionales como tamaño poblacional, estructuras de edad, proporción de sexos, tasas de crecimiento, tasa de natalidad y tasa de mortalidad, son necesarios para conocer la dinámica poblacional (Mandujano, 2011).

Las poblaciones de kinostérnidos han sido bien estudiadas en Estados Unidos (Gibbons, 1983; Mitchell, 1988; Iverson, 1991), sin embargo, las poblaciones tropicales (especialmente en México) han recibido menos atención (Moll y Legler, 1971; Iverson, 1988). En el sureste de México y Belice se estudió la reproducción de *Kinosternon scorpioides cruentatum* estimando la madurez sexual y la relación del huevo con el cuerpo de la progenitora (Iverson, 2010). En el estado de Oaxaca se investigó la ecología reproductiva en tres poblaciones de *Kinosternon oaxacae*, en el cual se reportó que las nidadas con mayor peso corresponden a nidadas con mayor número de hembras (Vázquez-Gómez et al., 2015).

En el estado de Chihuahua se estudió la reproducción y crecimiento de una población de *Kinosternon hirtipes*, en el cual se reportó la madurez sexual y el tamaño de nidada que se relacionó positivamente con la longitud del carapacho y plastrón de la hembra (Iverson et al., 1991).

2.1.1 Tamaño y densidad poblacional en kinostérnidos

Uno de los métodos más utilizados para determinar el tamaño poblacional en tortugas es el de captura-marca-recaptura. Este método es muy utilizado ya que permite no sólo conocer el tamaño poblacional, sino también el índice de natalidad y mortalidad en la población que se estudia (Krebs, 1985). Existen diferentes modelos que se emplean para interpretar los datos de captura-marca-recaptura, algunos de los más usados son el de Jolly-Seber para poblaciones abiertas y los de Lincoln-Peterson, Shumacher-Eschmeyer y los modelos de Otis para poblaciones cerradas (Krebs, 1999).

El tamaño poblacional estimado para *Kinosternon sonoriense* en fue de 27 adultos y 77 subadultos, con 64 capturas y 39 recapturas, con una densidad de 270 a 406 tortugas/ha calculada en base a la superficie del cuerpo de agua, en el periodo de septiembre de 1996 a abril del 2005 (Hensley et al., 2010). La población estimada dentro de una comunidad de tortugas en Belice fue de 40 organismos con una densidad de 10 tortugas/ha para *Kinosternon leucostomum* y 55 individuos con una densidad de 13.8 tortugas/ha para *Kinosternon scorpioides* en enero de 1984, datos que se incrementaron para abril de 1984 en 82 organismos con una densidad de 30 tortugas/ha para *Kinosternon leucostomum* y 120 organismos con una densidad de 21 tortugas/ha para *Kinosternon scorpioides* (Moll, 1990).

Posteriormente, Forero-Medina et al. (2007) estimaron la población para *Kinosternon scorpioides albogulare* en la Isla San Andrés, Colombia, donde determinaron una población de 4343 individuos, con 1229 individuos capturados y 81 recapturas, con una densidad que vario de 77 a 254 tortugas/ha entre manglares, para el periodo de marzo a junio del 2002. En el estado de México Macip-Ríos et al. (2009) describieron los rasgos de historia de vida y la ecología poblacional de *Kinosternon integrum*, la población estimada para *Kinosternon integrum* en el estado de México fue de 197 individuos para el periodo de octubre del 2003 a junio del 2004. Posteriormente Macip-Ríos et al. (2011) compararon la demografía en dos poblaciones de *Kinosternon integrum* por medio del método captura-marca-recaptura, indicando estabilidad poblacional a menor altitud y un decremento poblacional a mayor altitud.

Recientemente, se estimó el tamaño poblacional para *Kinosternon oaxacae* en las localidades de San Roque y El Aguacate en Oaxaca. El resultado para la localidad de San Roque fue de 402 organismos con una densidad poblacional de 3685 tortugas/ha y para la localidad El Aguacate fue de 272 individuos con una densidad de 5647.82 tortugas/ha, en el periodo de agosto a noviembre del 2013 (Vázquez-Gómez et al., 2016).

2.1.2. Estructura poblacional en kinostérnidos

La estructura poblacional reportada por Forero-Medina et al. (2007) para *Kinosternon scorpioides albogulare* en Colombia estuvo compuesta en su mayor parte por adultos, con el 41.9% de la clase intermedia (120-130 mm largo del carapacho = LC), 16.8% de la clase más grande (130-140 mm LC) y 31.3% de la clase más pequeña (110-120 mm LC). Ninguna cría fue encontrada (LC < 90 mm). La estructura poblacional reportada por Hensley et al. (2010) para *Kinosternon sonoriense* en Arizona estuvo compuesta en un 34.4% por crías (LC < 40) y en 37.5% por adultos.

La estructura poblacional para *Kinosternon oaxacae* reportada por Vázquez-Gómez et al. (2016) estuvo compuesta en un 6.98% de crías (LC < 30 mm), 1.06% de juveniles (30-90 mm LC), 73.16% por adultos (90-170 mm) y 1.83% de adultos viejos (LC > 170 mm). La estructura poblacional de *Kinosternon integrum* en Tonatico, estado de México reportada por Macip-Ríos et al. (2009) estuvo compuesta en un 0.5% de crías, 35% juveniles (30-90 mm), 63% por adultos (LC > 90 mm) y 1% de adultos viejos (LC > 170mm). Iverson (1991) reportó que las tortugas jóvenes tienen la probabilidad más baja de sobrevivencia mientras que los organismos viejos tienen la más alta.

2.1.3. Proporción de sexos en kinostérnidos

La proporción sexual en las poblaciones de tortugas se obtiene a través de los conteos directos de hembras y machos en los muestreos. En los kinostérnidos, la proporción de sexos típica es de 1♂:1♀ (Carr y Mast, 1988), no obstante, la estimación de la proporción de sexos puede variar por la diferencia a la madurez sexual, la mortalidad diferencial en los sexos o por el sesgo de muestreo (Ernts et al., 1994).

La proporción de sexos para *Kinosternon leucostomum postinguinale* en Colombia fue de 2.5♂:1♀ (Ceballos et al., 2016), de manera similar, para *Kinosternon flavescens*

en Oklahoma, la proporción de sexos estuvo sesgada hacia los machos 1.5♂:1♀ (Mahmoud, 1969). En la población de *Kinosternon scorpioides albogulare* en Colombia, la proporción de sexos estuvo sesgada hacia las hembras 1♂:1.97♀ (Forero-Medina et al., 2007). En *Kinosternon oaxacae* la proporción de sexos fue 1♂: 2.2♀ (Vázquez-Gómez, 2015), mientras que en una población de *Kinosternon integrum* en el Estado de México la proporción de sexos, también estuvo sesgada hacia las hembras 1♂:1.7♀ hembras (Macip-Ríos et al., 2009).

2.2 Morfología en kinostérnidos

Dentro del género *Kinosternon*, las especies que presentan los tamaños más grandes son *Kinosternon integrum*, con un largo máximo de carapacho de 210 mm y *Kinosternon hirtipes*, con un largo de carapacho de 186 mm (Iverson, 1981a; Iverson, 1985). Para una población de *Kinosternon integrum* Macip-Ríos et al. (2009) estimaron el largo de carapacho promedio en 156.3 mm para machos y 142.7 mm en hembras. Para *Kinosternon hirtipes* Iverson et al. (1991) estimó el largo de carapacho en 112.6 mm para machos y 107.4 mm para hembras.

En el género *Kinosternon* es común encontrar dimorfismo sexual (Legler y Vogt 2013). Los machos suelen ser más grandes que las hembras en *Kinosternon integrum* (Macip-Ríos et al; 2009), *Kinosternon scorpioides* (Pritchard y Trebbau, 1984), *Kinosternon oaxacae* (Iverson 1986), *Kinosternon creseari* (Iverson 1988), *Kinosternon herrerae* (Carr y Mast, 1988) y *Kinosternon alamosae* (Iverson 1989), no obstante, Iverson (1985) encontró que los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* usualmente presentan un mayor largo de carapacho que las hembras.

2.3 Reproducción

2.3.1. Madurez Sexual en kinostérnidos

Las hembras de *Kinosternon creaseri* alcanzan la madurez sexual entre los 110-115 mm de largo de carapacho (LC), lo que corresponde a los 10-15 años de edad, aunque se han encontrado hembras inmaduras con 106 mm y 108 mm (Iverson 1988). Vázquez-Gómez (2015) reportó que la hembra de *Kinosternon oaxacae* más pequeña con huevos en el oviducto fue de 118.8 mm CL, en esa especie, la madurez sexual en

las hembras se sugiere alrededor de los 115 mm de largo de carapacho que corresponde a una edad de 8-9 años (Iverson 1986). Pritchard y Trebbau (1984) reportaron para cinco individuos de *Kinosternon scorpioides* que el sexo no es evidente aún con 132-135 mm de largo de carapacho. Por su parte Iverson (2010) estimó que las hembras de *Kinosternon scorpioides cruentatum* maduran a los 100-105 mm de largo de carapacho, lo que corresponde a los 9-10 años de edad. En la subespecie *Kinosternon sonoriense sonoriense*, la madurez sexual se alcanza entre los 96-99 mm de largo de carapacho, lo que corresponde a la edad de 8-9 años (Hulse, 1982).

Las hembras inmaduras más grandes en una población de *Kinosternon hirtipes* en el estado de Chihuahua presentaron un largo de carapacho de 101.7 mm y 97.2 mm, en cambio, las dos hembras maduras más pequeñas presentaron un largo de carapacho de 99.4 mm y 97.4 mm, lo que sugiere que la madurez sexual se alcanza entre los 95-100 mm de largo de carapacho que corresponde a los 6 y 8 años de edad (Iverson et al., 1991).

Macip-Ríos et al. (2009) reportó que la hembra más grande de *Kinosternon integrum* con huevos en el oviducto presentó un largo de carapacho de 153 mm y la más pequeña 122 mm.

2.3.2. Anidación y tamaño de la nidada en kinostérnidos

En la familia Kinosternidae, la época reproductiva está asociada a la temporada de lluvias (Legler y Vogt, 2013). El tamaño promedio de la nidada en todo el grupo es de 3.94 huevos (Macip-Ríos, 2009) y puede variar de uno a ocho huevos (Iverson, 2010), según la especie y/o población (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temporada reproductiva y medidas morfológicas de los huevos para especies del género *Kinosternon*.

Especie	Temporada reproductiva	Tamaño de nidada	Largo promedio del huevo (mm)	Ancho promedio del huevo (mm)	Peso promedio del huevo (g)	Fuente
<i>Kinosternon acutum</i>	Septiembre-marzo	1-3	33	17	6.2	Legler y Vogt, 2013
<i>Kinosternon oaxacae</i>	Marzo-octubre	1-4	27.29	17.15	4.28	Vázquez-Gómez, 2015
<i>Kinosternon sonoriense sonoriense</i>	Mayo-julio	2-4	28.9	16.9	5.03	Hulse, 1982
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Marzo-Abril	6-10	33.6	17.9	6.72	Campbell, 1998; Castillo-Centeno, 1986; Iverson, 2010
<i>Kinosternon hirtipes</i>	Mayo-septiembre	1-6	28.89	16.34	4.82	Iverson et al., 1991
<i>Kinosternon integrum</i>	Junio-octubre	1-8	30.43	16-35	5.14	Macip-Ríos et al., 2009

2.3.3. Esfuerzo reproductor

El esfuerzo reproductor en las tortugas se ha obtenido a través de la masa relativa de la nidada, que indica aproximadamente la energía gastada (estimada por la biomasa invertida en la nidada) para producir una nidada (Cuellar, 1984). La masa relativa de la nidada es el peso de la nidada expresado como un porcentaje del peso posparto de la hembra, y puede variar por factores ambientales (Legler y Vogt, 2013).

La familia Kinosternidae presenta un esfuerzo reproductor promedio de 0.074 (Macip-Ríos, 2010). El esfuerzo reproductor para las especies de *Kinosternon* es más alto en las poblaciones de Estados Unidos y más bajo en las especies tropicales (Iverson, 1991). En *Kinosternon flavescens* el esfuerzo reproductor en Texas fue de 0.119 (Long,

1986), para *Kinosternon sonoriense* en Arizona fue de 0.079 (Hulse, 1982), para *Kinosternon alamosae* en Sonora fue de 0.112 (Iverson, 1989), para *Kinosternon baurii* en Florida de 0.090 (Iverson, 1979), y para *Kinosternon creseari* en Yucatán de 0.045 (Iverson 1988).

En *Kinosternon hirtipes* el esfuerzo reproductor fue de 0.071 y no estuvo correlacionado con el largo de carapacho o plastrón sugiriendo que las hembras depositan constantemente parte de su masa en cada puesta (Iverson et al., 1991). En *Kinosternon integrum* el valor del esfuerzo reproductivo fue de 0.043, el valor más bajo reportado para el género *Kinosternon* (Macip-Ríos et al; 2009). Iverson et al. (2013) sugiere que el esfuerzo productor se reduce cuando el tamaño corporal aumenta.

III. Justificación

Los kinosternidos son el grupo de tortugas más diverso en México (Legler y Vogt, 2013), ya que, se encuentran representados 24 de los 31 taxa descritos hasta la fecha y 17 de ellos son endémicos de México y adyacentes a los países mesoamericanos (Legler y Vogt, 2013).

Las poblaciones de kinostérnidos en el trópico (especialmente en México) han recibido poca atención (Iverson et al., 1991; Moll y Legler, 1971). Los kinostérnidos suelen tener una distribución complementaria, pero, *Kinosternon integrum* ocurre en simpatria con *Kinosternon hirtipes murrayi* en el suroeste de la altiplanicie mexicana (Legler y Vogt, 2013). En algunas de las cuencas hidrológicas de Michoacán ambas especies se encuentran en simpatria, sin embargo, no se conoce el estado de sus poblaciones. La información documentada sobre el estado poblacional de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* es muy escasa, no sólo en las cuencas del centro y norte de Michoacán, sino en toda su área de distribución.

Aunque *Kinosternon integrum* es la especie con mayor distribución en México, sólo se han publicado dos artículos sobre ecología poblacional, ambos en el estado de México, un artículo sobre ecología de poblaciones y reproducción en el municipio de Tonatico (Macip-Ríos, 2009) y otro donde se compara la demografía de dos poblaciones a diferentes altitudes (Macip-Ríos et al., 2011).

Las investigaciones sobre ecología poblacional en *Kinosternon hirtipes* también son escasas, Iverson (1991) estudio una población de *Kinosternon hirtipes murrayi* en el estado de Chihuahua desde 1977 a 1990, pero, no se encuentra reportado el tamaño poblacional. Reyes-Velasco et al. (2013) reportaron el estado poblacional de *Kinosternon hirtipes chapalense*, *Kinosternon hirtipes magdalense* y *Kinosternon hirtipes megacephalum* en el estado de Jalisco y Michoacán, donde reportaron que las abundancias de las subespecies de *Kinosternon hirtipes* son muy bajas y por lo general se encuentran superadas por poblaciones de *Kinosternon integrum*.

Pese a que *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial, la falta

de información que se tiene sobre su estado poblacional no permite tomar medidas adecuadas para evaluar las medidas de conservación, por lo tanto, es necesario investigar su ecología poblacional e historias de vida, especialmente en zonas donde la degradación del hábitat es cada vez mayor.

La presente investigación se realizó debido a la escasa información poblacional que existe sobre *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* y a la rápida degradación del hábitat en la cuenca endorreica de Michoacán. El objetivo fue generar información y comparar los atributos poblacionales de *Kinosternon hirtipes murrayi* con respecto a *Kinosternon integrum*. La presente investigación permitirá comparar las características poblacionales de dos especies en simpatría, lo cual es relevante, pues al ocurrir en las mismas localidades y ocupar el mismo hábitat, las especies son potencialmente competidoras.

IV. Hipótesis

Se espera que los atributos poblacionales de *Kinosternon integrum* sean más altos en comparación con las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* debido a que *Kinosternon integrum* es considerada una buena colonizadora, ya que, es la tortuga más ampliamente distribuida en México, donde presenta poblaciones muy densas (Iverson, 1998), y puede habitar en diferentes condiciones como cuerpos de agua lénticos-temporales o permanentes (Legler y Vogt, 2013), y tiene la capacidad de estivar cuando los cuerpos de agua se secan; por otro lado, *Kinosternon hirtipes murrayi* tiene una distribución más reducida y necesita condiciones ambientales más estables, ya que depende de cuerpos de agua permanentes por la alta pérdida de agua debido a la evaporización, que es mayor que en otras especies del género *Kinosternon*, pues tienen un plastrón más reducido (Seidel y Reynolds 1980).

V. Objetivos

Objetivo general

Comparar los atributos poblacionales de *Kinosternon integrum* con *Kinosternon hirtipes murrayi* en dos poblaciones que cohabitan y dos poblaciones que habitan en diferentes zonas en Michoacán.

Objetivos particulares

- Comparar los tamaños y estructuras poblacionales de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* en dos poblaciones simpátricas y dos poblaciones separadas geográficamente.
- Determinar la proporción de sexos en las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.
- Describir los rasgos de la historia de vida como madurez sexual y tamaño de la nidada en las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.
- Comparar el esfuerzo reproductivo de las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.

VI. Materiales y métodos

6.1.1 Medio Físico

El presente estudio se realizó en los municipios de Morelia y Quiroga, Michoacán, el cual se encuentra ubicado en el extremo sur occidental de la meseta central de México, a una altitud que comprende desde el nivel del mar a los 3840 msnm. Su superficie es de 158,836.95 km². (INAFED, 2010).

El estado de Michoacán presenta un relieve muy accidentado debido a que se encuentra ubicado en dos regiones fisiográficas: la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana, donde se ubican los municipios de Morelia y Quiroga (INAFED, 2010).

Michoacán se encuentra en la zona tropical del hemisferio norte; esta ubicación, sumada a la distribución de tierras y mares, así como su accidentada topografía, define lo variado de su clima. En Morelia y Quiroga el clima que está presente es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) (Antaramián, 2005).

6.1.2 Hidrología

La mayoría de los cuerpos de agua de Michoacán están directamente asociados a dos ríos principales y sus afluentes, el Río Lerma y el Río Balsas, que son dos de las tres cuencas hidrológicas más importantes del país (Alcantara, 2005).

El Río Lerma atraviesa el estado en su porción nororiental donde se ubican los municipios de Morelia y Quiroga. Los afluentes del Río Lerma son los ríos Tlalpujahuá, Cachiví y Duero, los cuales desembocan en el Lago de Chapala. Dentro de la cuenca del Lerma también se encuentra la subcuenca Lago de Pátzcuaro, que a pesar de no contar con afluentes que lo alimenten, se mantiene debido a los manantiales del borde sur y del interior del lago, así como las lluvias estacionales (INAFED, 2010). Además de presentar una gran cantidad de corrientes fluviales que favorecen la concentración de humedad, también se encuentran cuerpos de agua artificiales como el manantial La Mintzita es el segundo manantial más importante del Estado de Michoacán y está clasificado como sitio Ramsar, pertenece a la subcuenca del Lago de Cuitzeo (INEGI, 2009).

6.1.3 Flora

La intersección de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, además de la compleja topografía marcada primordialmente por regiones montañosas como la Sierra Madre del Sur y la Faja Volcánica Transmexicana dan como resultado que Michoacán sea uno de los primeros cinco estados con mayor diversidad biológica de México (Velázquez et al., 2005).

En el estado de Michoacán se encuentran más de una docena de comunidades vegetales. Entre ellas se encuentran los bosques de oyamel, pino, encino y cedro blanco, los bosques de encinos, los bosques mesófilos de montaña, la selva baja caducifolia, el matorral subtropical, el bosque espinoso, la selva baja subcaducifolia y la vegetación acuática y subacuática (Carranza, 2005). En el estado se encuentra el 50% de familias y géneros de árboles de México y el 23% de especies arbóreas (845 especies) de la República Mexicana (Velázquez et al., 2009).

6.1.4 Fauna

El estado de Michoacán presenta una gran riqueza faunística que lo coloca en el cuarto lugar con mayor diversidad faunística en México. Se tienen registrados 160 especies de mamíferos. Esta gran diversidad puede ser comparada con otras regiones del mundo; por ejemplo, en toda Europa se conocen 25 especies de murciélagos, mientras que en Michoacán se conocen 75 (Nuñez, 2005).

En Michoacán se encuentran 547 especies de aves, lo que coloca al estado en el cuarto lugar entre las entidades del país con mayor riqueza avifaunística (Villaseñor, 2005). La diversidad de ictiofauna comprende 80 familias de las 206 reportadas para el país, 64 son marinas, 7 dulceacuícolas y 9 de aguas salobres que comprenden 179 géneros y 351 especies (Medina-Nava et al., 2005).

En cuanto a la herpetofauna han registrado 42 especies de anfibios, lo que representa el 14.48% de las conocidas para el país y 138 de reptiles, de las cuales 13 son endémicas del estado. En Michoacán se encuentran tres especies de tortugas continentales: *Rhynoclemmys rubida*, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes* (Huacuz, 2005; Suazo-Ortuño et al., 2014). En el estado de Michoacán se distribuyen tres

de las subespecies de *Kinosternon hirtipes*, *Kinosternon hirtipes murrayi* se encuentra en la parte norte del estado, *Kinosternon hirtipes tarascense* es endémica del lago de Patzcuaro. *Kinosternon hirtipes chapalense* es endémica del lago de Chapala y *Kinosternon hirtipes magdalense* es endémica de la cuenca del Río Magdalena (Iverson, 1981).

El presente estudio se llevó a cabo en una zona ubicada en la localidad de San Jerónimo Purenchécuaro tenencia perteneciente al municipio de Quiroga y en dos zonas ubicadas dentro del municipio de Morelia: la localidad La Mintzita y en las instalaciones del Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán (CIDAM) y a la de Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura ubicadas dentro de la ciudad (Banco de México-FIRA), las dos ubicadas en la periferia de la ciudad (Figura 1).

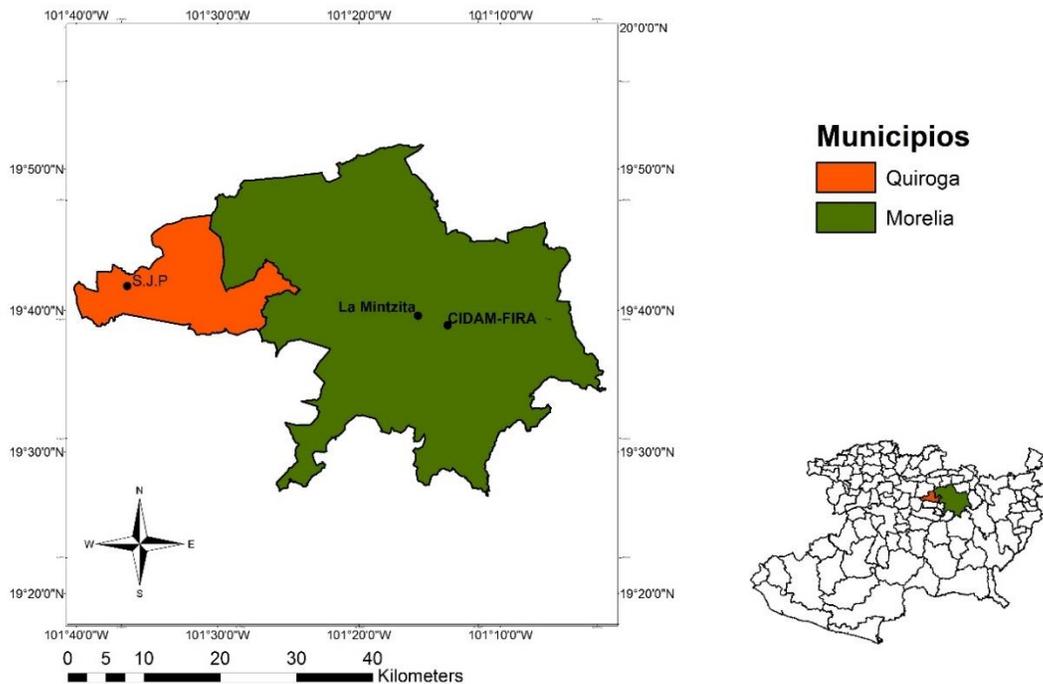


Figura 1. Zonas de muestreo de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro (S.J.P) perteneciente al municipio de Quiroga, *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita y de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA pertenecientes a la ciudad de Morelia.

6.1.5 San Jerónimo Purenchécuaro

El muestreo de la población de *Kinosternon integrum* se llevó a cabo en la localidad de San Jerónimo Purenchécuaro, situado en el municipio de Quiroga. Se encuentra ubicado en las coordenadas N 19.693875 y O -101.606649. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) (INAFED, 2010) con una temperatura media anual de 16.7 °C, temperatura máxima de 28.5 °C en mayo y una temperatura mínima de 4.8 °C en enero (SMN, 2016). La zona de estudio es bosque de pino-encino modificado por pastoreo, por lo tanto el sitio tiene una marcada influencia de ecosistemas templados, pero con componentes florísticos tropicales como las acacias (*Mimosa sp*) y los huizaches (*Acacia sp*). La colecta se realizó en un bordo que es un cuerpo de agua intermitente y es utilizado como abrevadero para las vacas, presenta una superficie de 0.0102 ha y una profundidad máxima de 100 cm que se presenta durante octubre y noviembre, la temporada de estiaje se presenta de febrero a mayo que son los meses con mayor temperatura y menor precipitación.

6.1.6 La Mintzita

El muestreo de la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* se realizó en la localidad La Mintzita localizada al Suroeste de la ciudad de Morelia. Se encuentra ubicada en las coordenadas N 19.660275 y O -101.263789. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) (IMDUM, 2014) con una temperatura media anual de 18.2 °C, temperatura máxima de 30 °C en abril y una temperatura mínima de 5.2 °C en enero (SMN, 2016). El tipo de vegetación es bosque de galería y bosque tropical caducifolio, el cual está perturbado por actividades antrópicas (asentamientos urbanos y agricultura de temporal) (Marin-Togo y Blanco-García, 2009). La colecta de ejemplares se realizó en tres zanjas con una superficie de 0.075 ha, 0.0716 ha y 0.01ha y una profundidad de 50 cm, la temporada de estiaje es de diciembre a abril. Las zanjas reciben agua limpia del manantial La Mintzita, la planta potabilizadora de agua y aguas residuales provenientes de asentamientos humanos. La Mintzita se encuentra contaminada por la gran cantidad de nutrientes (fosfatos) que provienen de los fertilizantes de los campos de cultivo adyacentes y de los residuos generados en los asentamientos urbanos. El sitio tiene una importancia histórica y biológica para la región, pues parte del agua que se utiliza en la

ciudad de Morelia es tomada de este manantial, además de ser una localidad que ha sido utilizada para la agricultura por cientos de años (Marín-Togo y Blanco-García, 2009).

6.1.7 CIDAM-FIRA

El muestreo de la población de *Kinosternon integrum* en simpatria con *Kinosternon hirtipes murrayi* se realizó en dos estanques artificiales y permanentes ubicados dentro de las instituciones del CIDAM y FIRA localizadas dentro de la ciudad de Morelia, que se encuentran en las coordenadas N 19.649193 y O -101.228688. El estanque del CIDAM presenta una superficie de 0.291 ha y una profundidad de 2m, el estanque del FIRA presenta una superficie de 0.263 ha y una profundidad de 7 m. El clima de Morelia es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) (INDUM, 2014) con una temperatura media anual de 18.2 °C, temperatura máxima de 30 °C en abril y una temperatura mínima de 5.2 °C en enero (SMN, 2016).

6.2. Descripción del género *Kinosternon*

La familia Kinosternidae es un grupo muy diverso de tortugas con una amplia distribución que abarca desde el noreste de los Estados Unidos y el sudeste de Canadá hasta el norte de Argentina (Legler y Vogt, 2013). El género *Kinosternon* presenta su mayor diversidad en México (Smith and Smith, 1979), ya que, se encuentran 12 de las 15 especies descritas hasta la fecha (Legler y Vogt, 2013).

El género *Kinosternon* se caracteriza por presentar un caparazón con tres quillas, 10 huesos periféricos y 11 escudos marginales, glándulas almizcleras en la parte inferior de los escudos marginales, un plastrón con dos lóbulos móviles y los escudos del plastrón generalmente están separados por costuras interlaminares (Hutchinson, 1991; Legler y Vogt, 2013). Generalmente, los machos tienen una cola más grande con una uña en la punta (Legler y Vogt, 2013)

El género *Kinosternon* se encuentra en hábitats templados, tropicales o desérticos (Bonin et al, 2016), algunas especies son completamente acuáticas y otras son capaces de estivar bajo tierra por más de dos años (Rose, 1980).

6.2.1. *Kinosternon integrum*

Kinosternon integrum es una tortuga endémica de México y además es la tortuga con la mayor distribución en el país (Figura 2), ocurre desde el nivel del mar hasta los 2545 msnm (Legler y Vogt, 2013).

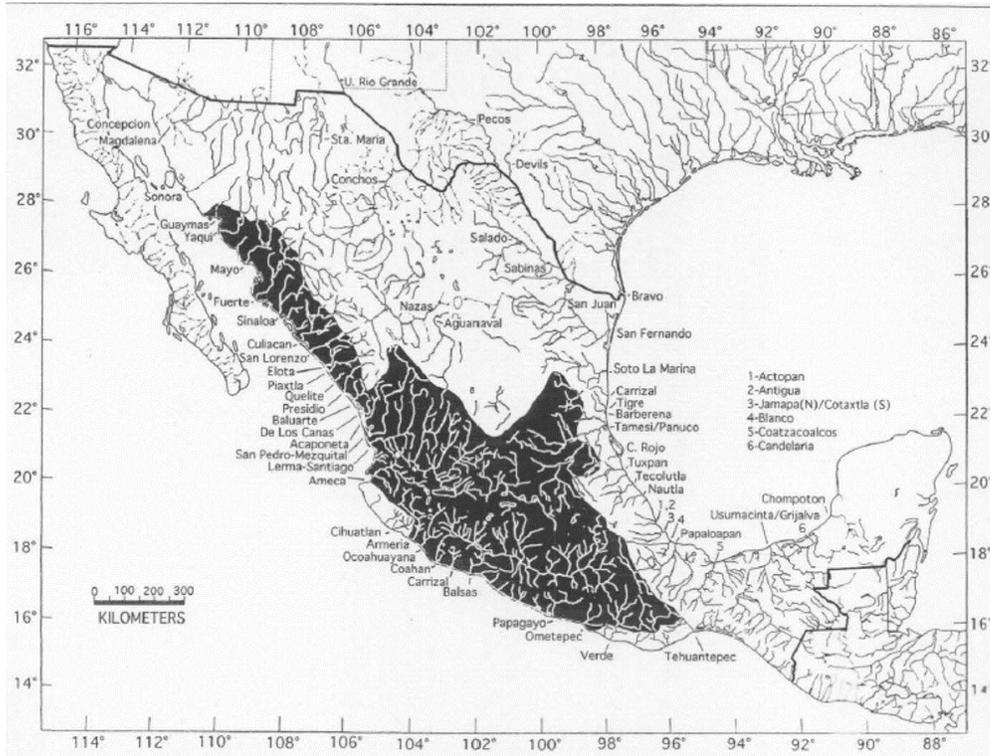


Figura 2. Mapa de la distribución geográfica de *Kinosternon integrum* (Tomado de Legler y Vogt, 2013).

Kinosternon integrum es remplazada en elevaciones más bajas de la costa del Pacífico por *Kinosternon chimalhuaca* en el suroeste de Jalisco y oeste de Colima, por *Kinosternon oaxacae* en el suroeste de Oaxaca y sur de Guerrero y por *Kinosternon scorpioides* a partir del Río Tehuantepec en la llanura de la costa del Golfo, no obstante, en el noroeste de México se encuentra en simpatria con *Kinosternon alamosae* y *Kinosternon sonoriense* hacia la costa del Pacífico en Sonora y con *Kinosternon hirtipes* en el sur del Altiplano mexicano (Iverson et al., 1998).

Kinosternon integrum puede habitar en una gran variedad de ambientes, usualmente temporales y lenticos o hábitats acuáticos permanentes, incluyendo arroyos

de poco movimiento y estanques temporales, en asociación con diversas comunidades de plantas excepto comunidades secas o de montaña (Legler y Vogt, 2013). Su amplia distribución puede deberse a ciertas adaptaciones como estivación, una historia de vida “mejor apostador” y una dieta omnívora (Aguirre-León y Aquino Cruz, 2004; Macip-Ríos, 2009).

La dieta de *Kinosternon integrum* está clasificada como omnívoro compuesta por plantas (pastos y otras herbáceas), coleópteros, libélulas, dípteros, sanguijuelas y anfibios (Macip-Ríos, 2010).

La época más activa es en verano y en la temporada lluviosa de otoño. La mayor abundancia de tortugas capturadas por mes estuvo correlacionada con la temperatura y precipitación de acuerdo a Macip-Ríos (2009).

La época reproductiva es de mayo a septiembre (similar a *Kinosternon hirtipes*) posiblemente debido a la precipitación. Sin embargo muchas tortugas pueden retener los huevos en el oviducto por tiempos variados (Legler y Vogt, 2013). Aparentemente las hembras experimenta un solo evento reproductivo por año con un tamaño de puesta promedio de cuatro huevos (Macip-Ríos, 2009).

Kinosternon integrum tiene la talla más grande dentro del grupo *scorpioides*, en machos mide 210 mm y 196 mm en hembras. Comparte la ausencia de órganos estriduladores con *Kinosternon creaseri*, *Kinosternon alamosae*, *Kinosternon chimalhuaca*, *Kinosternon oaxacae*, *Kinosternon acutum* y *Kinosternon scorpioides* (Legler y Vogt, 2013).

Se caracteriza por poseer un carapacho tricarinado o acarinado, con las quillas más visibles posteriormente. El primer escudo vertebral está en contacto con el segundo marginal. Tiene dos bisagras móviles en el plastrón, una anterior y otra posterior al poshumeral. Los escudos axilares e inguinales a menudo no están en contacto y si lo están el contacto es estrecho. Presenta dos o más pares de barbas gulares. Ambos sexos tienen espinas terminales en la cola pero en machos son más largas (Iverson et al., 1998).

Kinosternon integrum está considerada bajo la categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de preocupación menor en IUCN-RED LIST, las

poblaciones parecen ser abundantes incluso en poblaciones humanas densas. (Macip Rios, 2015).

6.2.2. *Kinosternon hirtipes murrayi*

Kinosternon hirtipes murrayi cuenta con la mayor distribución dentro de las subespecies *Kinosternon hirtipes* (Figura 3).

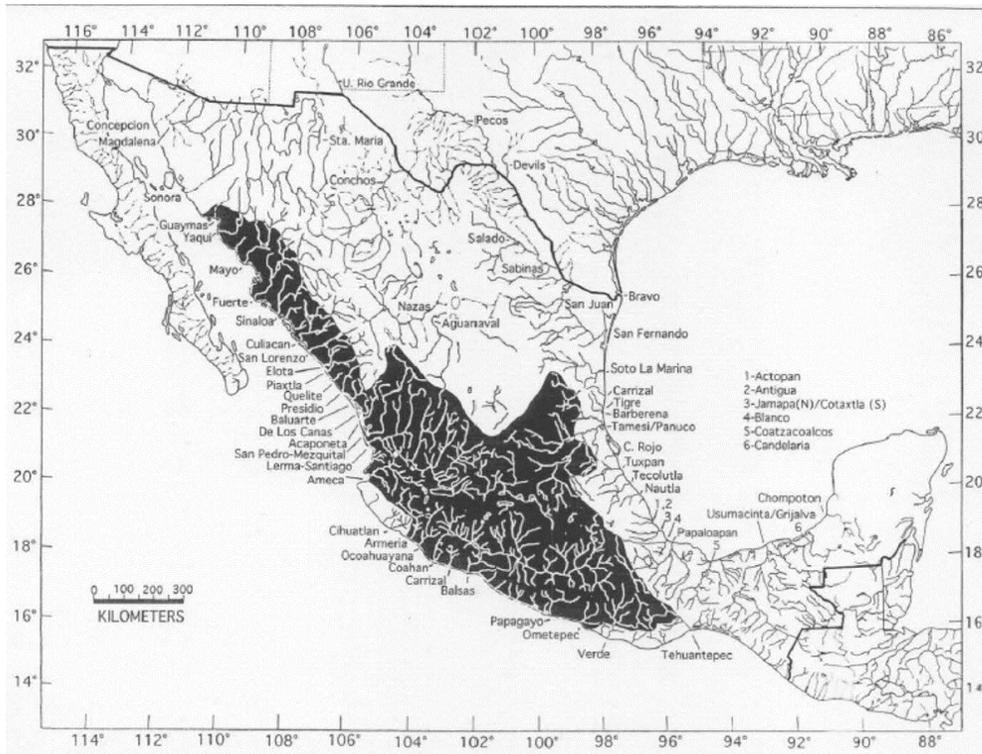


Figura 3. Mapa de la distribución geográfica de *Kinosternon hirtipes murrayi* (Tomado de Legler y Vogt, 2013)

Debido a que *Kinosternon hirtipes* rara vez deja el agua por ser altamente propensa a la deshidratación (Seidel y Reynolds 1980), habita cuerpos de agua permanentes, especialmente en los pastizales al norte de su rango de distribución. Se encuentra en lagos, arroyos, ríos, estanques artificiales y zonas pantanosas. La actividad es diurna en lugares donde no hay disturbio humano y nocturna en áreas frecuentadas por humanos (Iverson et al., 1991).

Al igual que otros *Kinosternon*, su dieta es generalista-omnívora, está compuesta por algas, plantas herbáceas, semillas, frutas, artrópodos, gasterópodos acuáticos (Platt et al., 2016), anfibios y pescado (Ernst et al., 1994).

La época reproductiva de *Kinosternon hirtipes* es de mayo (quizás a inicios de abril) a principios de septiembre, lo cual coincide con las temporadas más lluviosas, esto se debe a la dependencia hacía el agua que tiene esta especie. Debido a su larga época reproductiva, se sugiere una producción anual de cuatro puestas. Los machos maduran a los cinco años aproximadamente, mientras que las hembras alcanzan la madurez sexual a los seis u ocho años (95-100mm de longitud de carapacho) (Iverson., et al 1991).

Kinosternon hirtipes murrayi se encuentra entre las especies más grandes dentro de su género. El tamaño máximo del adulto en *Kinosternon hirtipes* es 182 mm (largo de carapacho) en machos y 157 mm en hembras (Legler y Vogt, 2013).

Hay muchos errores en la identificación de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes*, especialmente cuando las dos especies se encuentran en áreas de simpatria (Legler y Vogt, 2013), no obstante, hay una serie de diferencias morfológicas que permiten diferenciar a las especies. *Kinosternon hirtipes* a diferencia de *Kinosternon integrum* tiene órganos “estriduladores” en las patas traseras, los escudos de la cabeza son largos y posteriormente furcados, los escudos inguinales y axilares están en amplio contacto, solo se nota una quilla en el carapacho y, la cola tiene numerosas filas de largas papilas y el plastrón es más estrecho en los machos (Iverson, 1981), (Figura 4).



Figura 4. Diferencias morfológicas entre machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* (izquierda) y *Kinosternon integrum* (derecha). Foto: Rodrigo Macip-Ríos.

El patrón de coloración de la cabeza y el largo de la sutura interhumeral distinguen a *Kinosternon hirtipes murrayi* de las otras subespecies de *Kinosternon hirtipes*. El cuello y la cabeza tienen un color que va del marrón oscuro a negro con un patrón vermiculado que es más grueso en los lados, las mandíbulas son grises con líneas marrones oscuras o negras. La sutura interhumeral es mayor que la interfemoral (Glass y Hartweg, 1951).

De acuerdo a la lista roja de la IUCN, *Kinosternon hirtipes*, se encuentra en la categoría de preocupación menor y en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra dentro de la categoría de protección especial.

6.3. Captura

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se realizaron 6 eventos de muestreo de agosto a noviembre del 2016 con un intervalo de 15 días entre cada muestreo. En las poblaciones simpátricas de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA se realizaron 13 eventos de muestreo, un

evento realizado en septiembre y otro en octubre del 2015, y 11 eventos de muestreo realizados con un intervalo de 7 días entre cada muestreo de septiembre a diciembre del 2016. En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se realizaron 13 muestreos de junio hasta diciembre del 2016 con un intervalo de 10 días entre muestreos. Se eligieron los meses con precipitación más alta ya que la mayor actividad de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* se concentra en los meses lluviosos (Legler y Vogt, 2013).

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro el muestreo se realizó por medio de un chinchorro debido a que este método se puede realizar en un corto periodo de tiempo y en cuerpos de agua con poca profundidad. El bordo se atravesó seis veces de orilla a orilla en cada evento de muestreo. En las poblaciones simpátricas del CIDAM-FIRA y en la población de La Mintzita los muestreos se realizaron por medio de dos trampas de desvió (*fyke nets*) y 16 trampas de embudo (*hoop nets*) cebadas con mojarra. Las trampas fueron colocadas en diferentes partes de los dos estanques en el CIDAM-FIRA y a lo largo de las zanjas en La Mintzita, por un periodo de 12 horas.

6.4. Marcaje

Cada organismo fue marcado en el lugar de colecta, siguiendo el código de Cagle (1939) con una muesca de identificación única en los escudos marginales que se realizó con una lima de triangulo, iniciando con los escudos anteriores hacia los posteriores en cada lado del carapacho (Figura 5). Esta técnica permite marcar un gran número de organismos, facilitando identificarlos en recapturas sucesivas. Este método de marcaje no afecta la supervivencia de los organismos y causa poco daño, aunque ocasionalmente puede causar que la herida sangre ligeramente (Cagle, 1939).

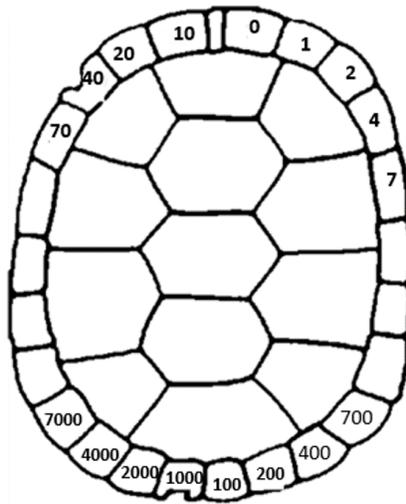


Figura 5. Adaptación del código de Cagle (1939) para marcar tortugas con muescas en los escudos marginales.

6.5. Morfología

Cada organismo fue medido en el lugar de colecta con un vernier estándar de 150mm (marca SPi, modelo 31-415-3, Swiss Precision Instruments, Inc., Garden Grove, California) para obtener el largo del carapacho (mm), largo del plastrón, ancho del plastrón, alto del caparazón y altura. Las tortugas se pesaron con una báscula de resorte de 1000g (marca PESOLA, modelo LightLine, PESOLA S.A., Suiza).

La identificación del sexo se realizó mediante los caracteres sexuales secundarios. Las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* tienen barbillas pálidas y colas cortas a diferencia de los machos que tienen barbillas oscuras, órganos estriduladores (parches de escamas en los muslos y piernas) y colas largas y gruesas. Ambos sexos presentan una garra en la cola, pero en los machos está más desarrollada (Legler y Vogt, 2013) (Figura 6). En el caso de *Kinosternon integrum* se identificó el sexo por un carácter sexual, la cola más larga y gruesa en machos (Macip-Rios et al, 2009) (Figura 7). Aquellos individuos en los que no se pudo identificar el sexo, se clasificaron como juveniles.



Figura 6. Determinación sexual por caracteres sexuales secundarios en *Kinosternon hirtipes murrayi*. Derecha: hembra, izquierda: macho. Foto: Rodrigo Macip-Ríos.



Figura 7. Determinación sexual mediante caracteres sexuales secundarios en *Kinosternon integrum*. Derecha: hembra, izquierda: macho. Foto: Rodrigo Macip-Ríos.

6.6. Reproducción

Las hembras con un largo de plastrón mayor a 100mm fueron llevadas al laboratorio de la ENES unidad Morelia, donde se sacaron placas de rayos X por medio de la unidad radiológica (modelo CORYX 70 VET, CORAMEX S.A., Chicago). En el caso

de que las hembras estuvieran grávidas se les inyectó oxitocina en una dosis de 1.5ml/kg para determinar el tamaño de la puesta (Ewert and Legler 1978). La oxitocina es una hormona que es capaz de unirse a los receptores del oviducto generando contracciones en el músculo liso que causa la expulsión de los huevos; su uso ha demostrado ser útil en la recopilación de datos reproductivos en tortugas (Ewert, 1985).

Después de inducir las hembras con oxitocina, se colocaron en tinas de plástico de 28 cm x 39 cm x 28 cm de alto, con 20 cm de tierra para generar el menor estrés posible, debido a que el comportamiento de las hembras en sus condiciones naturales incluye la preparación del sitio de anidación, la construcción de la cavidad del nido, la ovoposición y finalmente la cubierta del nido (Ehrenfeld, 1979).

Cada huevo se le asignó un número y a la hembra a la que correspondía, se midió con un vernier estándar de 150 mm (marca SPi, modelo 31-415-3, Swiss Precision Instruments Inc., Garden Grove, California) para obtener el largo y ancho del huevo y se pesó con una balanza granataria (marca Denver Instrument modelo TP-214, Denver Instrument Company, New York).

6.7. Análisis de datos

6.7.1. Abundancia

La abundancia se representó como el número de individuos capturados en cada población. Para cada población se relacionó la abundancia mensual con la temperatura y la precipitación por medio de una prueba de regresión simple. Se utilizaron los datos de temperatura y precipitación provistos por el Servicio Meteorológico Nacional desde el año 1950 al 2010 para los meses de muestreo. Los datos para las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* de la Mintzita, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del C.C-FIRA se obtuvieron de la estación de Cointzio y para la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se utilizaron los datos de la estación Santa Fe de la Laguna, Quiroga.

6.7.2. Tamaño poblacional

El tamaño poblacional se determinó por medio del método captura-marca-recaptura a través de la construcción de los modelos para poblaciones cerradas propuestos por Otis et al. (1978) (Cuadro 2) en el software MARK 8.1 (White y Burnham,

2016); en los que las historias de captura se rigen por las probabilidades de encuentro y pueden variar de acuerdo al tiempo (Mt), comportamiento (Mb), a los individuos (Mh) o pueden ser constantes (Mo).

Cuadro 2. Modelos para poblaciones cerradas propuestos por Otis et al. (1978). f_0 = individuos no capturados, p = probabilidad de la primera captura, c = probabilidad de recapturas.

Notación de Otis	Notación extendida	Descripción
Mo	$f_0, p(\cdot)=c(\cdot)$	p constantes
Mt	$f_0, p(t) = c(t)$	p variable con el tiempo
Mb	$f_0, p(\cdot), c(\cdot)$	p variable por el comportamiento
Mh	$f_0, p_a(\cdot) - c_a(\cdot), p_b(\cdot) - c_b(\cdot), \pi$	p variable de acuerdo a los individuos

El modelo Mo utiliza el parámetro del tamaño poblacional (N) y la probabilidad de captura (p) para estimar la distribución de probabilidad de las historias de captura.

$$P[X_w] \frac{N!}{[\prod_w X_w!](N - Mt + 1)!} * p^n \cdot (1 - p)^{tN-n}.$$

... donde X_w es la historia de captura, p es la probabilidad de captura, n . es el número total de capturas, N el tamaño poblacional, $Mt+1$ son los individuos capturados.

El modelo Mt utiliza el parámetro del tamaño poblacional (N) y probabilidad de captura en cada evento de muestreo (p_j) para estimar la distribución de probabilidad de las historias de captura.

$$P[X_w] \frac{N!}{[\prod_w X_w!](N - Mt + 1)!} \cdot \prod_{j=1}^t p_j^{n_j} (1 - p)^{N-n_j}$$

... donde X_w son las historias de captura, p_j es la probabilidad de captura cada evento de muestreo, n_j es el número de capturas en cada evento de muestreo, N el tamaño poblacional y $Mt+1$ son los individuos capturados.

En el modelo Mb se usan el tamaño de la población (N), la probabilidad de captura inicial (p) y la probabilidad de recapturar un animal previamente marcado (c) para obtener la distribución de la probabilidad de las historias de captura.

$$P[X_w] = \frac{N!}{\left(\prod_w X_w!\right)(N - Mt + 1)!} \cdot p^{Mt+1}(1 - p)^{N-Mt+1-M} \cdot c^m(1 - c)^{M-m}$$

... donde X_w son las historias de captura, p es la probabilidad de captura inicial, c es la probabilidad de recaptura, M es el número de animales marcados en cada evento de muestreo, m es el número de animales marcados y capturados en cada ocasión de muestreo y $Mt+1$ son los individuos capturados.

El modelo Mh utiliza el tamaño de la población (N) y el conjunto de las probabilidades de capturar un individuo en cualquier evento de muestreo (F) para estimar la distribución de las frecuencias de las historias de captura.

$$P[f_1 \dots f_t | F] = \frac{N!}{N - Mt + 1, f_1 \dots f_t} \cdot (\pi)^{N-Mt+1} \prod_{j=1}^t (\pi_j)^{f_j}$$

... donde F es la frecuencia de las historias de captura, N es el tamaño poblacional, π_j es la probabilidad de capturar un individuo en cada ocasión de muestreo.

La selección del modelo se realizó teniendo en cuenta el valor más bajo obtenido en base al criterio de información de Akaike corregido o ajustado (AICc) (Lebrenton et al., 1992), que permite elegir el modelo más parsimonioso consistente en determinar modelo que explica el mayor grado de variación en los datos con la menor cantidad de parámetros, para estimar el tamaño poblacional.

Se utilizó el estimador de máxima verosimilitud implementado en el software MARK 8.1 (White y Burnham, 2016) para obtener el tamaño poblacional de los modelos de Otis et al. (1978), en términos de f_0 (animales no observados):

$$L(f_0, p | \text{data}) = \frac{f_0 + Mt + 1}{f_0!} \prod_h P[h] n^h \cdot [\text{no encontrados}]^{f_0}$$

... donde P es el vector de los parámetros de la probabilidad de encuentro, f_0 es la frecuencia de los animales observados cero veces, $Mt + 1$ son los animales capturados, n_h es la frecuencia de individuos con cada historia de captura h . Los resultados se presentan en términos de N (tamaño poblacional) que se define como:

$$N = f_0 + Mt + 1$$

... donde el tamaño poblacional va a ser igual al número de individuos no observados f_0 más los animales capturados $Mt+1$. No se utilizó un modelo más robusto como el de Jolly-Serber, ya que, las poblaciones se consideraron cerradas debido al corto tiempo de muestreo.

6.7.3. Densidad poblacional

La estimación de la densidad poblacional se realizó dividiendo el número de individuos encontrados en un área determinada, la unidad de muestreo se determinó en base al área de los cuerpos de agua donde se capturaron los individuos.

6.7.4. Estructura poblacional

La estructura poblacional se dividió en cuatro clases: crías, juveniles, adultos y adultos viejos. Las clases se determinaron con base en la clase de talla utilizada por Macip-Ríos et al. (2011) y a los valores máximos y mínimos del largo de plastrón que se obtuvieron para *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*. En el caso de organismos juveniles se consideraron también la ausencia de características sexuales secundarias (Cuadro 3). Debido a que los datos son jerárquicos y no presentaron una distribución normal se compararon las estructuras poblacionales por medio de una prueba de Kruskal-Wallis (Daniel, 2013).

Cuadro 3. Clases de talla utilizadas para determinar la estructura poblacional de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* con base en el largo de plastrón

Clase	Intervalos del largo de plastrón para <i>K. integrum</i> (mm)	Intervalos del largo de plastrón para <i>K. hirtipes murrayi</i> (mm)
Crías	<60	<60
Juveniles	60-80	60-80
Adultos	80-130	80-130
Adultos viejos	>130	>120

6.7.5. Proporción de sexos

La proporción de sexos se obtuvo con base en la frecuencia de hembras y machos que se presentó en cada población. La proporción de sexos se interpretó como el número de hembras para cada macho (machos: hembras). Se realizó una prueba de Chi cuadrada para comparar la proporción de sexos, observada en cada población con una proporción esperada de 1♀:1♂.

6.7.6. Morfología

Se obtuvieron las medidas de estadística descriptiva incluyendo la media aritmética, desviación estándar y valores máximos y mínimos de cada variable morfológica para las especies y poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum*. Las variables de peso y largo de carapacho se compararon por medio de una *t* de Student (Daniel, 2013) para identificar aquellas variables con diferencias significativas entre especies, y, para comparar las diferencias entre poblaciones se realizó una prueba de ANOVA unilateral y una prueba de diferencia significativa Honesta de Tukey para identificar que poblaciones fueron significativamente diferentes (Daniel, 2013).

6.7.7. Reproducción

Se realizaron pruebas de regresión lineal simple (Daniel, 2013) para relacionar el largo del carapacho, largo del plastrón, peso de la hembra y el tamaño de la nidada (variables independientes) con el largo, ancho y peso del huevo (variables

dependientes). Todas las pruebas estadísticas se llevaron a cabo con el paquete estadístico Minitab versión 17 (Ryan et al., 2016) con un $\alpha = 0.05$.

El esfuerzo reproductivo se estimó a través de la fórmula relativa de la nidada (Cuellar, 1984), que se calcula por medio del peso de la progenitora y de la nidada:

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

VII. Resultados

7.1 Colecta y abundancia de individuos

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se colectaron 16 organismos, para la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA se capturaron 29 organismos, mientras que en la población simpátrica de *K. hirtipes murrayi* (CIDAM-FIRA) se colectaron 11 individuos y en la población en la de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se capturaron 63 individuos (Figura 8).

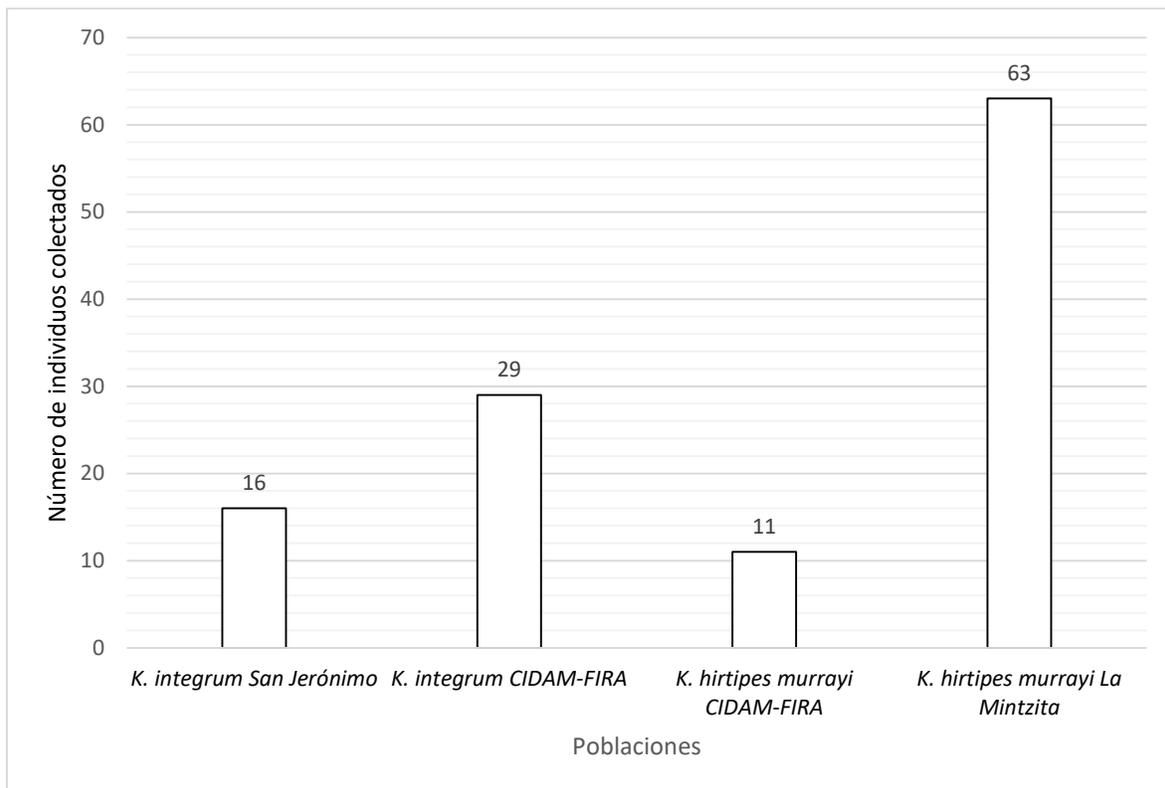


Figura 8. Número de individuos colectados de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA y *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita.

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro la abundancia más alta se presentó en el mes de septiembre con 17 individuos, una precipitación de 17.7 mm y una temperatura de 17.1 °C, en noviembre se presentó la abundancia más baja con tres organismos colectados, una precipitación de 9.7 mm y una temperatura de 15.7°C que al igual que la precipitación fue la más baja para el periodo

muestreado. La abundancia no mostró relación con la temperatura ($r^2 = 0.617$, $P = 0.214$), (Figura 9) ni con la precipitación ($r^2 = 0.379$, $P = 0.385$), (Figura 10).

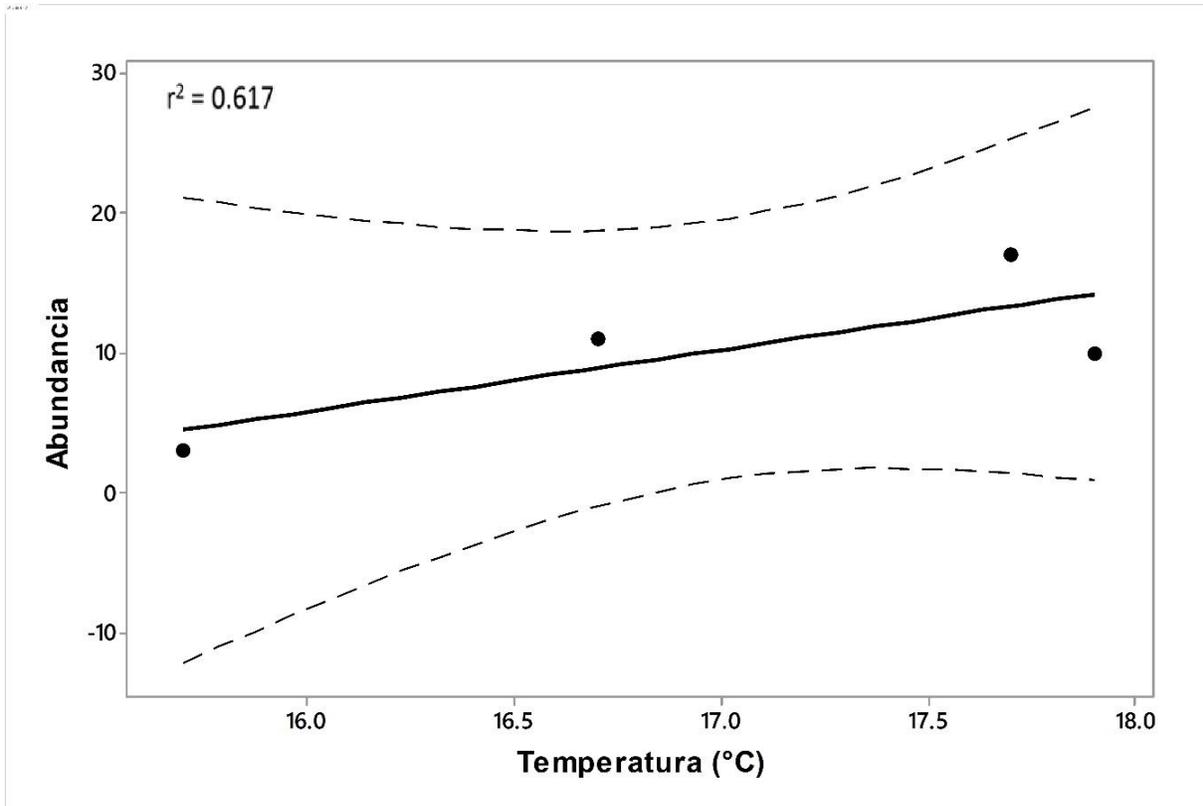


Figura 9. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la temperatura en la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

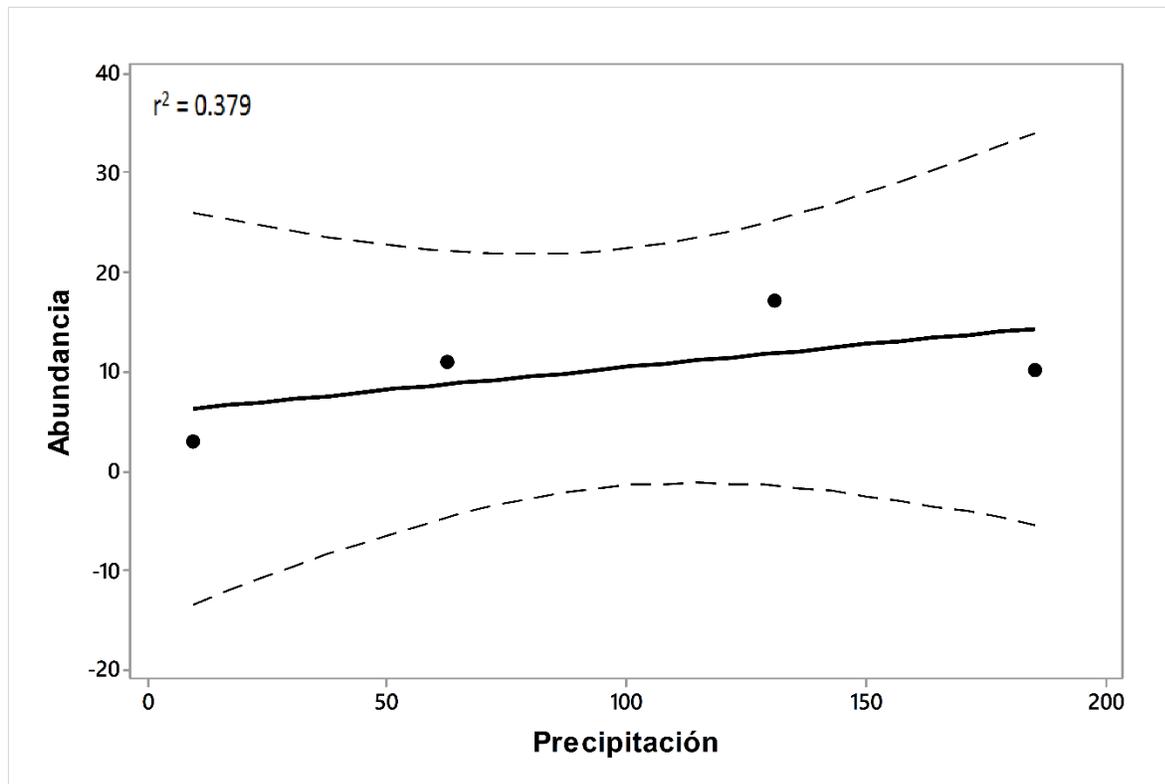


Figura 10. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la precipitación en la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchéuaro. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

La población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA presentó la abundancia más alta en el mes de octubre del 2016 con 21 organismos con una precipitación de 61.9 mm y una temperatura de 17.7°C, en cambio, la menor abundancia se presentó en diciembre sin ningún organismo colectado con una precipitación de 8.7 mm y una temperatura de 14.7°C, que al igual que la precipitación, fue la más baja para los meses muestreados en la población. La abundancia no mostró relación con la temperatura ni ($r^2 = 0.223$, $P = 0.34$), (Figura 11) ni con la precipitación ($r^2 = 0.620$, $P = 0.63$), (Figura 12).

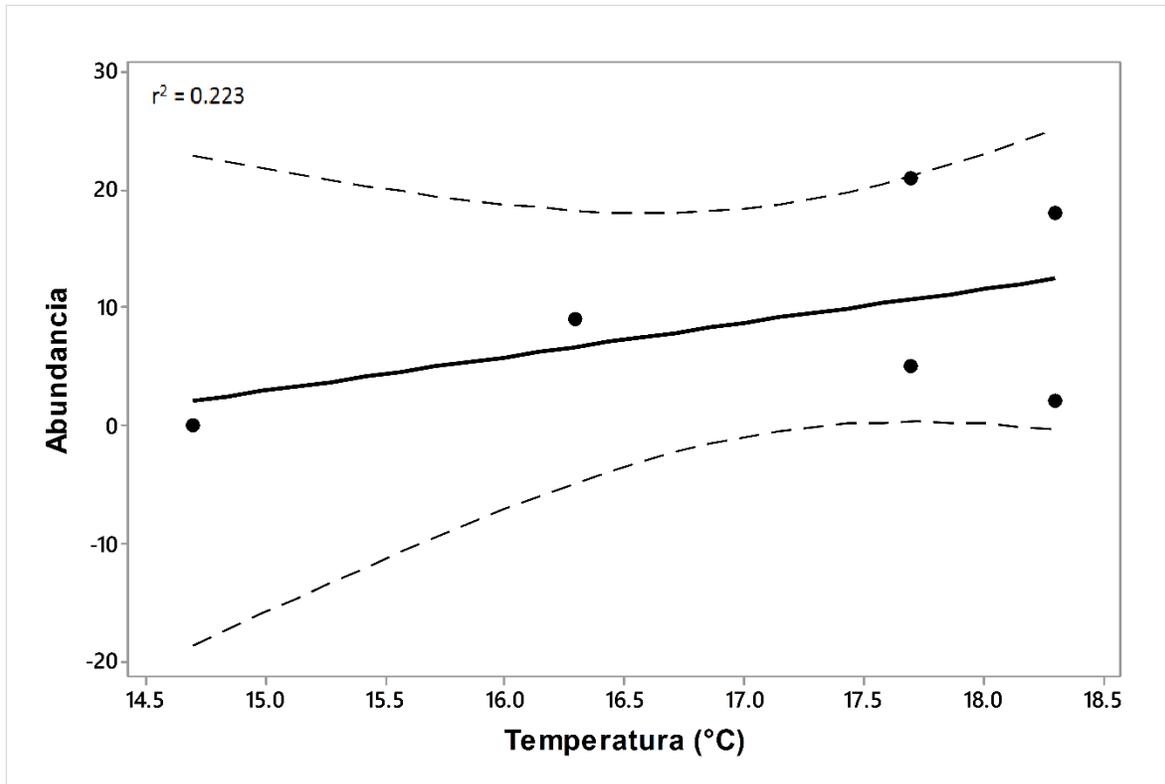


Figura 11. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la temperatura en la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

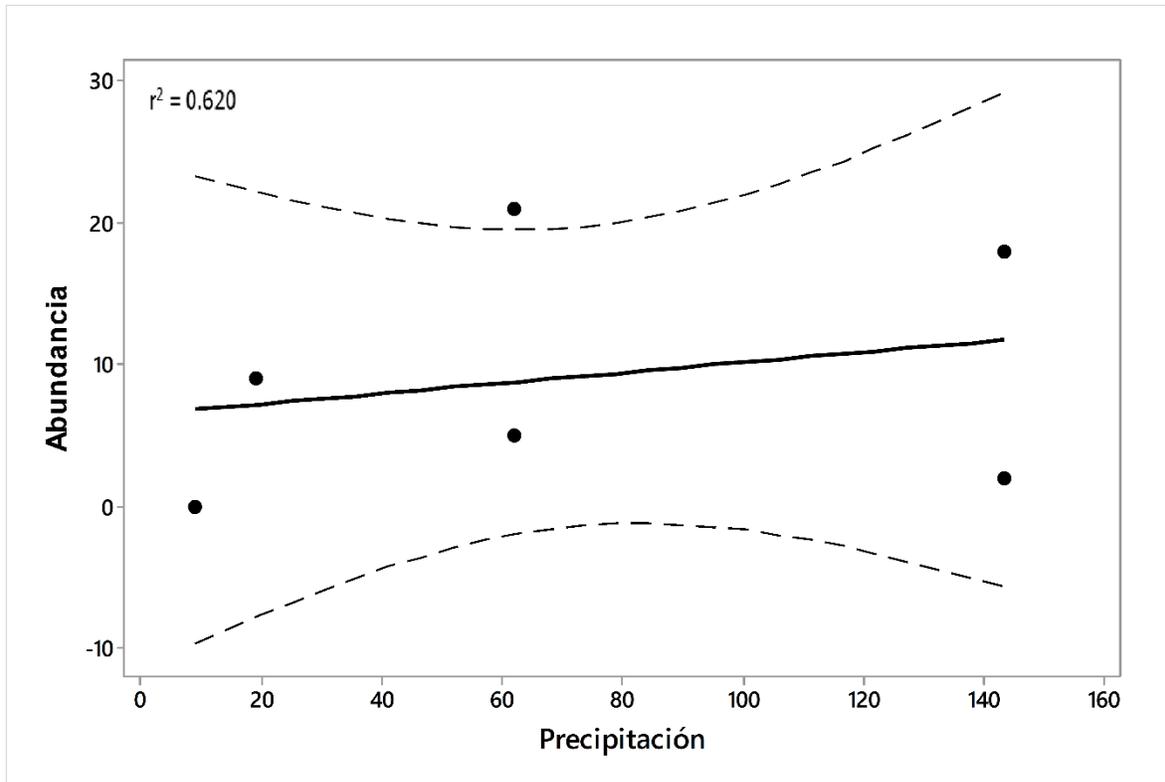


Figura 12. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la precipitación en la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

Al igual que en *Kinosternon integrum*, su población simpátrica de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA presentó la abundancia más alta en el mes de octubre igual a cuatro individuos con una precipitación de 69.4 mm y una temperatura de 17.7°C, y la abundancia más baja fue en diciembre sin ningún organismo colectado con una precipitación de 8.7 mm y una temperatura de 14.7°C. La abundancia no presentó relación con la temperatura ($r^2 = 0.640$, $P = 0.628$), (Figura 13) ni con la precipitación ($r^2 = 0.360$, $P = 0.720$), (Figura 14).

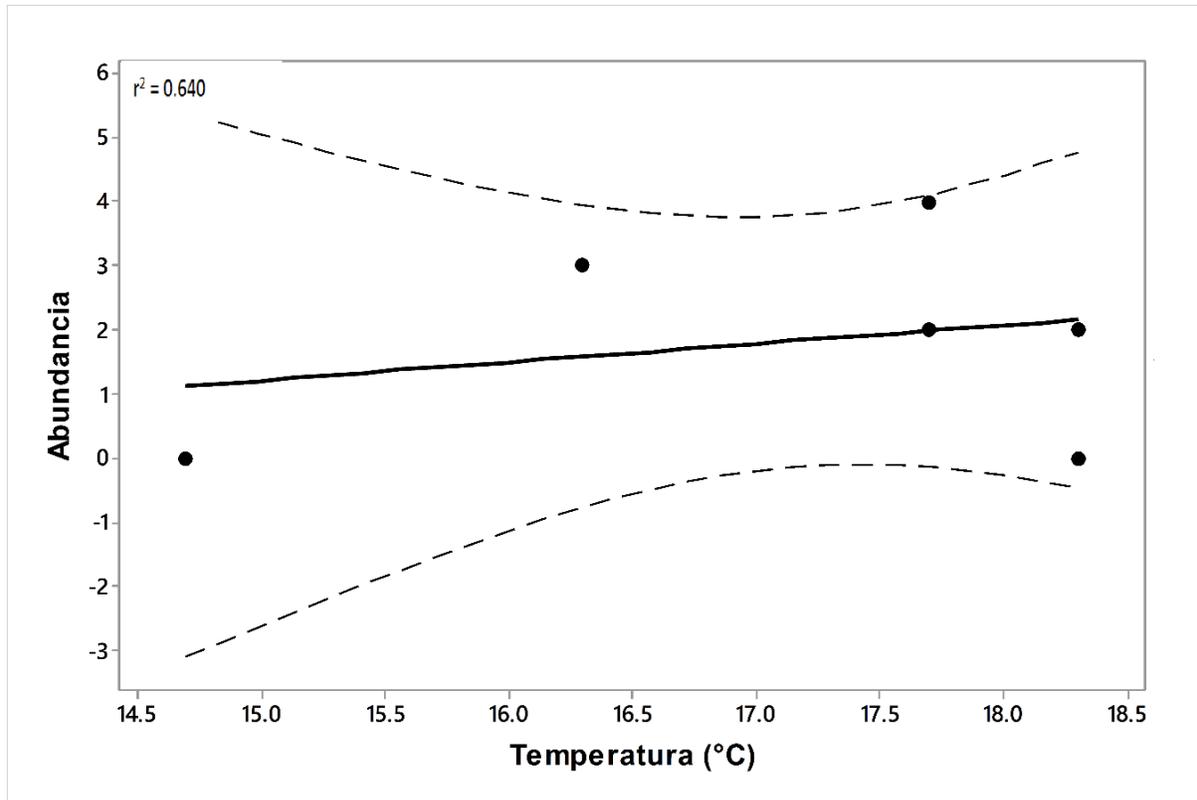


Figura 13. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la temperatura en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

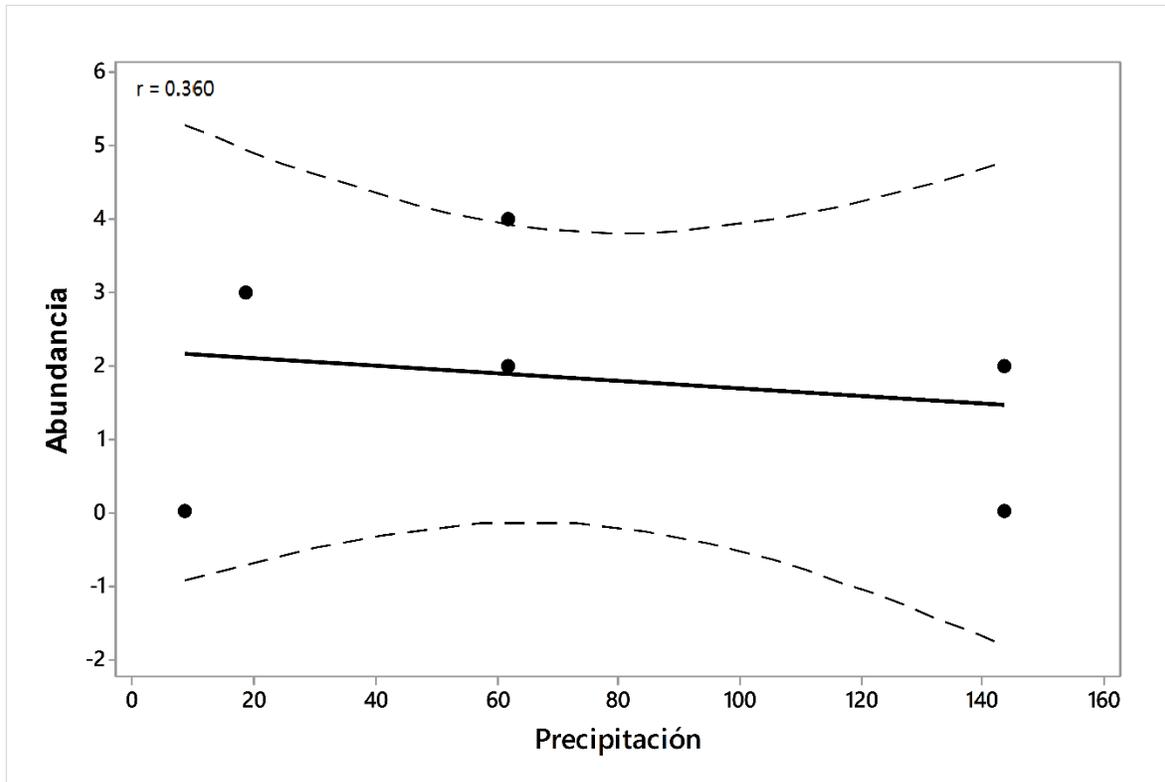


Figura 14. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la precipitación en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita la abundancia más alta fue en el mes de junio con 27 organismos capturados con una precipitación de 146.2 mm y una temperatura de 20.1°C, en cambio, la abundancia más baja se presentó en diciembre sin ningún organismo colectado con una precipitación de 8.7 mm y una temperatura de 14.7°C, al igual que en las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes* del CIDAM-FIRA. La abundancia no mostró relación con la temperatura ($r^2 = 0.470$, $P = 0.123$), (Figura 15) ni con la precipitación ($r^2 = 0.22$, $P = 0.750$), (Figura 16).

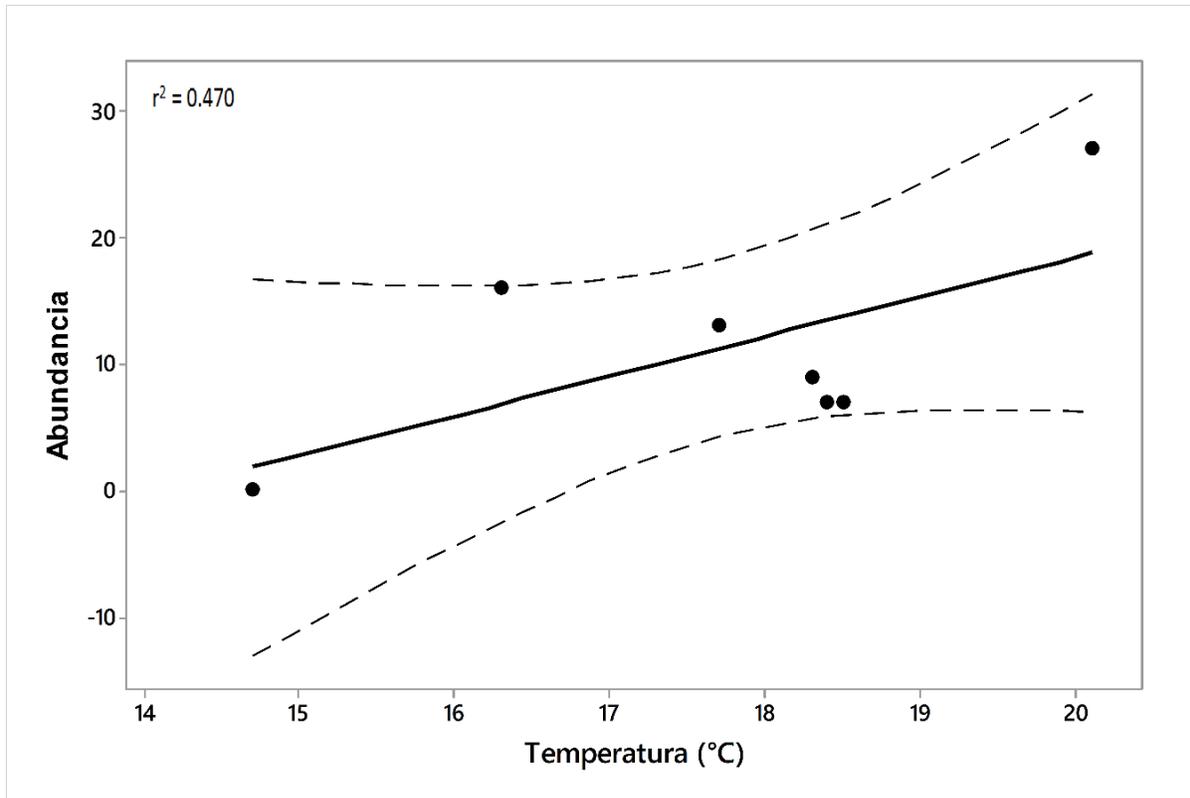


Figura 15. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la temperatura en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

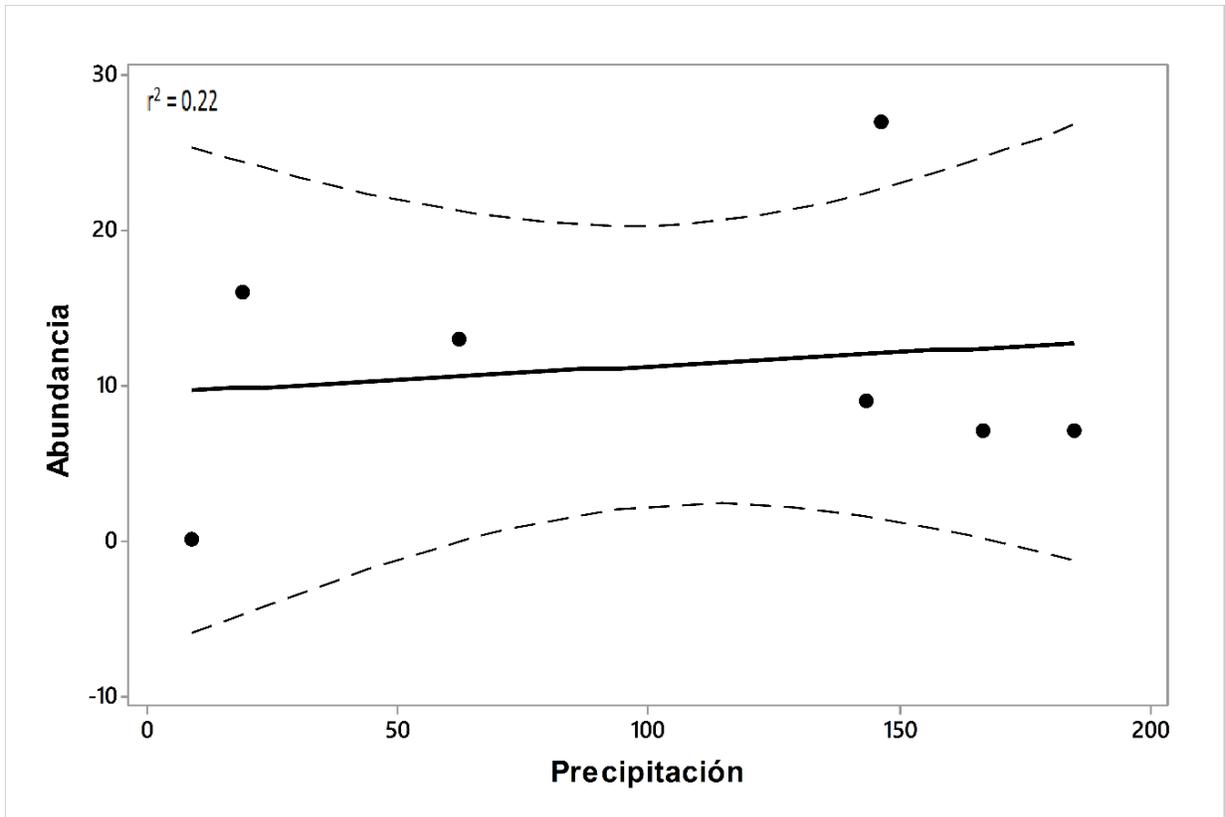


Figura 16. Gráfica de regresión lineal entre la abundancia y la precipitación en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

7.2 Tamaño poblacional

El tamaño poblacional se estimó por medio del software MARK 8.1 (White, y Burnham 2016) en el que se construyeron los modelos para poblaciones cerradas propuestos por Otis et al. (1978). Se estimó el tamaño para la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA y *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita, pero, el tamaño de la población simpátrica de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA no se logró estimar debido a que no se obtuvieron recapturas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tamaño de las poblaciones *K. integrum* y *K. hirtipes murrayi* con el estimador de máxima verosimilitud. Se especifica el modelo seleccionado en base al criterio de información Akaike corregido (AICc) más bajo en el software MARK 8.1 (White y Burnham, 2016). Mb = p variable por el comportamiento, Mt= p variable con el tiempo.

Población	Modelo	AICc	Tamaño poblacional	Error estándar	IC 95%	No Individuos	Recapturas
<i>K. integrum</i> de S.J.P	Mb	71.1	16	0.000021422	16-16	16	75%
<i>K. integrum</i> de CIDAM-FIRA	Mt	142.8	35.1	3.8	31.0-47.9	29	51.72%
<i>K. hirtipes murrayi</i> de La Mintzita	Mt	16.7	171.6	40.1	116.8-282	63	14.5%
<i>K. hirtipes murrayi</i> de CIDAM-FIRA	-	-	-	-	-	11	0

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se colectaron la menor cantidad de individuos (16), pero se obtuvo el mayor porcentaje de recapturas (75%). El modelo que presentó un mejor ajuste fue el Mb ($f=0, p(.), c(.)$) en el que las probabilidades de captura varían en respuesta al comportamiento, las probabilidades de captura y recaptura fueron 0.5 ± 0.09 EE y 0.3 ± 0.05 EE respectivamente. El tamaño poblacional estimado en base al modelo fue de 16 ± 0.000021422 (I.C. 16-16) que fue igual al número de individuos colectados, por lo que se cree, que aun siendo una población muy pequeña, se determinó el tamaño total de la población.

En la población simpátrica de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA se colectaron 29 individuos y se recapturó el 51.72% de los organismos marcados. El modelo seleccionado fue el Mt ($f=0, p(t) = c(t)$) en el que las probabilidades de recaptura varían con el tiempo. Las probabilidades de captura más bajas se dieron en los últimos eventos

de muestreo. En el evento 11 y 13 la probabilidad de captura fue de cero; el tamaño poblacional estimado fue de 35.1 ± 3.8 individuos (I.C. 31-47.9).

En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se capturó la mayor cantidad de individuos (63), pero se obtuvo el menor porcentaje de recapturas (14.5%). El modelo seleccionado fue el de Mt, el mismo que para *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA. La probabilidad más baja de captura fue en el último evento de muestreo y ningún individuo fue capturado. El tamaño poblacional estimado fue el más alto de las poblaciones muestreadas, con un valor de 171.6 ± 40.1 individuos (I.C.116.8- 282). En cambio, para la población simpátrica de *Kinosternon hirtipes murrayi* del C.C-FIRA no se logró estimar el tamaño debido a que no se realizó ninguna recaptura. Para esta población solo se reportan los datos del número de individuos caoturados (abundancia simple).

7.3 Densidad poblacional

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se capturaron 16 individuos en un bordo de 0.010 ha y se estimó una densidad de 1568 tortugas/ha.

En las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA la colecta de organismos se realizó en dos estanques artificiales de 0.291 ha y 0.263 ha. Se capturaron 29 individuos de *Kinosternon integrum* y se estimó una densidad poblacional de 52 tortugas/ha. En cambio en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* se capturaron sólo 11 individuos y se estimó una densidad de 19 tortugas/ ha.

En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se capturaron 63 individuos en tres zanjas de 0.075 ha, 0.071 ha y 0.01 ha y se estimó una densidad poblacional de 402 tortugas/ ha (Cuadro 5).

Cuadro 5. Densidad poblacional de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA.

Población	No de Individuos	Área total (ha)	Densidad (individuos/ha)
<i>K. integrum</i> de S.J.P	16	0.010	1568
<i>K. integrum</i> del CIDAM-FIRA	29	0.554	52
<i>K. hirtipes murrayi</i> del CIDAM-FIRA	11	0.554	19
<i>K. hirtipes murrayi</i> de La Mintzita	63	0.156	402

7.4. Estructura poblacional

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro la estructura poblacional estuvo compuesta por dos individuos juveniles que corresponden al 12.5% de la población, 13 adultos que conforman la mayor parte con el 81.25% y sólo un adulto viejo que representa el 6.25% de la población.

La estructura poblacional de *Kinosternon integrum* que se encuentra en simpatria con *Kinosternon hirtipes murrayi* en el CIDAM-FIRA se constituyó por tres individuos juveniles que representan el 10.34%, 23 adultos que conforman 79.31% de la población y tres adultos viejos que constituyen el 10.34% de la población.

En la población *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA no se encontraron individuos juveniles. La población estuvo compuesta en su mayoría por adultos con diez individuos que conformaron el 90.90% y un solo adulto viejo que representa el 9.09% de la población.

La estructura poblacional de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se constituyó por un individuo juvenil que representa el 1.58%, 55 adultos que conformaron la mayor parte con un 87.3% y siete adultos viejos que representan el 11.11% de la población.

Los adultos conformaron la mayor parte de todas las poblaciones. Los adultos viejos se colectaron en menor medida al igual que los juveniles e incluso en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA no se encontraron juveniles (Figura 17). De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias en la estructura de las poblaciones ($H = 1.97$, G.L = 3, $P = 0.578$).

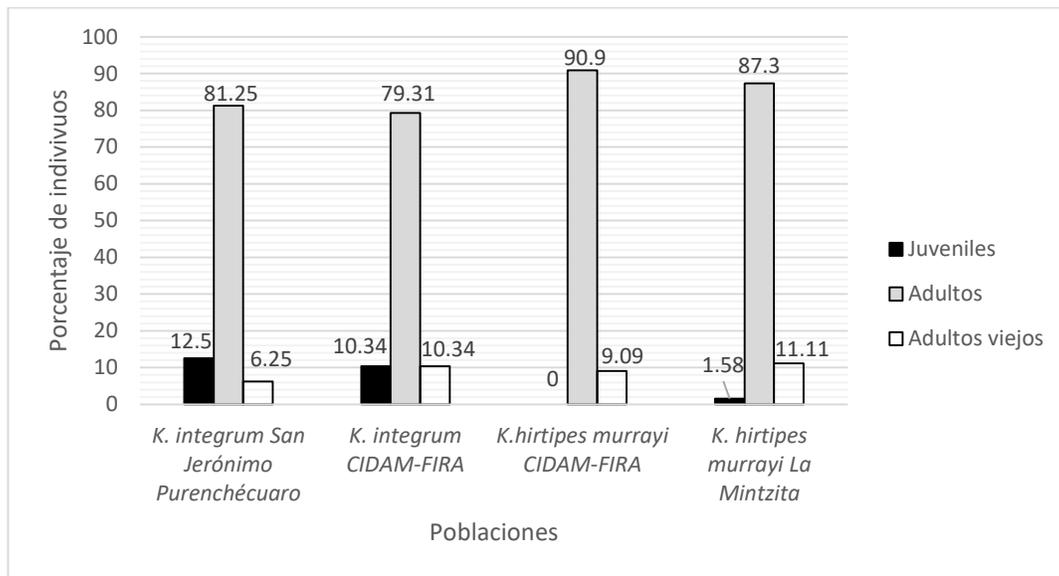


Figura 17. Estructura poblacional para *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA y *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita.

7.5. Proporción de sexos

En la mayoría de las poblaciones se colectó un mayor número de machos que de hembras, no obstante, en la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se colectaron más hembras que machos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Proporción sexual en las poblaciones de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita, *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA

Sexo	<i>K. integrum</i> de San Jerónimo P.	<i>K. integrum</i> del CIDAM-FIRA	<i>K. hirtipes murrayi</i> del CIDAM-FIRA	<i>K. hirtipes murrayi</i> de La Mintzita
Hembras	9	10	1	22
Machos	5	16	10	40
Proporción sexual	1:1.8	1:0.62	10:1*	1.9:1*

* $P < 0.05$

En la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se colectaron nueve hembras que corresponden al 64.29% del total de adultos y cinco machos que corresponden al 35.71%. Sin embargo la proporción de sexos no fue significativamente diferente de 1♂:1♀ ($X^2 = 1.142$, G.L = 1, $P = 0.2585$).

En la población de *Kinosternon integrum* simpátrica del CIDAM-FIRA se presentaron 10 hembras que representan el 38.46% de adultos y 16 machos que corresponden al 61.53%. La proporción de sexos, al igual que en la población de San Jerónimo Purenchécuaro no fue significativamente diferente de 1♂:1♀ ($X^2 = 1.384$, G.L = 1, $P = 0.239$).

En la población simpátrica de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA la mayor parte de los adultos colectados fueron machos con un total de 10, lo que corresponde al 90.9% y sólo una hembra que representa el 9.09%. La proporción de sexos fue de 10♂:1♀ y presentó diferencias significativas ($X^2 = 7.36$, G.L = 1, $P = 0.007$).

En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita se colectaron en su mayoría organismos adultos, con 40 machos y 22 hembras que corresponden al 64.52 y 35.48% respectivamente. La proporción de sexos fue de 1.9♂:1♀ y presentó diferencias significativas ($X^2 = 5.22$, G.L = 1, $P = 0.02$) y se encontró sesgado hacia los machos.

En la población *Kinosternon integrum* de San jerónimo Purenchécuaro se colectaron una mayor cantidad de hembras que machos, mientras que en el CIDAM-FIRA se colectaron más machos que hembras, sin embargo en ninguna de las poblaciones se

encontraron diferencias significativas. En cambio ambas poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentaron diferencias significativas con una mayor cantidad de machos, la población del CIDAM-FIRA fue la que presentó un menor número de adultos con un total de 11, de los cuales el 90% fueron machos y la población de La Mintzita presentó la mayor cantidad de adultos con un total de 62 de los cuales 64.52% fueron machos (Figura 18).

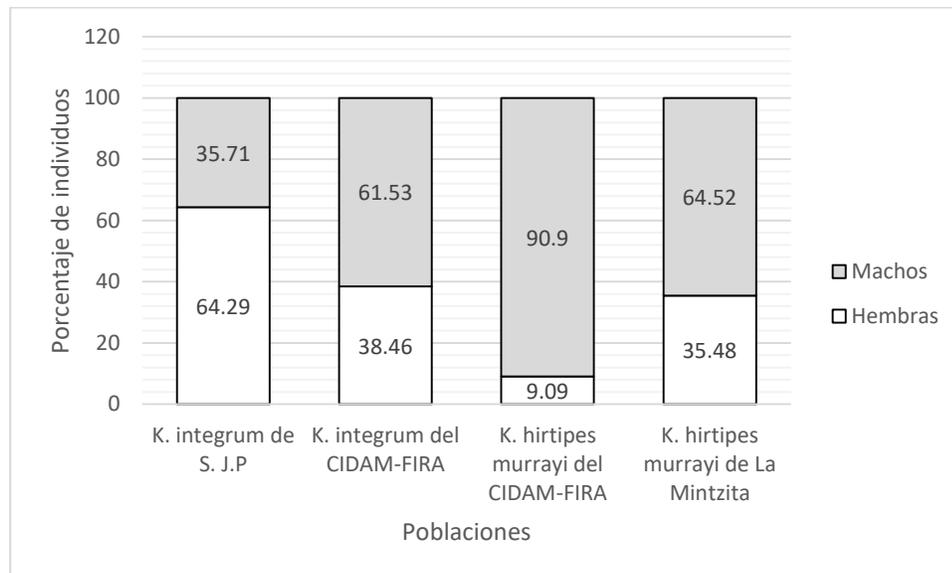


Figura 18. Porcentajes de machos y hembras colectados en cada población de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.

7.6. Morfología

Se colectaron un total de 113 individuos adultos en las zonas de muestreo de San Jerónimo Purenchécuaro, La Mintzita y CIDAM-FIRA. De estos, 40 individuos pertenecieron a la especie *Kinosternon integrum*, con un total de 19 hembras y 21 machos y 73 individuos pertenecieron a la subespecie *Kinosternon hirtipes murrayi*, con un total de 23 hembras y 50 machos.

En cada variable morfológica las hembras de *Kinosternon integrum* presentaron valores más bajos que en *Kinosternon hirtipes murrayi* y los machos de *Kinosternon integrum* presentaron promedios más altos que los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variables morfológicas en *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.

D. E. = desviación estándar, Max = máximo y Min= mínimo.

Especie	<i>K. integrum</i>				<i>K. hirtipes murrayi</i>			
	Media	D.E	Max	Min	Media	D.E	Max	Min
Peso hembras	288.95	141.19	550	100	336.52	114.88	560	150
Peso machos	382.05	131.31	610	100	255.3	76.54	460	145
Largo de carapacho hembras	121.76	17.73	148.9	93	123.19	14.30	147.5	96
Largo de carapacho machos	143.55	25.39	217.7	92.60	122.41	15.00	177	100.20
Ancho de carapacho hembras	83.19	11.20	106.3	64.30	88.32	8.81	102.2	71.20
Ancho de carapacho machos	89.73	9.96	106.9	63.60	83.05	7.82	102.6	67.40
Alto hembras	47.78	8.72	61.1	33.10	51.25	6.78	65.2	38.86
Alto machos	51.91	6.38	60.1	35	44.24	5.13	57.9	80
Largo de plastrón hembras	108.23	20.73	175.9	82	112.43	14.01	135.5	80
Largo de plastrón machos	119.70	14.24	139.7	77.50	100.05	9.38	117.6	84.65
Ancho de plastrón hembras	61.82	11.13	85.3	43.20	69.95	9.40	100.9	57.50
Ancho de plastrón machos	65.80	10.03	88.4	46.50	61.85	5.31	73.5	50.90

Las hembras de *Kinosternon integrum* presentaron un peso promedio de 288.95 ± 141.19 gr (Max = 550 gr, Min = 100 gr), mientras que las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* mostraron un promedio de 336.52 ± 114.88 gr (Max = 560, Min = 150 gr, que fueron similares a los de *Kinosternon integrum*). De acuerdo a la t de Student, no se encontraron diferencias entre el peso de cada especie ($t = 1.18$, G.L. = 34, $P = 0.246$).

El largo del carapacho promedio en las hembras de *Kinosternon integrum* fue de 121.76 ± 17.73 mm (Max = 148.9 mm, Min = 93 mm), con valores muy similares a las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* que presentaron un promedio de 123.19 ± 14.30 mm (Max = 147.5 mm, Min = 96 mm). No se encontraron diferencias entre el largo de carapacho de cada especie ($t = 0.28$, G.L. = 34, $P = 0.779$).

Los machos de *Kinosternon integrum* presentaron un peso promedio de 382.05 ± 131.31 gr (Max = 610 gr, Min = 100 gr), por el contrario, los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentaron valores más bajos, con un promedio de 255.3 ± 76.54 gr (Max = 460 gr, Min = 145 gr). Debido a que los datos no presentaron una distribución normal se transformaron usando el logaritmo natural. Los resultados de la *t* de Student mostraron diferencias altamente significativas entre ambas especies de machos ($t = -3.69$, G.L. = 30, $P = 0.001$).

Los machos de *Kinosternon integrum* presentaron un largo de carapacho promedio de 143.55 ± 25.39 mm (Max = 217.7 mm, Min = 92.6 mm), por el contrario los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentaron valores más bajos, con un promedio de 122.41 ± 15 mm (Max = 177 mm, Min = 100.20 mm). Debido a que los datos del peso no presentaron una distribución normal se transformaron mediante el logaritmo natural. Los resultados del análisis de *t* de Student mostraron diferencias altamente significativas entre ambas especies de machos ($t = -3.69$, G.L. = 29, $P = 0.001$).

Las variables morfológicas medidas en las poblaciones de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo, *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA su población simpátrica *Kinosternon hirtipes murrayi* y la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* en La Mintzita presentaron variación principalmente en el largo de carapacho (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variables morfológicas en las poblaciones de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, *Kinosternon integrum* en San Jerónimo Purenchécuaro, *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA y *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita. D. E. = desviación estándar, Max = máximo y Min= mínimo.

Zona	<i>K. integrum</i> S.J.P		<i>K. integrum</i> CIDAM-FIRA		<i>K. hirtipes murrayi</i> CIDAM-FIRA		<i>K. hirtipes murrayi</i> La Mintzita	
	Media-D.E	Max-Min	Media-D.E	Max-Min	Media-D.E	Max-Min	Media-D.E	Max-Min
Peso Hembras	207.22±91.18	330-100	340.5±124.35	530-150	450	450	331.36±114.82	560-150
Peso Machos	339±155.46	605-205	381.2±111.3	485-100	288±107.91	460-145	247.13±65.81	410-150
LC. Hembras	109.8±14.17	128.4-93	130.6±12.55	127.15-114.2	140.5	140.5	122.40±14.11	147.5-96
LC. Machos	134.72±24.02	175.5-116.9	141.68±18.78	160-92.6	125.70±15.78	148.90-100.50	121.59±14.90	177-100.2
AC. Hembras	78.08±9.56	91.76-64.6	87.93±10.99	106.3-70	95.6	95.6	87.99±8.87	102.2-71.2
AC. Machos	86.68±9.87	102.9-77.1	89.61±9.49	99-63.6	86.25±11.13	102.60-67.40	82.5±6.70	98-71.05
Alto Hembras	43.1±7.36	54.9-33.1	50.3±8.17	61.1-36.9	56	56	51.03±6.86	65.20-38.86
Alto Machos	50.9±5.8	60.1-44.7	51.72±6.58	58.4-35	44.54±5.82	55-39.50	44.16±5.03	58-30
LP Hembras	96.98±12.29	114.2-82	112.1±8.74	125.9-98	120	120	112.08±14.24	135.5-80
LP Machos	121.98±10.34	139.7-114	118.1±15.5	135.2-77.5	103.63±11.89	117.60-87	99.15±9	114-84.65
AP Hembras	55.84±8.98	71-43.2	67.16±10.4	85.3-52.5	66.4	66.4	70.12±9.59	100.9-57.5
AP Machos	65.4±10.43	81.9-54.2	64.51±8.71	78-46.5	60.96±6.54	73.50-52	62.07±5.04	71.6-50.9

Las hembras de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro mostraron un peso promedio de 207.22 ± 91.18 gr (Max = 330 gr, Min = 100 gr). El peso promedio de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA fue de 340.5 ± 124.35 gr (Max = 530 gr, Min = 150 gr), en cambio, la única hembra capturada de *Kinosternon hirtipes murrayi* del C.C-FIRA presentó un peso de 450 gr y el peso promedio para las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita fue de 331.36 ± 114.82 gr (Max = 560 gr, Min = 150 gr). De acuerdo al ANOVA, el peso no mostro diferencias entre las poblaciones (F = 0.26, GL = 39, P = 0.774).

Las hembras de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro mostraron un largo de carapacho (LC) promedio de 109.80 ± 14.17 mm (Max = 128.4 mm, Min = 93mm) que fue el más bajo de las poblaciones. En la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA el LC fue de 130.77 ± 12.55 mm (Max = 148.9 mm, Min = 114.2 mm), la única hembra *Kinosternon hirtipes murrayi* encontrada en el CIDAM-FIRA presentó un largo de carapacho de 140.5 mm, por el contrario el largo del carapacho promedio de las hembras de La Mintzita fue de 122.40 ± 14.11 mm (Max = 147.5 mm, Min 96 mm). La prueba de ANOVA mostró diferencias entre las poblaciones ($F= 6.48$, G.L.= 39, $P = 0.004$); de acuerdo a la prueba Honesta de Tukey la población de *K. integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro presentó una media más baja que *K. integrum* del CIDAM-FIRA ($P = 0.003$) y que *K. hirtipes* de La Mintzita ($P = 0.032$), (Figura 19).

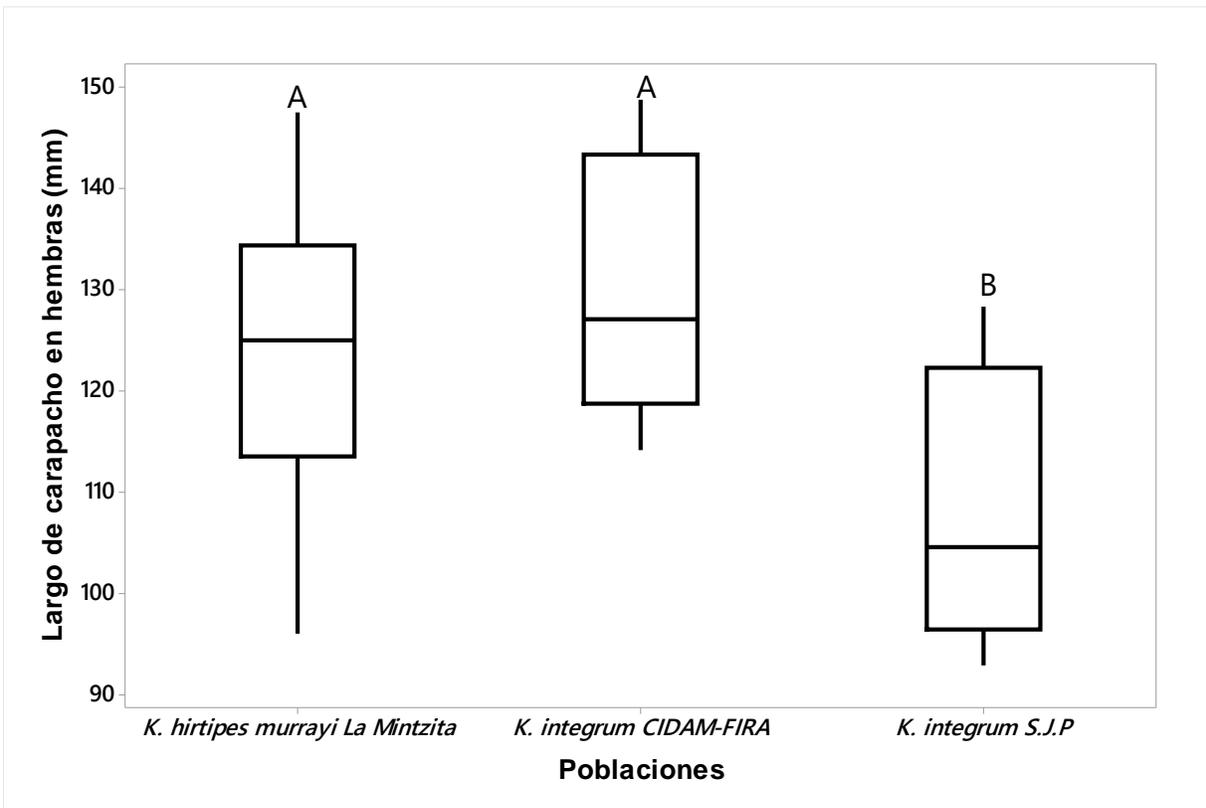


Figura 19. Gráfica de cajas y alambres para el largo de carapacho de las hembras *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA y San Jerónimo Purenchécuaro y *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los

bigotes indican los valores máximos y mínimos de la muestra. Las poblaciones que no comparten una letra son significativas entre si.

Los machos de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro mostraron un peso promedio de 339 ± 155.46 gr, (Max = 605 gr, Min = 205 gr). El peso promedio de *Kinosternon integrum* del C.C-FIRA fue de 381.25 ± 111.30 gr (Max = 485, Min =100 gr), el peso promedio de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA fue de 288 ± 107.91 gr (Max = 460 gr, Min = 145 gr) y en la Mintzita el peso promedio fue 247.13 ± 65.81 gr (Max = 410 gr, Min 150 gr). La prueba de ANOVA mostró diferencias altamente significativas entre las poblaciones ($F = 5.61$, $GL = 70$, $P = 0.002$); de acuerdo a la prueba Honesta de Tukey solo la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA presentó una media más alta que *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita ($P = 0.001$), (Figura 20).

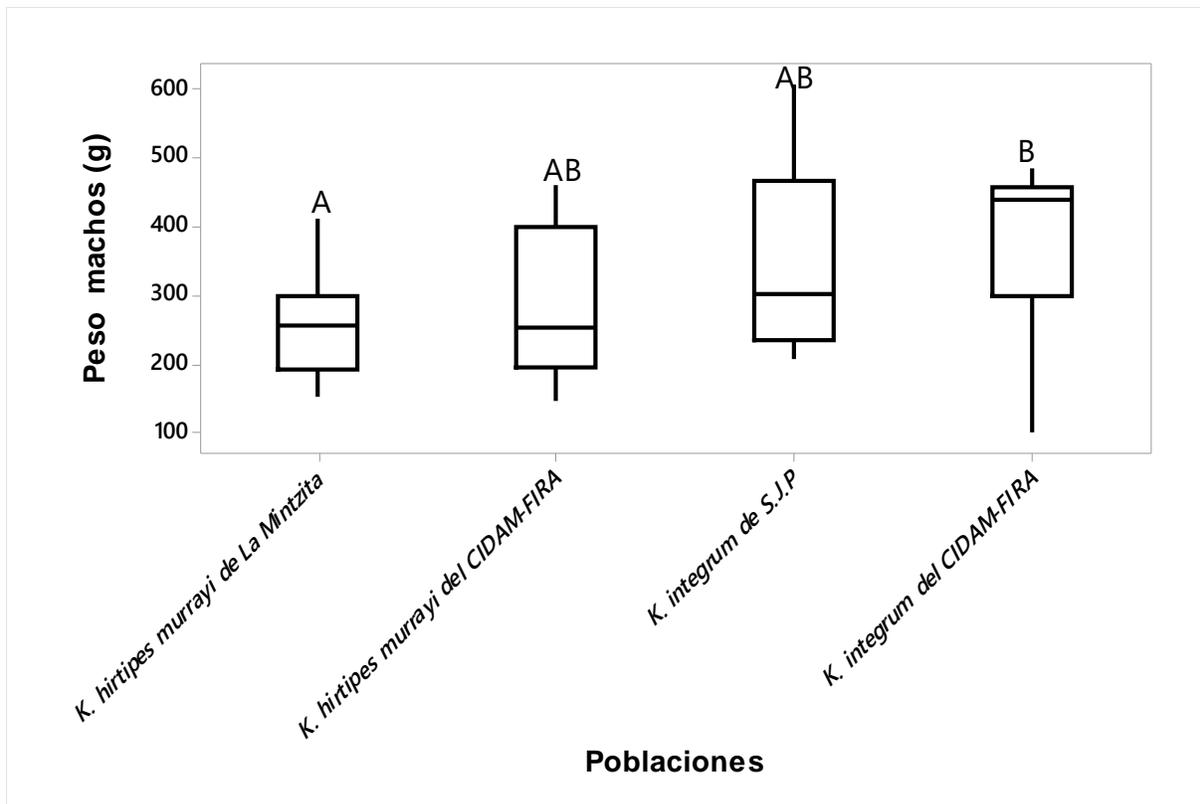


Figura 20. Gráfica de cajas y alambres para el peso de los machos *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA y San Jerónimo Purenchécuaro, y para *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA y La Mintzita. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes

indican los valores máximos y mínimos de la muestra. Las poblaciones que no comparten una letra son significativas entre si.

Los machos de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro presentaron un largo de carapacho promedio de 134.72 ± 24.02 mm (Max = 175.5 mm, Min = 116.90 mm). El largo de carapacho promedio de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA fue de 141.68 ± 18.78 mm (Max = 160 mm, Min = 92.6 mm). El largo de carapacho promedio de los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA fue de 125.70 ± 15.78 mm (Max = 148.90 mm, Min = 100.50 mm) y en *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita el largo de carapacho promedio fue de 121.59 ± 14.90 mm (Max = 177 mm, Min = 100.2 mm). La prueba de ANOVA mostró diferencias entre las poblaciones ($F=5.93$, $GL = 70$, $P = 0.001$); de acuerdo a la prueba Honesta de Tukey la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita presentó una media significativamente más baja que *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA ($P = 0.001$), (Figura 21).

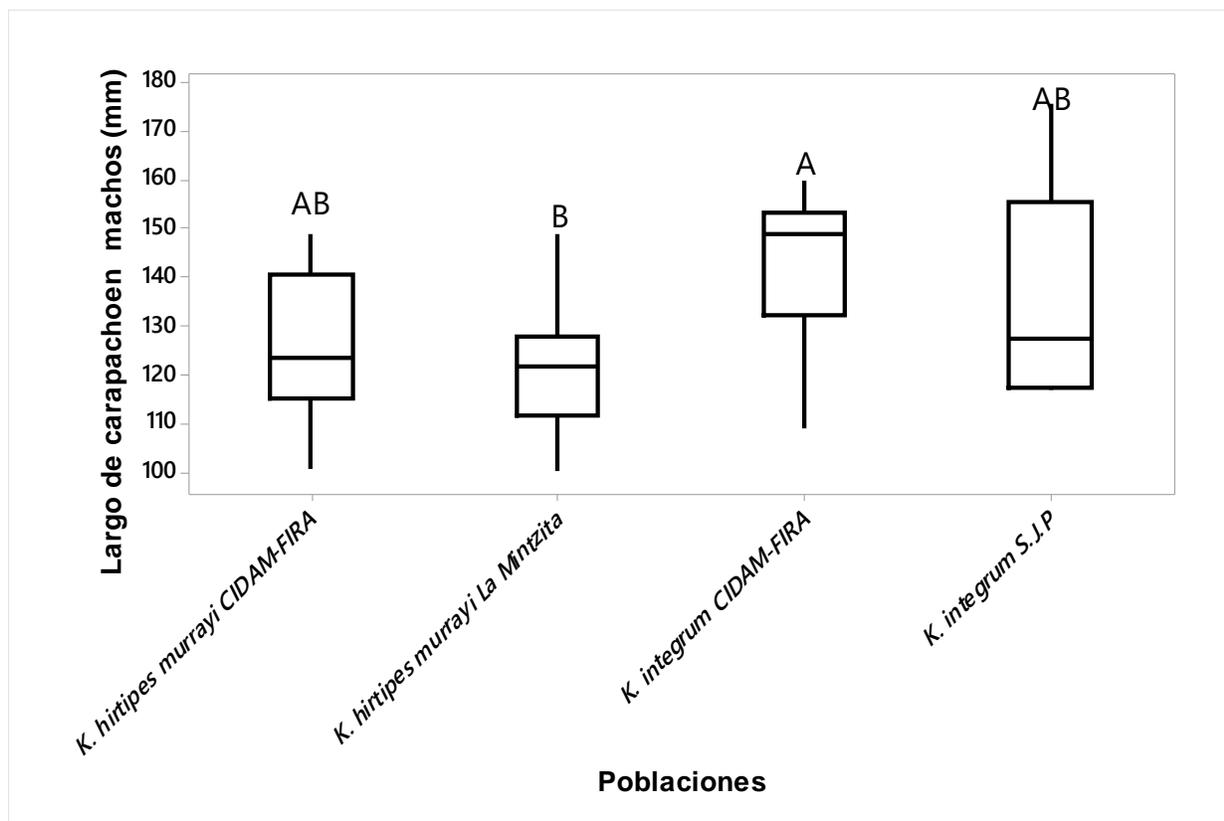


Figura 21. Gráfica de cajas y alambres para el largo de carapacho de los machos de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA y San Jerónimo Purenchécuaro, y *Kinosternon*

hirtipes murrayi del CIDAM-FIRA y de La Mintzita. Las líneas dentro de las cajas indican la mediana, los bigotes indican los valores máximos y mínimos de la muestra. Las poblaciones que no comparten una letra son significativas entre sí.

Se colectaron un total de seis individuos que no se lograron identificar de acuerdo a sus características sexuales secundarias y se clasificaron como juveniles, de los cuales tres pertenecieron a la población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, dos a la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro y sólo uno de *Kinosternon hirtipes murrayi* perteneciente a localidad de La Mintzita.

Los juveniles de la especie *Kinosternon integrum* mostraron un peso promedio de 138 ± 60.99 gr, largo de plastrón de 80.70 ± 12.82 mm y largo de carapacho de 97.87 ± 17.35 mm, los valores máximos pertenecieron a la población del CIDAM-FIRA con un peso de 200 gr, un largo de plastrón de 94.4 mm y con de largo de carapacho de 120 mm, y el valor más bajo perteneció a la población de San Jerónimo Purenchécuaro con un peso de 70 gr, un largo de plastrón de 63.5 mm y un largo de carapacho de 76 mm. El único juvenil colectado de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentó un peso de 90 gr, un largo del carapacho de 78.3 mm y un largo de plastrón de 67 mm (Cuadro 7).

Cuadro 9. Variables morfológicas en los juveniles de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*. D. E. = desviación estándar, Max = máximo y Min= mínimo.

Especie	<i>K. integrum</i>				<i>K. hirtipes murrayi</i>
	Media	D.E	Max	Min	Media
Peso	138	60.99	220	70	90
Largo de carapacho	97.87	17.35	120	76	78.3
Ancho de carapacho	69.76	9.92	81	56	56
Alto	37.22	6.22	44	34.3	31.2
Largo de plastrón	80.7	12.82	94.4	63.5	67
Ancho de plastrón	54.14	10.23	64.2	51.3	45.5

1macho 9.09 *K.hirtipes murrayi* CIDAM-FIRA *K. integrum* CIDAM-FIRA
K.hirtipes murrayi CIDAM-FIRA
11.11 *K. hirtipes murrayi* La Mintzita *K. hirtipes* La Mintzita

7.6. Reproducción

7.6.1. Madurez sexual

A 22 hembras se les tomaron rayos X pero, sólo cinco de ellas se encontraban grávidas, tres pertenecían a la subespecie *Kinosternon hirtipes murrayi* y dos a la especie *Kinosternon integrum*, que al ser inducidas se obtuvo un total de 25 huevos.

En cuanto a la especie de *Kinosternon hirtipes murrayi* se obtuvieron dos hembras colectadas en la población de La Mintzita. La hembra de menor tamaño presentó el tamaño de nidada más grande con un largo de plastrón de 109.8 mm, un peso de 275 gr y un total de seis huevos. La hembra de mayor tamaño presentó un largo de plastrón de 122 mm, un peso de 295 y tenía cinco huevos en el oviducto; por otra parte, en el CIDAM-FIRA sólo se colectó una hembra grávida de *Kinosternon hirtipes murrayi* que presentó el menor número de nidada, con un largo de plastrón de 120 mm, un peso de 450 gr y cuatro huevos en el oviducto.

En cuanto a la especie de *Kinosternon integrum* la hembra de la población simpátrica del CIDAM-FIRA presentó la talla más grande igual a 120 mm, un peso de 450 gr y cinco huevos, de manera similar, la hembra de San Jerónimo Purenchécuaro que presentó un largo de plastrón de 114.2, un peso de 340 y cinco huevos.

7.6.2. Tamaño de la nidada

De manera general para *Kinosternon hirtipes murrayi* el tamaño de la nidada varió de cuatro a seis huevos. En la población de La Mintzita se colectaron dos hembras grávidas cada una con cinco huevos, con una longitud promedio de 27.7 ± 1.40 mm, una amplitud media de $15.82 \text{ mm} \pm 1.05$ y un peso promedio de 4.02 ± 0.68 gr, a diferencia de la población del CIDAM-FIRA, en la que se obtuvieron sólo cuatro huevos provenientes

de una hembra que presentaron los promedios más altos para ambas taxa, con una longitud promedio del huevo de 29.65 ± 0.83 mm, una amplitud promedio de 16.69 ± 0.62 mm y un peso promedio de 5.15 ± 0.54 gr.

El tamaño de la nidada para *Kinosternon integrum* fue de cinco huevos en ambas poblaciones. En la población simpátrica del CIDAM-FIRA se presentaron los valores más altos para la especie, con una longitud promedio de 28.7 ± 10.22 mm, una amplitud promedio de 16.36 ± 0.68 mm y un peso promedio de 3.99 ± 0.52 gr, en cambio para la población de San Jerónimo Purenchécuaro se obtuvo una longitud promedio de 26.70 ± 1.96 mm, una amplitud promedio de 17.10 ± 0.70 mm y un peso promedio de 3.88 ± 0.43 gr.

El largo del huevo no se relacionó con el largo de carapacho de la hembra, el largo de plastrón, ni con el peso de la hembra ($r^2 = 0.635$, $P = 0.107$; $r^2 = 0.556$, $P = 0.148$; $r^2 = 0.527$, $P = 0.165$). El ancho del huevo tampoco se relacionó con el largo de carapacho, el largo de plastrón, ni con el peso de la hembra ($r^2 = 0.267$, $P = 0.372$; $r^2 = 0.321$, $P = 0.328$; $r^2 = 0.199$, $P = 0.452$). El peso del huevo tampoco se relacionó con el largo de carapacho, el largo de plastrón, ni con el peso de la hembra ($r^2 = 0.406$, $P = 0.248$; $r^2 = 0.698$, $P = 0.078$; $r^2 = 0.230$, $P = 0.414$).

El largo y el ancho del huevo no presentaron relación con el tamaño de nidada ($r^2 = 0.542$, $P = 0.156$; $r^2 = 0.542$, $P = 0.156$), no obstante, el peso del huevo mostró una relación lineal inversa con el tamaño de la nidada ($r^2 = 0.776$, $P = 0.048$; $\text{Peso del huevo} = 8.461 - 0.845 \text{ Tamaño de nidada}$), (Figura 22).

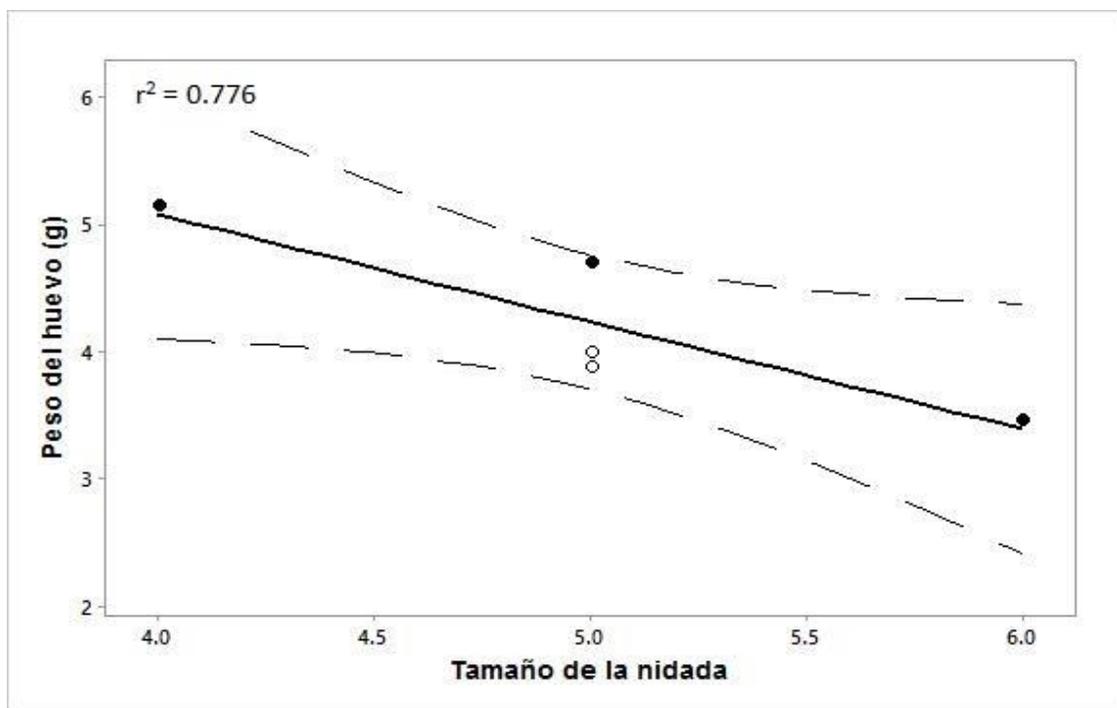


Figura 22. Gráfica de regresión lineal entre el peso promedio del huevo por nidada y el tamaño de la nidada. Los círculos negros representan a la subespecie *Kinosternon hirtipes murrayi* y los blancos a la especie *Kinosternon integrum*. La línea negra representa la pendiente del modelo lineal, la línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%.

7.6.3. Esfuerzo reproductor

El esfuerzo reproductor se estimó a través de la masa relativa de la nidada (Cuellar, 1984). Las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum* presentaron valores muy similares (Cuadro 8).

Cuadro 10. Esfuerzo reproductor para las hembras grávidas de las poblaciones de *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi*.

Especie	Localidad	Peso de la nidada	Peso de la hembra	Esfuerzo reproductor
<i>Kinosternon hirtipes murrayi</i>	La Mintzita	20.76	275	0.082
<i>Kinosternon hirtipes murrayi</i>	La Mintzita	23.50	295	0.087
<i>Kinosternon hirtipes murrayi</i>	CIDAM-FIRA	20.60	450	0.048
<i>Kinosternon integrum</i>	CIDAM-FIRA	19.95	440	0.047
<i>Kinosternon integrum</i>	San Jerónimo Purenchécuaro	19.40	340	0.061

La hembra *Kinosternon hirtipes murrayi* de la población de La Mintzita obtuvo el esfuerzo reproductor más alto igual a 0.087, con un peso corporal de 295 gr y un peso de nidada de 23.50 gr. La hembra proveniente del CIDAM-FIRA presentó el esfuerzo reproductor más bajo para la especie que fue de 0.048 con un peso corporal de 450 gr y un peso de nidada de 20.60 gr. De manera general, las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* invierten del 4.8% al 8.7% de su masa corporal en la producción de huevos.

La hembra *Kinosternon integrum* proveniente del CIDAM-FIRA presentó un esfuerzo reproductor de 0.047, el cual fue muy similar a la especie simpátrica de *Kinosternon hirtipes murrayi*, un peso corporal de 440 gr y un peso de nidada de 19.95 gr. La hembra de San Jerónimo Purenchécuaro presentó un esfuerzo reproductor de 0.061, un peso de 340 y un peso de nidada de 19.40 gr. Las hembras colectadas de *Kinosternon integrum* invierten del 4.7% al 6.1% de su masa corporal en la producción de huevos. No se encontraron diferencias significativas entre el esfuerzo reproductor de cada especie ($T = 1.30$, $GL = 2$, $P = 0.323$).

VIII. Discusión

8.1. Colecta y Abundancia

En la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita, la mayor abundancia se presentó en el mes de junio. En las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA fue en el mes de octubre y en *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro fue en septiembre; de manera similar, Macip-Ríos et al. (2009) reportaron que la mayor abundancia en *Kinosternon integrum* fue en la temporada lluviosa de verano y otoño, con la mayor abundancia presentada en septiembre con 82 individuos y en octubre con 58 individuos colectados encontrando que la abundancia está relacionada significativamente con la temperatura ($r^2 = 0.072$, $P = 0.01$) y la precipitación juntas ($r^2 = 0.072$, $P = 0.02$).

En las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita, *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA la abundancia más baja se presentó en diciembre sin ningún organismo colectado, en cambio, Macip-Ríos et al.

(2009) reportaron que la abundancia más baja para *Kinosternon integrum* fue en enero y febrero sin ninguna captura y en diciembre capturó solo un individuo.

Aunque no se encontró ninguna relación significativa entre la abundancia mensual con la temperatura o la precipitación, se pudo observar que la mayor abundancia se presentó en los meses con mayor temperatura y precipitación, mientras que la abundancia disminuyó de manera considerable en los meses con menor temperatura y/o precipitación. Esto puede deberse a que la precipitación es el primer factor que afecta la actividad de las tortugas en los trópicos (Morales-Verdeja y Vogt, 1997), ya que en ambas especies la actividad depende de la temperatura. La abundancia de *Kinosternon integrum* disminuyó en el mes con menor temperatura y precipitación debido probablemente a que la especie estiva o disminuye su actividad en las estaciones secas (Macip-Ríos et al., 2009; Legler y Vogt, 2013). Aún cuando no se tienen datos de que *Kinosternon hirtipes murrayi* estive, es posible que la menor abundancia en diciembre sea debido a que la especie disminuye su alimentación en los meses, ya que la temperatura en tortugas está asociada al metabolismo (Wineken, 2008) por lo que, las tortugas no fueron atraídas por las trampas.

8.2 Tamaño poblacional

El modelo elegido para estimar la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita y de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA fue el de Mt ($f=0$, $p(t)=c(t)$) en el que la probabilidad de captura varía con el tiempo, lo que se puede deber a los cambios en la temperatura y la precipitación a lo largo del tiempo de muestreo, y a que la zona de La Mintzita se encuentra bajo manejo agrícola. En cambio el modelo seleccionado para la población de *Kinosternon integrum* en San Jerónimo Purenchécuaro fue el de Mb ($f=0$, $p(.,)c(.)$), en el cual la probabilidad de captura permanece constante debido al comportamiento del individuo hacia la trampa, generando un efecto atrayente o de repulsión (Otis et al., 1978). Esto puede deberse a que el chinchorro permite capturar la gran mayoría de individuos presentes durante el muestreo, mientras que las trampas discriminan por la preferencia del atrayente.

La población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita presentó el mayor tamaño poblacional y la densidad poblacional más grande después de *Kinosternon integrum* de

San Jerónimo Purenchécuaro. El tamaño poblacional se estimó en 171 individuos con un porcentaje bajo de recapturas y la densidad poblacional se estimó en 402 tortugas/ha, lo que sugiere que el tamaño poblacional es aún mayor, lo que puede deberse a que el estudio se realizó durante un mayor lapso de tiempo (julio-diciembre) y a que es una zona altamente productiva debido a la abundante vegetación acuática (*Eichornia crassipes* y *Lemna minor*), a las diferentes especies de peces y al aporte de materia orgánica procedente de las aguas residuales y el ganado, además, la zona de muestreo está asociada al manantial de La Mintzita, lo que presenta abundantes recursos y evita las limitaciones por la disponibilidad de agua durante el estiaje en las zanjas (Marín-Togo y Blanco-García, 2009).

El tamaño poblacional de *Kinosternon hirtipes murrayi* en el CIDAM-FIRA no se logró estimar ya que no se realizó ninguna recaptura y la densidad poblacional se estimó en 19 tortugas/ha, mientras que el tamaño poblacional de *Kinosternon integrum* se estimó en 35 individuos y la densidad en 52 tortugas/ha, lo cual puede deberse a una captura sesgada hacia cada especie debido a que los individuos capturados atraen a las tortugas adicionales, especialmente durante la época de apareamiento (Cagle y Chaney, 1950) o a la competencia entre ambas especies por alimentos, espacio para la anidación o refugios que pueden limitar la densidad poblacional de *Kinosternon hirtipes murrayi*. Las densidades poblacionales para *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* fueron menores que en La Mintzita y en San Jerónimo Purenchécuaro, lo cual puede deberse a que el tamaño de los cuerpos de agua fue mayor y que en el CIDAM-FIRA cohabitan dos poblaciones.

El tamaño poblacional para *Kinosternon integrum* en San Jerónimo Purenchécuaro fue de 16 individuos con un error estándar cercano a cero, lo que sugiere que se logró estimar la población total; la densidad poblacional se estimó en 1568 tortugas/ha, que fue la mayor densidad de las poblaciones muestreadas aunque presentó el menor tamaño poblacional, lo que puede deberse a que la captura se realizó por medio de un chinchorro, que permite capturar una mayor cantidad de individuos en comparación con las trampas de embudo y desvió, además el cuerpo de agua en el que habitan presentó la menor superficie de área y es intermitente por lo que al realizar la estimación

se encuentran más propensos a la depredación a diferencia de la Mintzita y del CIDAM-FIRA. Cabe mencionar que no se habían reportado poblaciones de *Kinosternon integrum* en la cuenca del lago de Patzcuaro. La población de San Jerónimo Purenchécuaro se encuentra a 1 km lineal del lago, dada la ausencia de juveniles o crías, es posible que sea una población que se encuentre estableciéndose en la zona.

Los resultados presentados difieren con otros reportados para *Kinosternon*. Hensley et al. (2010) estimó la población de *Kinosternon sonoriense* en Arizona en 27 adultos y 77 subadultos y la densidad poblacional en 270-406 tortugas/ha. Forero-Medina et al. (2007) estimaron la población de *Kinosternon scorpioides albogulare* en la Isla San Andrés, Colombia en 4343 individuos y la densidad poblacional de 77 a 254 tortugas/ha entre manglares, y Vázquez-Gómez et al. (2016) estimaron el tamaño poblacional de *Kinosternon oaxacae* en la localidad de San Roque, Oaxaca en 402 organismos con una densidad 3685 tortugas/ha y en localidad de El Aguacate, Oaxaca un tamaño poblacional de 272 con una densidad de 5647.82 tortugas/ha. Los tamaños poblacionales del presente estudio difieren con los de Macip-Ríos et al. (2009) para *Kinosternon integrum* con una población de 197 individuos. Aunque no se tienen reportados el tamaño y densidad poblacional para *Kinosternon hirtipes murrayi*, Iverson et al. (1991) marcaron y liberaron 604 individuos en Chihuahua.

La diferencia en el tamaño y densidad poblacional puede deberse a la capacidad de carga que tiene cada población de acuerdo a la disponibilidad de recursos del hábitat en que se encuentran, a la historia de vida de cada especie que les permite adaptarse a las diferentes condiciones, a la superficie de los cuerpos de agua y al tipo de muestreo aplicado en cada población. Las poblaciones de La Mintzita y del CIDAM-FIRA, que presentaron un mayor tamaño poblacional, se encuentran en un hábitat más estable con mayor disponibilidad de alimentos en comparación con *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro que presentó una mayor densidad poblacional y habita en un cuerpo de agua intermitente de menor tamaño con menor disponibilidad de alimentos.

8.3. Estructura poblacional

La estructura poblacional reportada para *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* estuvieron formadas principalmente por adultos, al igual que en otras

poblaciones de kinostérnidos. Macip-Ríos et al. (2009) reportaron que la estructura poblacional de *Kinosternon integrum* fue de 63% adultos, 35% juveniles, 1% adultos viejos y el 0.5% de crías; Forero et al. (2007) reportó que la población de *Kinosternon scorpioides* estuvo formada principalmente por adultos de talla media y ninguna cría fue encontrada; al igual que en las poblaciones muestreadas. En cambio la estructura poblacional para *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* difiere con la estructura reportada por Hensley et al. (2010) para *Kinosternon sonoriense* en Arizona que estuvo formada principalmente por subadultos y 37.7% crías; la estructura poblacional reportada por Vázquez-Gómez et al. (2016) para *Kinosternon oaxacae* fue de 76.16% de adultos seguida de 6.98% crías, 1.83% adultos viejos, 1.06% juveniles.

La estructura de las poblaciones muestreadas fueron muy similares, los adultos formaron la mayor parte de la población y en menor medida los adultos viejos o juveniles; este patrón coincidió con la curva de sobrevivencia de tortugas reportada por Iverson (1991) en la cual los organismos inmaduros presentan la menor probabilidad de sobrevivencia y los adultos la mayor. Los adultos viejos representaron una menor parte de la estructura probablemente porque tienen una probabilidad de supervivencia disminuida de manera natural. El hecho de que no se colectaran crías en las poblaciones puede deberse a la alta mortalidad de los huevos y neonatos, frente a lo que se presenta con los juveniles y adultos donde el tamaño y dureza del caparazón los hace menos vulnerables a la desecación y depredadores (Bury, 1979). Las poblaciones estables presentan una estructura poblacional mayormente representada por individuos reproductores de talla media, al igual que los resultados obtenidos para las poblaciones muestreadas (Berry, 1978).

8.4. Proporción de sexos

La proporción sexual en ambas poblaciones de *Kinosternon integrum* concuerda con la proporción sexual típica para *Kinosternon* de 1♂:1♀ (Carr y Most, 1988), sin embargo, difieren con la proporción sexual obtenida por Macip-Ríos et al (2009) que fue 1♂:1.7♀. Las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentaron una proporción sexual sesgada hacia los machos, aunque en la población del CIDAM-FIRA se pudo deber al bajo número de colectas, en cambio, los resultados de Iverson et al. (1991) para

de *Kinosternon hirtipes murrayi* fueron de 310 machos y 275 hembras sin diferencias significativas a la proporción sexual de 1♂:1♀, pero son similares al reportado por Ceballos et al. (2016) para *Kinosternon leucostomum postinguinale* que fue de 2.5♂:1♀ y al reportado por *Kinosternon flavescens* de 1.5♂:1♀ (Mahmoud, 1969).

La diferencia en la proporción de sexos de *Kinosternon hirtipes murrayi* puede deberse a que en *Kinosternon hirtipes* los machos maduran más rápido que las hembras (Iverson et al., 1991) y a la mortalidad diferenciada entre los sexos (Ernst et al., 1994). Las hembras maduras hacen viajes hacia los sitios de anidación que las expone a peligros (Steen et al; 2006) y en la zona de La Mintzita se encuentran carreteras por lo que las hembras al moverse para anidar se encuentran más expuestas que los machos.

8.5. Morfología

Los machos de la subespecie de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentaron un largo de carapacho y peso significativamente menor en comparación con los machos de la especie de *Kinosternon integrum*. De manera similar, a nivel de poblaciones los machos de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita presentaron un largo de carapacho y peso significativamente menor en comparación con los machos de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, lo cual concuerda con Iverson (1981), quien reporta a *Kinosternon integrum* como la especie más grande dentro de su género. En cambio las hembras de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro presentaron un largo de carapacho significativamente menor que las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita y que *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA, lo que se puede deber a que la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se encuentra en un cuerpo de agua temporal, con una menor cantidad de alimentos disponible, ya que, sólo se pudo observar la presencia de invertebrados a diferencia de La Mintzita y del CIDAM-FIRA, donde se pueden encontrar mayor disponibilidad de alimentos como la carpa, tilapia y diferentes especies de la familia Goodeidae y Poeciliidae (Marín-Togo y Blanco-García, 2009).

Los juveniles de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA presentaron valores más altos que los juveniles de San Jerónimo Purenchercuaro. Los juveniles del CIDAM-FIRA habitan en estanques con mayor alimento de origen animal que les permite un mayor

crecimiento y aumento de calcio para la composición ósea (Lindenman, 1996), por lo que pueden tener un mayor tamaño en comparación de los juveniles de San Jerónimo Purenchécuaro en donde no se observó la presencia de peces.

8.6. Reproducción

El número de hembras grávidas colectadas en todas las poblaciones fue muy bajo. Todas las hembras grávidas se colectaron en el mes de septiembre, lo que concuerda con la temporada reproductiva de mayo a septiembre reportada por Iverson et al. (1991) para *Kinosternon hirtipes murrayi*, aunque las hembras de *Kinosternon integrum* terminan su temporada reproductiva a finales de octubre (Macip-Ríos et al., 2009)

La hembra reproductora de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita que presentó el mayor tamaño con un largo de plastrón de 122 mm y la hembra de menor tamaño también fue de La Mintzita con un largo de plastrón de 109.8 mm, contrastando con lo reportado por Iverson et al. (1991) para la hembra reproductiva más pequeña de *Kinosternon hirtipes murrayi* en Chihuahua, que presentó un largo de plastrón de 97.4 mm. La hembra grávida de *Kinosternon integrum* de mayor tamaño perteneció al CIDAM-FIRA, con un largo de plastrón de 118.9 mm y la hembra de *Kinosternon integrum* en San Jerónimo Purenchécuaro presento el menor tamaño con un largo de plastrón de 114.2 mm, en cambio, Macip- Ríos et al. (2009) reporto para la hembra grávida más grande de *Kinosternon integrum* en el estado de México, un largo de carapacho de 153 mm y la más pequeña 122 mm. La hembra grávida de *Kinosternon hirtipes murrayi* presentó un menor largo de plastrón probablemente porque presenta un menor tamaño que *Kinosternon integrum* y en La Mintzita el alimento puede ser de mayor y de mejor calidad ya que se observó vegetación acuática, invertebrados y diferentes especies de peces que le permite acumular mayores reservas energéticas por lo tanto alcanza la madurez sexual a un menor tamaño (Georges, 1982).

El tamaño de la nidada en las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA y La Mintzita vario de cuatro a seis huevos y se encuentra dentro de un intervalo de uno a seis huevos para *Kinosternon hirtipes murrayi*, lo que concuerda con Iverson et al. (1991); de manera similar, Iverson (1989) reportó para *Kinosternon alamosae* un tamaño de nidada de cuatro huevos. En *Kinosternon integrum* el tamaño de

la nidada fue de cinco huevos en ambas poblaciones y se encuentra dentro de un intervalo de uno a ocho huevos reportado por Macip-Ríos et al. (2009) para *Kinosternon integrum* de acuerdo. De manera similar, Hulse (1982) reportó para *Kinosternon sonoriense* un tamaño de nidada de cinco huevos en Arizona, mientras que Macip-Ríos et al. (2013) reportaron para *Kinosternon integrum* un tamaño de nidada de seis huevos en Nuevo Urecho, Michoacán y de cuatro huevos en Tejuplico y Tonatico, Estado de México. Lo que indica que las poblaciones se encuentran dentro de los límites generales del tamaño de nidada para el género.

El largo, ancho y peso del huevo en *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* no presentó ninguna relación con el tamaño de la hembra. Iverson (2010) no encontró para *Kinosternon scorpioides* ninguna relación entre el tamaño del huevo con el largo de carapacho de la hembra. En cambio, Iverson et al. (1991) reportó que en *Kinosternon hirtipes* el tamaño del huevo se relacionó significativamente con el tamaño de la hembra, de manera las hembras de mayor tamaño ponen huevos grandes. El peso del huevo en *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* disminuyó significativamente al aumentar el tamaño de la nidada, estos datos apoyan la compensación que se da entre el tamaño de la nidada y el peso del huevo (Elgar y Heaphy, 1989). Iverson et al. (1991) reportó para *Kinosternon hirtipes* que el peso, largo y ancho del huevo se correlaciono inversamente con el tamaño de la nidada, en cambio, Macip-Ríos (2009) reportó para *Kinosternon integrum* que sólo el largo del huevo se relacionó inversamente con el tamaño de la nidada.

El esfuerzo reproductor en *Kinosternon hirtipes murrayi* (0.48 a 0.87) y *Kinosternon integrum* (0.47 a 0.61) es similar al de otros kinostérnidos. Iverson et al. (1991) determinó para *Kinosternon hirtipes* un esfuerzo reproductor de 0.71 y no estuvo correlacionado con el carapacho sugiriendo que las hembras depositan parte de su masa en cada puesta, Iverson (1979) reportó para *Kinosternon baurii* un esfuerzo reproductor de 0.90; Macip-Ríos et al. (2009) reportó para *Kinosternon integrum* un esfuerzo reproductor de 0.43, que fue muy similar al de la población del CIDAM-FIRA, finalmente, Iverson (1998) determinó un esfuerzo reproductor para *Kinosternon creaseri* de 0.45, quien es una especie más pequeña que las dos estudiadas en esta tesis. El esfuerzo reproductor

disminuye cuando el tamaño corporal aumenta (Iverson, 2013), por lo que se encontraron valores bajos en el esfuerzo reproductor de ambas especies, ya que ambas especies presentan los mayores tamaños dentro de su género (Legler y Vogt, 2013).

IX. Conclusiones

- La mayor abundancia en *Kinosternon Integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro se presentó en septiembre, en *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA en octubre y en la población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita en junio. Mientras que la menor abundancia fue en noviembre para *Kinosternon integrum* en San Jerónimo Purenchécuaro y en el mes de diciembre para el resto de las poblaciones, que son los meses con temperaturas y precipitaciones más bajas.
- La población de *Kinosternon hirtipes murrayi* de La Mintzita presentó el mayor tamaño poblacional estimado en 171 individuos, el tamaño poblacional de *Kinosternon hirtipes murrayi* del CIDAM-FIRA no se logró estimar por falta de recapturas. La población de *Kinosternon integrum* del CIDAM-FIRA presentó un tamaño poblacional proyectado de 35 individuos y la población de *Kinosternon integrum* de San Jerónimo Purenchécuaro presentó un tamaño poblacional estimado en 16 individuos.

- La estructura poblacional de *Kinosternon hirtipes murrayi* y *Kinosternon integrum* estuvo conformada principalmente por adultos y en menor medida los adultos viejos o juveniles y sólo en La Mintzita se encontraron crías, lo cual significa que las poblaciones son estables y en La Mintzita hay reclutamiento poblacional.
- En las poblaciones de *Kinosternon integrum* la proporción sexual fue de 1♂:1♀ mientras que en las poblaciones de *Kinosternon hirtipes murrayi* la proporción sexual estuvo sesgado hacia los machos 10♂:1♀ en el CIDAM-FIRA y 1.9♂:1♀ en La Mintzita debido a la mortalidad diferenciada a la que se exponen las hembras al buscar sitios de anidación.
- Las hembras grávidas se colectaron en septiembre, el tamaño de nidada promedio de *Kinosternon hirtipes murrayi* fue de 4.6 huevos y en *Kinosternon integrum* de cinco huevos.
- El peso del huevo en *Kinosternon integrum* y *Kinosternon hirtipes murrayi* disminuyó significativamente al aumentar el tamaño de la nidada, estos datos demuestran una estrategia de compensación entre el tamaño de la nidada y el peso del huevo.
- Las hembras de *Kinosternon hirtipes murrayi* invierten del 4.8% al 8.7% de su masa corporal en la producción de huevos y las hembras de *Kinosternon integrum* del 4.7% al 6.1%. El esfuerzo reproductor no mostro diferencias significativas entre especies.

X. Literatura Citada

Aguirre-Leon, G. y Aquino-Cruz, O. (2004). Hábitos alimentarios de *Kinosternon herrerae* Stejneger 1925 (Testudines: Kinosternidae) en el Centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3), 83–98.

Alcántara, L.L. (2005). Los cuerpos de agua. En L. E Villaseñor-Gómez. (Ed.), *La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 32). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Antaramián, H. E. (2005). Clima. En L. E Villaseñor. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 26). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Aresco M., Dobie J. (2000). Variation in shell arching and sexual size dimorphism of river cooters, *Pseudemys concinna*, from two river systems in Alabama. *Journal of Herpetology*, 34(2), 313-317.

Begon. M., Harper. J., y Townsend. C. (1996). *Ecology: Individulas, Populations and Communities* (3ª ed.) USA: Blackwell Science.

Berry, K. (1978). A comparison of size classes and sex ratios in four populations of the Desert Tortoise. *Desert Tortoise Council, Proceedings of 1976 Symposium*. Las Vegas Nevada.

Böhm, M., Collen B., Baillie, J., Philip, B., Chanson, J., Cox N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S., Ramm, M., Rhodin, A., Stuart, S., Van-Dijk, P., Young, B., Afuang, L., Aghasyan, A., y García, A. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*. 157(1), 372-385.

Bonin, F., Devaux, B., y Dupré, A. (2016). *Turtles of the World* (7ª ed.). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.

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

Cagle, F. (1939). A System of Marking Turtles for Future Identification. *Copeia*. 1939(3), 170-173.

Cagle, F., y Chaney, A. (1950). Turtle populations in Louisiana. *American Midland Naturalist*, 43, 383–388.

Campbell, J. (1998). *Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatán y Belize* (1ª ed.). Oklahoma: Oklahoma Press, Norman.

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

Carranza-Gonzales, E. (2005). Vegetación. En L.E Villaseñor. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 38). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de

la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México.

Castillo-Centeno, O. (1986). *Factores ecológicos y de mercado de la reproducción Rhinoclemmys pulcherrima y Kinosternon scorpioides (Testudines: Emydidae y Kinosternidae) en Costa Rica* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica, Escuela San José.

Ceballos, P. E., Zapata, D., Alvarado, C., y Rincon, E. (2016). Morphology, Diet, and Population Structure of the Southern White-lipped Mud Turtle *Kinosternon leucostomum postinguinale* (Testudines: Kinosternidae) in the Jus River Drainage, Colombia. *Journal of Herpetology*, 50(3), 374-380.

CONANP. (2012). Programa de Conservación de Especies en Riesgo. México: PROCER.

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

Daigle, C., y Jutras J. (2005). Quantitative evidence of decline in a southern Quebec Wood Turtle (*Glyptemys insculpta*) population. *Journal of Herpetology*, 39(1), 130-132.

Daniel, W. (2013). *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud* (4^a ed.). México: LIMUSA.

Ehrenfeld, D.W. (1979). Behavior associated with nesting. En H, Morlock. (Ed.), *Turtles: perspectives and research* (pp. 417-434). New York: John Willey y Sons.

Elgar, M. A., y Heaphy, L. J. (1989). Covariation between clutch size, egg weight and shape: comparative evidence for chelonians. *Journal of Zoology*, 219, 137-152.

Ernst, C.H., Lovinch, J.E., y Barbour, R.W. (1994). *Turtles of the United States and Canada* (1^a ed.). Washington: Smithsonian Institution Press.

Ewert, M., y Legler, J. (1978). Hormonal induction of oviposition in turtles. *Herpetologica* 34(3), 314-318.

Ewert, M.A. (1985). Embriología de las tortugas. En C.F, Gans., T y F.A Maderson. (Eds.) , *Biología de los reptiles*, (pp 75) New York: John Wiley y Sons.

Flores-Villela, O., y García-Vázquez, O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Biodiversity of Reptiles in México*. 84.

Forero-Medina, G., Castaño-Mora, O.V., 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(2), 163-169.

Georges, A. (1982). Diet of the Australian freshwater turtle *Emydura krefftii* (Chelonia: Chelidae) in a unproductive lentic environment. *Copeia*, 1982, 331-336.

Gibbons, J.W. (1983). Reproductive characteristics and ecology of the mud turtle, *Kinosternon subrubrum* (Lacépède). *Herpetologica*, 39, 254-271.

Gibbons, J. W., Scott D.E., Ryan T.J., Buhlmann K.A., Tuberville T. D., y Metts B.S. (2000). The global decline of reptiles, de ja vu amphibians. *BioScience*. 50(8):653-666.

Glass, B., y Hartweg, N. (1951). *Kinosternon hirtipes murrayi* a new musk turtle of the hirtipes group from Texas. *Copeia*, 1951(1), 50-52.

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

Heppell, S. (1998). Application of life-history theory and population model analysis to turtle conservation. *Copeia*, 1998(2), 367-375.

Hernández-Guzmán, J., Indy, J.R., Yasui, G.S., y Arias-Rodriguez, L. (2014). Los cromosomas de las tortugas tropicales: *Kinosternon leucostomum*, *Trachemys scripta* y *Staurotypus triporcatus* (Testudines: Kinosternidae/Emydidae). *Biología Tropical*, 62(2):671-688.

Huacuz-Elias, D. C. (2005). Anfibios y Reptiles. En L. E, Gómez-Villaseñor. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 99). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México.

Hulse, A. C. (1982). Reproduction and population structure in the turtle, *Kinosternon sonoriense*. *Southwestern Naturalist*, 27(1), 447-456.

Hutchinson, J. H. (1991). Early Kinosterninae (Reptilia: Testudines) and their phylogenetic significance. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 11(1), 114-167.

IMDUM. (2014). *Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur de Morelia Michoacán*. Recuperado en [www.morelia.gob.mx/pdfs/IMDUM/SUR/ Documento/1](http://www.morelia.gob.mx/pdfs/IMDUM/SUR/Documento/1).

INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos mexicanos. Morelia, Michoacán de Ocampo*. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/16/16053.pdf>.

INAFED. (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Gobierno del estado de Michoacán. Recuperado de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/index.html>.

Iverson J.B. (1979). The female reproductive cycle in North Florida *Kinosternon baurii* (Testudines: Kinosternidae). *Brimleyana*, 1(1), 37-46.

Iverson, J.B. (1981). Biosystematics of the *Kinosternon hirtipes* species group (Testudines, Kinosternidae). *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 23(1), 1-74.

Iverson J.B. (1985). Geographic variation in sexual dimorphism in the Mud turtle, *Kinosternon hirtipes*. *Copeia*, 1985(2), 388-399.

Iverson, J.B. (1986). Notes on 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). *Southwestern Naturalist*, 34(1), 134–142.

Iverson, J.B., Barthelmess, E.R., Smith, G.R., y Rivera, C.E. (1991). Growth and reproduction in the mud turtle *Kinosternon hirtipes* in Chihuahua, México. *Journal of Herpetology*, 25(1), 64-72.

Iverson, J.B. (1991). Patterns of survivorship in turtles (order Testudines). *Canadian Journal of Zoology*, 69, 385–391.

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

Iverson, J.B. (2010). Reproduction in the red-cheeked mud turtle (*Kinosternon scorpioides cruentatum*) in southeastern México and Belize, with comparisons across the species range. *Chelonian Conservation and Biology*, 9(2), 250-261.

Iverson, J.B., y Ingram, C. (2013) Molecular phylogenetics of the mud and musk turtle family Kinosternidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(1), 929-939.

Krebs, C.J. (1985). *Ecología: Estudio de la Distribución y la Abundancia* (2ª ed.). México: HARLA.

Krebs, C.J. (1999). *Ecological Methodology* (2ª ed.). Canada: Benjamin Cimmunings.

Lebrenton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J., y Anderson, D.R. (1992). Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals. A unified approach with case studies. *Ecological Monographs*, 62, 67-118

Legler, J.M., y Vogt, R. (2013). *The Turtles of México: Land and Freswater Forms* (1ª ed.). California: University of California.

Lindenman, V. (1996). Comparative life history of painted turtles (*Chrysemys picta*) in two habitats in the Inland Pacific Northwest. *Copeia*, 1996(1), 114-130.

Litzgus, J.D., y Mousseau, T.A. (2004). Demography of a southern population of the spotted turtle (*Clemmys guttata*). *Southeastern Naturalist*, 3(3), 391-400.

Long, D.R. (1986). Clutch formation in the turtle, *Kinosternon flavescens* (Testudines: Kinosternidae). *Southwestern Naturalist*, 31(1), 1-8.

Macip-Ríos, R., Arias-Cisneros, M.L., Aguilar-Miguel, X.S., Casas-Andreu, G. (2009). Population ecology and reproduction of Mexican Mud Turtle (*Kinosternon integrum*) in Tonicato, Estado de México. *Western North American Naturalist*, 69(4), 501-510.

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

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

Macip-Ríos, R., Sustaita-Rodríguez, V.H., Casas-Andreu, G. (2013). Evidence of pelvic and nonpelvic constraint on egg size in two species of *Kinosternon* from Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*, 12(2), 218-226.

Macip-Ríos, R., Ontiveros, R., López-Alcaide, S., y Casas-Andreu, G. (2015). The conservation status of the freshwater and terrestrial turtles of Mexico: a critical review of biodiversity conservation strategies. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(2015), 1048-1057.

Mahmoud, I.Y. (1969). Comparative ecology of the kinosternid turtles of Oklahoma. *Southwestern Naturalist*, 14(1), 31-36.

Mandujano-Rodríguez. (2011). Conceptos Generales de Ecología Poblacional en el Manejo de Fauna Silvestre. En López-Gonzales. (Ed.), Manual de técnicas para el estudio de la fauna (pp. 37-41). México: INECOL.

Marín-Togo, M.C., y Blanco-García, A. (2009). *Ficha informativa de los humedales RAMSAR, La Mintzita*. Recuperado de <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1919RIS.pdf>.

Medina-Nava, M., Segura-García, M. V., Moncayo-Estrada, R., y Escalera-Gallardo C. (2005). Peces. En L. E, Gómez-Villaseñor. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio*

de Estado (pp. 99). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México.

Mitchell, J.C. (1988). Population ecology and life histories of the freshwater turtles *Chrysemys picta* and *Sternotherus odoratus* in an urban lake. *Herpetological Monographs*, 1988(2), 40-61.

Minitab Inc. (2016). Minitab Statistical Software. Ver. 17.3.0. USA: Stage Collage PA.

Mittermeier, R.A., Carr J.L., Swingland I.R., Werner T.B., y Mast R.B. (1991) Conservation of amphibians and reptiles. In Adler K. (Ed.), *Herpetology: current research on the biology of amphibians and reptiles* (pp. 59-80). USA: Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

Moll, E.O., y Legler J.M. (1971). The life history of a neotropical slider turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. *Bulletin of the Los Angeles County Museum of Natural History*, 11, 1-102.

Moll, D. (1990). Population sizes and foraging ecology in a tropical freshwater stream turtle community. *Journal of Herpetology*, 24(1), 48-53.

Morales-Verdeja, S.A., y Vogt, R. (1997). The anual reproductive cycle of *Kinosternon leucostomum*. *Copeia* 1997,123–130.

Nuñez-Garduño, A. (2005). Mamíferos. En L.E Villaseñor-Gómez. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 104).México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C., y Anderson, D.R. (1978) Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs*, 62.

Pianka, E.R. (1994). *Evolutionary Ecology* (5ª ed.) New York: Harper Collins.

Platt, S.G., Berezin, A., Miller, D.J., y Rainwater, T.R. (2016). A Dietary Study of the Rough-Footed Mud Turtle (*Kinosternon hirtipes*) in Texas, USA. *Herpetological Conservation and Biology*, 11(1), 142-149.

Pritchard, P.C., y Trebbau, P. (1984). *The turtles of Venezuela* (1ª ed.) USA: Society of the Study of Amphibians and Reptiles.

Reyes-Velazco, J., Iverson, J.B., y Flores-Villela, O. (2013). The Conservation Status of Several Endemic Mexican Kinosternid Turtles. *Chelonian Conservation and Biology*, 12(1), 203-208.

Ricklefs, R.E. (1990). *Ecology* (3ª ed.) New York: Freeman and Co.

Rose, F.L. (1980). Turtles in arid and semiarid regions. *Bulletin of the Ecological Society of American* 61(1), 89.

Seidel, M. E., y Reynolds, S.L. (1980). Aspects of evaporite water loss in the mud turtles *Kinosternon hirtipes* and *Kinosternon flavescens*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 67(A), 593-598.

SEMARNAT. (2010). NOM-059-ECOL-2001. México: Diario Oficial de la Federación.

Smith H. M., y Smith R.B. (1979). Synopsis of the herpetofauna of Mexico, vol VI. Guide to Mexican turtles. J. Johnson (Ed.). North Bennington, Vermont.

SMN. (2016). Servicio meteorológico nacional, 2016. Normales climatológicas de Michoacán (1950-2010).

Steen, D.A., Aresco, M.J., Beilke, S.G., Compton, B.W., Congdon, E.P., Dodd, C. Kenneth, JR., Forrester, H., Gibbons, J.W., Greene, J.L., Johnson, C., Lengen, T.A., Oldham M.J., Samure, R.A., Schueler, F.W., Sleeman, J.M. Smith, L.L., Tucker, J.K., y Gibbs, J.P. (2006). Relative vulnerability of female turtles to road mortality. *Animal Conservation*, 9, 269–273.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., Wilson, L.D., Medina-Aguilar, O., y Torres-Pérez, J. (2014). *Guía de anfibios y reptiles del municipio de Morelia*. Morelia: CIECO-UNAM.

Vázquez-Gómez, A.G. (2015). Notes of the reproductive ecology of the Oaxaca mud turtle (*Kinosternon oaxacae*) in the vicinity of Mazunte, México. *Acta Herpetológica*, 10(2), 121-124.

Vásquez- Gómez, A.G., Harfush, M., y Macip-Ríos, R. (2016). Observations on population ecology and abundance of the micro-endemic Oaxaca mud turtle (*Kinosternon oaxacae*). *Herpetological Conservation and Biology*, 11(2), 265–271.

Velázquez, A., Sosa, N. Navarrete, A., y Torres, A. (2005). *Bases para la conformación del sistema de áreas de conservación del estado de Michoacán Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente* (1ª ed.). Michoacán, México: SUMA, UNAM.

Velázquez, A., Cué-Bär, E., Larrazábal, A., Sosa, N., Villaseñor, J. L., Mccall, M. y Ibarra-Manríquez G. (2009). Building participatory landscape-based conservation alternatives: A case study of Michoacán, Mexico. *Applied Geography*, 29(4), 513-526.

Villaseñor-Gómez, L. E. (2005) Aves. En L. E, Villaseñor-Gómez. (Ed.), *La Biodiversidad de Michoacán: Estudio de Estado* (pp. 101). México: Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México.

Wyneken, J. (2008). *Biology of Turtles* (1ª ed.). USA: Taylor y Francis Group.