



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Desarrollo Sustentable**

**Patrones Corológicos del tlacuache *Didelphis*  
spp. Linnaeus, 1758 (Didelphidae) en la isla de  
Cozumel, Quintana Roo, México**

**TESIS**

**Que para obtener el grado académico de  
Licenciado en Manejo de Recursos Naturales**

**Presenta  
WALTER RENE DZIB DZUL**

Dra. Marilú López Mejía  
Directora de Tesis

**Cozumel, Q. Roo, Diciembre de 2020**



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Desarrollo Sustentable

Patrones Corológicos del tlacuache *Didelphis* spp. Linnaeus, 1758 (Didelphidae) en la de isla Cozumel, Quintana Roo, México

Licenciatura de Manejo de Recursos Naturales



Directora: [Signature]

Dra. Marilú López Mejía

Asesor: [Signature]

Dr. Luis Carlos Santander Botello

Asesor: [Signature]  
Biol. Héctor González Cortés



## DEDICATORIAS

Me gustaría dedicar esta Tesis a mi familia. Para mis padres Luis y Gema, a mis hermanos Gibran y Melvin, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni errar en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para toda mi familia y compañeros que me mostraron su apoyo y confianza durante la realización de mi tesis.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

## AGRADECIMIENTOS

Primero y como más importante, me gustaría agradecer sinceramente a mi directora de Tesis, la Dra. Marilú López Mejía, por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación a pesar de la pandemia, han sido fundamentales para la finalización no solo de mi tesis si no también la de mi formación académica. Ella ha inculcado en mí, un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como estudiante.

A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración, así como sentirme en deuda con ella por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis. También me gustaría agradecer los consejos recibidos por parte de mis sinodales al biólogo Héctor González y al Dr. Carlos Santander. De igual forma a los profesores que de una manera u otra han aportado su granito de arena a mi formación académica.

Agradecer a mi familia, por el apoyo que me brindaron, dándome consejos, ayudándome en lo que necesitaba, así como el ánimo para seguir adelante y no caerme nunca.

También estaré agradecido con los compañeros que me apoyaron a realizar la tesis ayudándome a la colocación de trampas, así como obtención de datos. Es de total gratitud recibir ayuda de otras personas y que te alienten a seguir adelante.

Por Último agradecerle a Dios por darme las fuerzas necesarias de no decaer, y por ponerme en mi vida a estas personas, que sin dudar alguna agradezco.

Soy un hombre afortunado. Para ellos, muchas gracias por todo.

---

## CONTENIDO

<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>20</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>20</b>
<b>Objetivo general.....</b>	<b>20</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>Área de estudio.....</b>	<b>21</b>
<b>Material y métodos.....</b>	<b>23</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>31</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>55</b>
<b>Estrategias de conservación y manejo.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>58</b>
<b>Literatura citada.....</b>	<b>63</b>

---

## RESUMEN

El área de distribución de una especie puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad, entre otros atributos. En el caso del tlacuache, resulta imperante conocer su distribución debido a que el crecimiento de la población en la isla de Cozumel y la expansión de la zona urbana fragmentan y disminuyen las áreas de selva en donde habita el tlacuache. Siendo este marsupial una especie endémica en la isla, el objetivo de este estudio fue conocer su distribución actual y esclarecer su identidad taxonómica, así como conocer la percepción de los habitantes acerca del tlacuache en la isla de Cozumel y el reconocimiento de posibles subpoblaciones, así como proponer estrategias para su protección y conservación. Para el efecto, se trazaron 42 transectos en zonas de la isla de Cozumel durante el primer semestre del año 2020. Cada transecto tendrá una longitud de 1 km colocando una trampa cada 500 m de distancia, para un total de ocho trampas tipo Tomahawk de hechura propia por transecto. Como cebo, se utilizará fruta, particularmente plátano, manzana y aguacate en la Zonas de selva y costa mientras que, en la zona urbana de la isla, se utilizará sardina y atún. En este estudio, se tomarán las medidas estándar para el estudio de los mamíferos como la longitud total, la longitud de la oreja, la longitud de la pata trasera y la longitud de la cola; asimismo, se medirá la circunferencia del cráneo, dado que es uno de los caracteres diagnósticos que distinguen a la especie. Los organismos serán pesados y sexados. Para el análisis de identificación de especie es necesario tener el conocimiento previo de las morfologías de los tipos de tlacuaches, en este caso son dos el *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana*. Mientras que para saber la ubicación geográfica, será necesario la elaboración de mapas que nos brinden la información e interpretación necesaria de donde habita el tlacuache y por último la aplicación de encuestas será necesaria, para conocer cuál es la percepción que tienen los habitantes de la isla de Cozumel con respecto al tlacuache y cuáles son los platos que se les da, entonces para así poder elaborar estrategias de protección y conservación que ayuden a preservar al tlacuache que habita en la isla.

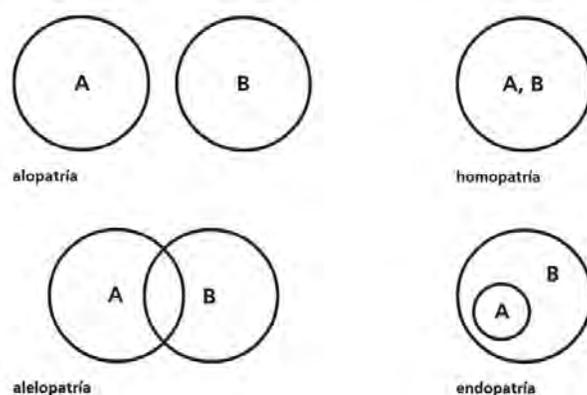
# INTRODUCCIÓN

## Patrones Corológicos

### Áreas de Distribución

Cuando hablamos del área de distribución de una especie o taxón individual puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad, entre otros atributos. Cuando intentamos describir el área de distribución de una especie, en general solo se aceptan dos alternativas: las áreas son simpátridas o son alopátridas. La alopatría supone una disyunción total entre las dos áreas de distribución, en cambio simpatría implica un solapamiento entre las áreas de distribución, pero este solapamiento muestra una gama continua de variación.

Papavero *et al.* (1994) distinguieron tres tipos de distribución simpátrida (Figura 1). El primer tipo lo denominaron *homopatría*, que consiste en el solapamiento total de un par de áreas, dicho en lenguaje conjuntista, un par de áreas A y B muestran homopatría si A es igual a B. En el segundo tipo, llamado *endopatría*, la relación entre dos áreas A y B es tal que A es un subconjunto propio de B, o B es un subconjunto propio de A. El tercer tipo de simpatría es la *alelopatría*, que significa que dos áreas son diferentes y muestran intersección no vacía. La alelopatría puede significar que las áreas A y B originalmente fueron alopátridas y que el estado de alelopatría es apomórfico; es decir, de aparición reciente.



**Figura 1.** Posibles relaciones entre dos áreas A y B (Espinosa *et al.*, 2002).

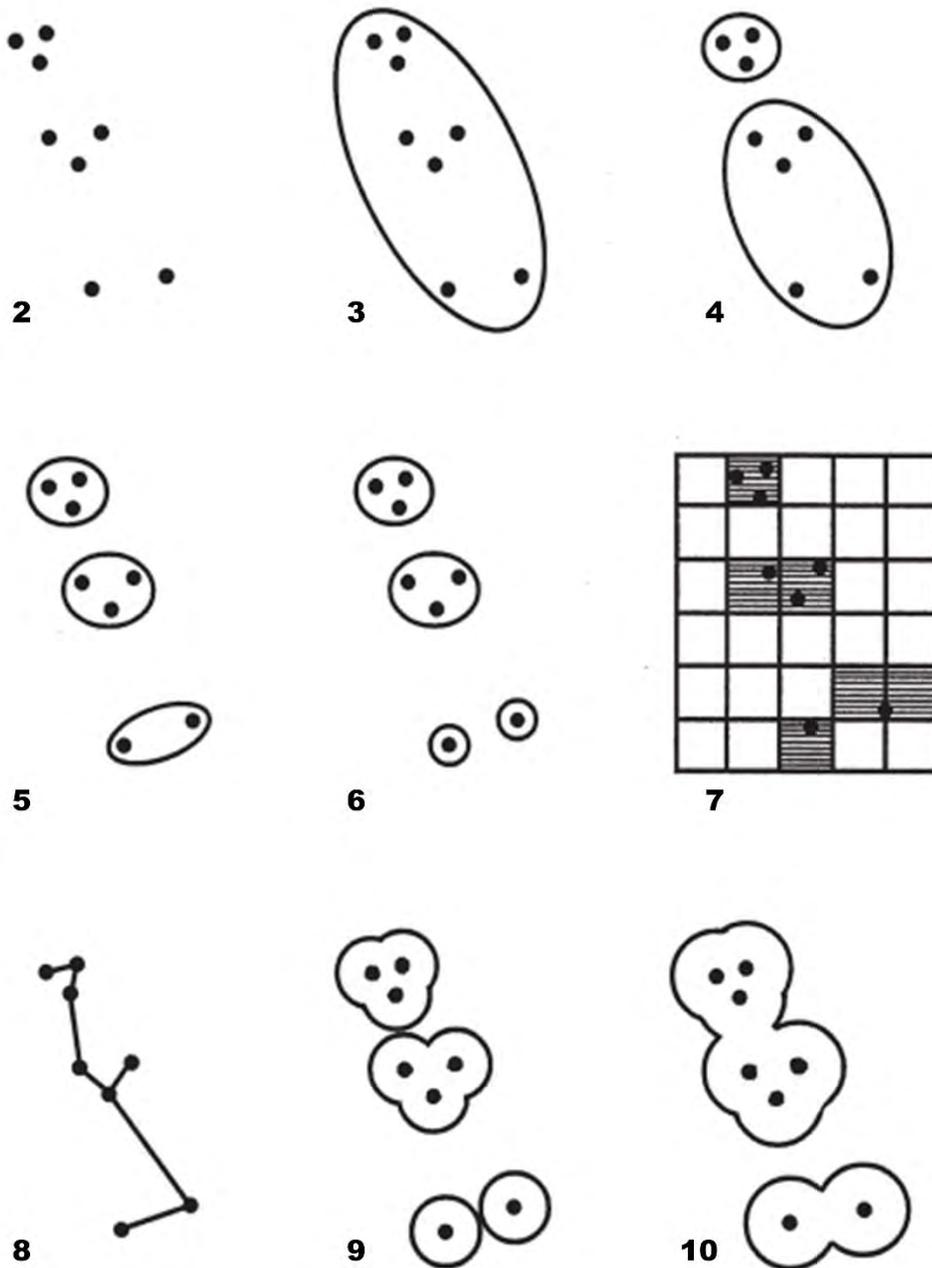
---

Delinear el área de distribución de un taxón no es siempre una tarea sencilla; cuando las localidades son escasas o están separadas entre sí por distancias apreciables, esta tarea puede ser relativamente compleja y subjetiva. En las figuras 2 a 10, los diferentes modos en que podríamos haber delineado las áreas de distribución a partir de un mismo conjunto de datos, donde, de acuerdo con el criterio que se emplee, se puede llegar a reconocer entre una y cuatro áreas de distribución.

Una posibilidad sería la aplicación de un método de cuadrícula (Rapoport, 1975). Este procedimiento básicamente consiste en utilizar un mapa cuadrículado en el que se rellenan todas las celdas donde se encuentren las localidades de la especie (Figura 2). La elección de la escala de la cuadrícula o nivel de resolución es otro aspecto importante, que a menudo depende de la disponibilidad de datos distribucionales y su grado de apiñamiento.

Una manera alternativa para determinar áreas de distribución es el método de la propincuidad media, propuesto por Rapoport (1975), el cual se basa en la idea de 'compactar' las localidades de acuerdo con círculos trazados a partir de ellas, tomando como radios distintas medidas de dispersión de los datos (Figura 2). Este método comprende los siguientes pasos (Espinosa *et al.*, 2002) :

1. Numerar en el mapa las localidades de colección de la especie.
2. Cuando haya un número elevado de localidades (por ejemplo, más de 25), sortear un número menor de ellas mediante tablas de números aleatorios o de algún algoritmo computarizado.
3. Medir la distancia que separa cada localidad de su vecina más cercana.
4. Ordenar los valores obtenidos en orden de creciente y buscar su valor medio.
5. Trazar un círculo alrededor de cada localidad, empleando dicho valor medio como radio.
6. Repetir el procedimiento empleando como radio del círculo una, dos y tres veces la desviación estándar.
7. Seleccionar la representación más apropiada.



**Figura 2.** Ilustración de los diferentes métodos para dibujar áreas de distribución. 2, Localidades conocidas; 3-6, delineados alternativos de áreas de distribución 'a mano'; 7, empleo de mapa cuadrículado; 8-10, método de la propincuidad media; 8, medición de la distancia entre los vecinos más próximos; 9, trazado de círculos tomando el valor medio como radio; 10, trazado de círculos tomando dos veces la desviación estándar como radio (Espinosa *et al.*, 2002).

---

## Distribuciones Disyuntas

Hablamos de un patrón de distribución disyunta cuando dos o más áreas ocupadas por un mismo taxón (o taxones relacionados) se hallan separadas entre sí por una distancia que excede la capacidad normal de dispersión o diseminación del mismo; es decir, que existe una disyunción geográfica representada por barreras geográficas que producen aislamiento reproductivo, en el caso de poblaciones de una misma especie (Lacoste y Salanon, 1973; Müller, 1973).

Existen varias maneras para clasificar distribuciones disyuntas. A partir de considerar la cantidad de regiones biogeográficas en que se encuentra distribuido un taxón, Rapoport *et al.* (1976) propusieron las siguientes categorías corológicas:

- *Endémico*: presente en una región biogeográfica.
- *Característico*: presente en dos regiones biogeográficas.
- *Semicosmopolita*: presente en 3-4 regiones biogeográficas.
- *Cosmopolita*: presente en 5-6 regiones biogeográficas.

## Tlacuache

Los marsupiales representan un grupo diverso de mamíferos interesantes de estudiar e investigar, pues además su estudio también contribuye a nuestro conocimiento y comprensión de la evolución de la clase Mammalia (Hunsaker, 2012). Representada por 12 géneros y casi 65 especies se encuentra en Sudamérica y zonas tropicales de México, siendo sólo la especie *Didelphis virginiana* la que llega hasta el suroeste de Canadá. Según Sánchez-Cordero *et al.* (2014), el orden *Didelphimorphia* está representado en México por siete géneros, los cuales están ligados a ocho especies y una especie adicional que es endémica y que está situada dentro de la isla de Cozumel, en Quintana Roo. Particularmente para el género *Didelphis*, en México se encuentran dos especies: *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana*, distribuidos por todo el país a excepción de la Península de Baja California (Medina-Romero *et al.*, 2012). Además, se tiene el registro de una especie endémica ubicada en Cozumel que pertenece al mismo género: *Didelphis marsupialis cozumelae* (Engstrom *et al.*, 1989).

Los rasgos morfológicos distintivos en los géneros *Didelphis*, *Philander* y *Chironectes*, incluyen un marsupio bien desarrollado (Patton et al., 2000). No obstante, existen otras especies en las cuales la bolsa puede estar ausente (DAVIS & GARDNER, 2008), es el caso de *Marmosa*, *Monodelphis* y *Metachirus*, que no la poseen y sólo presentan un par de pliegues laterales (SOLARI et al., 2001). (Figura 3), que se encuentra sólo en la zona del vientre de las hembras y que funciona como resguardo, protección y alimentación para sus crías (Tyndale-Biscoe y Mackenzie, 1976; Rueda et al., 2013). En general, el tlacuache común posee un cuerpo de color negro o gris, con dos capas de pelo: la primera es densa y amarilla o negra y la segunda o exterior se caracteriza por ser gruesa, negra o gris. A veces poseen líneas negras en la nariz, que cruzan por los ojos y llegan casi hasta las orejas; por el centro de la corona, desde dentro de las orejas a los ojos; sus mejillas son color amarillo, naranja o blanco opaco; su nariz es rosa; las orejas son puntiagudas y negras; su cola es desnuda, de color negro y blanco en la punta, y suele ser más larga que la cabeza y el cuerpo juntos, los machos tienden a ser más largos que las hembras; sin embargo, pueden diferir según el país de origen (Aponte, 2013). Presentan cráneo alargado con una bóveda cerebral pequeña (Mohamed, 2018). Poseen un total de 50 dientes cuya fórmula dental es: I 5/4, C 1/1, P 3/3, M 4/4 (Tyndale-Biscoe y Mackenzie, 1976).'

El ciclo de vida del género *Didelphis* está dividido en tres etapas; cría, juvenil y adulto. Estos mamíferos alcanzan la madurez sexual en un periodo de tiempo corto (6 a 8 meses) desde que nacen. Una hembra puede tener dos años de actividad reproductiva y dar de 7 a 9 crías en cada una de ellas; el periodo de gestación de éstas tiene un promedio entre los 12 a 15 días, posterior a ese tiempo las crías pasan al marsupio donde permanecen de 60 a 70 días y se alimentan de las glándulas mamarias de la madre (Tyndale-Biscoe y Mackenzie, 1976). Presentan dos épocas de apareamiento, la primera en enero y febrero, y la segunda en junio y julio, por lo que hay dos camadas al año. En las noches de estos meses es posible encontrar a las hembras cargando a sus crías en el lomo.

Los tlacuaches son omnívoros; se alimentan de frutas maduras, vegetales, hojas, néctar, flores, invertebrados y pequeños vertebrados. Sus hábitos son mayormente nocturnos (McManus, 1974). En cuanto a la importancia ecológica de este marsupial, destaca su capacidad de comerse hasta cinco mil garrapatas en un año, además de otras especies que son catalogadas como plagas. Se ha observado que el 95% de las veces no transmite la rabia; por lo que se convierte en un controlador de plagas natural.

La clasificación aceptada de los tlacuaches los ubica en la clase Mammalia y el orden Didelphimorphia, incluyendo una familia: Didelphidae. Los didélfidos están divididos en 12 géneros: (*Chironectes*, *Lutreolina*, *Philander*, *Metachirus*, *Gracilinanus*, *Marmosa*, *Micoureus*, *Monodelphis*, *Didelphis*, *Thylamys*, *Lestodelphis*, *Caluromys*).



**Figura 3.** Marsupio del tlacuache, género *Didelphis*.

En virtud de la diversidad de géneros y especies, el tlacuache o zarigüeya es ubicado taxonómicamente de la siguiente forma:

## Clasificación Taxonómica (Gardner, 2005).

	<b>Clasificación Científica</b>
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Chordata
<b>Clase</b>	Mammalia
<b>Infraclase</b>	Marsupialia
<b>Orden</b>	Didelphimorphia
<b>Familia</b>	Didelphidae
<b>Subfamilia</b>	Didelphinae
<b>Género</b>	<i>Chironectes</i>
	<i>Lutreolina</i>
	<i>Philander</i>
	<i>Metachirus</i>
	<i>Gracilinanus</i>
	<i>Marmosa</i>
	<i>Micoureus</i>
	<i>Monodelphis</i>
	<i>Didelphis</i>
	<i>Thylamys</i>
	<i>Lestodelphis</i>
	<i>Caluromys</i>

La familia Didelphidae está representada en México por ocho especies (figura 4):

- Tlacuachín *Marmosa mexicana*
- Tlacuachín *Tlacuatzin canescens*
- Tlacuachillo dorado *Caluromys derbianus*
- Tlacuache acuático *Chironectes minimus*
- Tlacuache común *Didelphis virginiana*
- Tlacuache común *Didelphis marsupialis*
- Tlacuache cuatro ojos gris *Philander opossum*
- Tlacuache cuatro ojos café *Metachirus nudicaudatus*

Los ratones tlacuaches o tlacuachines (*Marmosa mexicana* y *Tlacuatzin canescens*) son marsupiales de tamaño pequeño con hábitos arborícolas, por lo que es baja la probabilidad de observar sus rastros.

A continuación, se describen los rasgos morfológicos distintivos de las ocho especies conocidas de tlacuache, pertenecientes a la familia Didelphidae en México:

---

### **Tlacuache Dorado o Arborícola (*Caluromys derbianus*)**

Tlacuache pequeño de color café dorado en el dorso y gris blanquecino en el vientre. Sus orejas son desnudas y de color rosado, al igual que la nariz. Su cola es larga y prensil, de color café oscuro en su primera parte y blanco amarillento hacia la punta. Los adultos pesan entre 200 y 370 gramos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC), según la Lista Roja (Solari y Lew, 2015) y Amenazada (A), según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

### **Tlacuache Acuático (*Chironectes minimus*)**

Tlacuache de pelaje suave, corto y denso, de color gris oscuro en el dorso y blanco cremosos en el vientre. Manos y patas con piel interdigital, como una adaptación a la vida acuática. Su cola es de color gris oscuro en su mayor parte y casi blanca en la punta. Los animales adultos pesan entre 300 y 800 gramos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC), según la Lista Roja (Pérez-Hernández *et al.*, 2016a) y en Peligro de Extinción (P), según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).

### **Tlacuache Común (*Didelphis virginiana*)**

Tlacuache de tamaño similar a un gato doméstico promedio. Su pelaje tiene dos capas: una densa y corta de color crema y otra de pelos largos y ralos de color gris o negro. Las mejillas son de color blanco y la primera parte de la cola es de color negro, abarcando menos de la mitad de su longitud. Los individuos adultos pesan entre 1 y 6 kilos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC), según la Lista Roja (Pérez-Hernández *et al.*, 2016b).

### **Tlacuache Común (*Didelphis marsupialis*)**

Tlacuache de tamaño similar a un gato doméstico promedio. Su pelaje tiene dos capas: una densa y corta de color crema y otra de pelos largos y ralos de color gris o negro. Las mejillas son de color crema y la primera parte de la cola es de color negro, abarcando más de la mitad de su longitud. Los individuos adultos pesan entre 500 gramos y 2 kilos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC), según la Lista Roja (Astua de Moraes *et al.*, 2016).

### Tlacuache Cuatro Ojos Gris (*Philander opossum*)

Tlacuache de pelaje corto, fino y denso, de color gris en el dorso y blanco grisáceo o amarillento en el vientre y la parte interna de las extremidades. En la frente tiene dos pequeñas manchas de color blanco. Su cola, larga y prensil, es gris en su primera mitad y color crema en la punta. Los animales adultos pesan entre 300 y 700 gramos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC), según la Lista Roja (de la Sancha *et al.*, 2016).

### Tlacuache Cuatro Ojos Café (*Metachirus nudicaudatus*)

Tlacuache de pelaje corto, fino y denso de color café en el dorso y blanco grisáceo o amarillento en el vientre y la parte interna de las extremidades. Su cola, larga y prensil, es gris en su primera mitad y color crema en la punta. Los animales adultos pesan entre 300 y 700 gramos. **Estatus de conservación:** Preocupación menor (LC) según la Lista Roja (Brito *et al.*, 2015) y Amenazada, según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010).



**Figura 4.** Tipos de tlacuaches en México (Fuente: CONABIO).

---

## Importancia ecológica

El importante rol de los tlacuaches dentro del ecosistema incluye la dispersión de semillas (Cáceres, 2002; Cantor *et al.*, 2010; Guimaraes y da Costa, 2010), el control de plagas de insectos y roedores (ratas y ratones) y su lugar en la cadena trófica como fuente de alimento para águilas y grandes carnívoros (felinos y zorros).

A juzgar por los registros fósiles, el tlacuache es de los marsupiales más antiguos que han llegado hasta nuestros días y lo han hecho sin sufrir grandes variaciones anatómicas, por lo que pueden considerarse como fósiles vivientes. Aunque no hay datos de la existencia de estos animales en Australia y la Antártida, se supone que debieron habitarla pues ambos continentes estaban unidos aún a Sudamérica. La zarigüeya colonizaba prácticamente todos los ecosistemas y entre ellos había especies con todo tipo de hábitos alimenticios.

Los tlacuaches, chuchas o comadreas, como son también llamados en diferentes regiones, se encuentran distribuidos a lo largo de todo el continente americano. América del Sur tiene un gran número de especies endémicas y la mayor diversidad (Rueda *et al.*, 2013). La distribución del género *Didelphis* es amplia en el continente americano, ya que estos marsupiales son extremadamente adaptables, siendo generalistas y oportunistas. El tlacuache ocupa una amplia gama de hábitats, desde ambientes áridos o secos hasta ambientes húmedos o cercanos a cuerpos de agua, que es en donde regularmente se les encuentra (McManus, 1974; Cruz-Salazar *et al.*, 2014; Ceballos *et al.*, 2006). Sin embargo, debido al crecimiento de las zonas urbanas, el tlacuache tiende a desplazarse a la mancha urbana en busca de refugio y alimento, por lo que es común verlos cercano a la población. Ambas especies del género *Didelphis* tienen una alta capacidad de ámbito hogareño: 5.7 km para *D. virginiana* y >1 km para *D. marsupialis* (Cruz-Salazar *et al.*, 2014).

## **Distribución de la Familia Didelphidae en México**

### **Tlacuache Dorado (*Caluromys derbianus*)**

Desde México hasta Colombia y Ecuador. En México: en el sur y Sureste, desde el sur de Veracruz y parte de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche y Quintana Roo.

### **Tlacuache Acuático (*Chironectes minimus*)**

Desde el sur de México hasta el noroeste de Argentina. En México: vive en Chiapas y el Istmo de Tehuantepec, en parte de los estados de Veracruz, Oaxaca y Tabasco.

### **Tlacuache Común (*Didelphis virginiana*)**

Desde el sureste de Canadá hasta Costa Rica. En México: se encuentra en la mayor parte del país, excepto en la península de Baja California y parte del Desierto Chihuahuense.

### **Tlacuache Común (*Didelphis marsupialis*)**

Desde el noreste de México hasta el sureste de Brasil. En México: por la vertiente del Golfo de México, desde el sur de Tamaulipas hasta Chiapas y la península de Yucatán.

### **Tlacuache Cuatro Ojos Gris (*Philander opossum*)**

Desde el centro-este de México hasta Argentina. En México: vive en la península de Yucatán y en Chiapas, y hacia el norte, a lo largo del Golfo de México, hasta Tamaulipas.

### **Tlacuache Cuatro Ojos Café (*Metachirus nudicaudatus*)**

Desde el sur de México hasta Argentina. En México: solo se ha registrado en la región de la Selva Lacandona, en el estado de Chiapas.

---

## Etnobiología

Hoy en día, la forma en que la sociedad percibe al tlacuache es igual a la que se tenía tiempo atrás: se piensa que es una plaga, un animal sucio o portador de enfermedades, comúnmente confundido con ratas. Debido a ello, ha sido objeto de severa discriminación considerada una causa importante de mortandad de la especie. Sin embargo, el tlacuache se ha visto favorecido por las transformaciones que el hombre ha hecho al medio, extendiendo su área de distribución. Son animales bastante perseguidos por los campesinos, por los supuestos daños que causan a gallineros, etc., pero su carne se utiliza como alimento por las propiedades curativas que se atribuyen a su cola. A lo anterior, se suma el hecho de que el tlacuache es el mamífero que con mayor frecuencia se puede ver atropellado en las carreteras, cuando se acerca en busca de carroña, ya que por su lento andar no puede esquivar a los automóviles.

Resaltar que estos mamíferos son marsupiales al igual que los koalas, canguros y ualabíes, podría llevar a que sean reconocidas como especies carismáticas y así ser incluidas en la puesta en marcha de los planes de conservación a nivel nacional. La educación ambiental toma como base los aspectos clave relacionados con la diversidad biológica, el uso y manejo de los recursos naturales, la legislación y las políticas pertinentes a nivel local, regional, nacional e internacional. Exaltar a las zarigüeyas como los marsupiales americanos e impulsar el conocimiento de especies endémicas, podría avivar un sentido de identidad hacia ellas, lo que permitirá que los tlacuaches sean incluidos dentro de estrategias educativas y que se realice un trabajo colaborativo con las comunidades locales, con el objetivo de aprender a identificarlas, manejarlas y proceder de la forma correcta cuando se les encuentra en estado de abandono.

---

## ANTECEDENTES

Los tlacuaches del género *Didelphis*, reconocidos como mamíferos ancestrales vivientes, son de las pocas especies silvestres americanas que han logrado adaptarse a la alteración de su hábitat, ocasionado por las actividades humanas tanto a nivel rural como urbano. Las tres especies de este género, *Didelphis virginiana*, *D. marsupialis* y *D. albiventris*, están ampliamente distribuidas en el continente americano y existen diversos estudios sobre su biología y su distribución (Lozada *et al.*, 2015; Saldaña *et al.*, 2019; Rueda *et al.*, 2013; Cruz-Salazar *et al.*, 2014; Astúa, 2015; Rodrigues da Silva *et al.*, 2014; Gallego-Rodriguez *et al.*, 2019), así como sobre el manejo de crianza y rehabilitación (Figuroa *et al.*, 2009; Barrera, 2020) La especie atribuida a los tlacuaches de la isla de Cozumel es *D. marsupialis*, pero no se cuenta con un plan de conservación y aprovechamiento; esto puede deberse a que la información acerca del tlacuache en la isla es escasa, siendo el trabajo *The Systematic of the Genus Didelphis (Marsupialia: Didelphidae) in North and Middle America*, del autor Alfred L. Gardner, el compendio más completo hasta ahora de la familia Didelphidae, que abarca algunos estudios realizados del tlacuache dentro de la isla de Cozumel, pero éstos son muy limitados.

## JUSTIFICACIÓN

La información que se puede encontrar del tlacuache que habita dentro de isla Cozumel, referido originalmente como *Didelphis marsupialis cozumelae* y más tarde como *Didelphis virginiana*, es bastante escasa y sugiere la necesidad de revisar su estatus taxonómico. Aunado a ello, factores etnobiológicos y el crecimiento urbano, han fragmentado su hábitat y aumentado los casos de mortandad debido a atropellamientos en las vías de circulación y eliminación de tlacuache en viviendas, entre otras causas. Por lo anterior, es imperante conocer también la distribución actual del tlacuache de Cozumel y proponer estrategias para su protección y conservación.

---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- ¿Cuál es la especie de tlacuache que habita en isla Cozumel?
- ¿Cuál es la distribución actual del tlacuache en isla Cozumel?
- ¿Cuál es la percepción de la comunidad sobre el tlacuache?

## HIPÓTESIS

- La especie que habita en la isla de Cozumel es *Didelphis marsupialis cozumelae*.
- El tlacuache se distribuye en toda la isla de Cozumel, concentrándose en la zona urbana y sus inmediaciones.
- Los tlacuaches generalmente son confundidos con roedores por muchas personas, por lo que son discriminados e incluso maltratados.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la especie de tlacuache que habita en la isla de Cozumel, su distribución actual y la percepción de la comunidad respecto a esta especie, así como proponer estrategias para su protección y conservación.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.Revisar el estatus taxonómico del tlacuache que habita en Cozumel.
- 2.Determinar las áreas de distribución de la población de tlacuache en la isla de Cozumel.
- 3.Conocer la percepción de la sociedad de Cozumel respecto al tlacuache.
- 4.Proponer estrategias de conservación y protección para la preservación de la población del tlacuache en Cozumel.

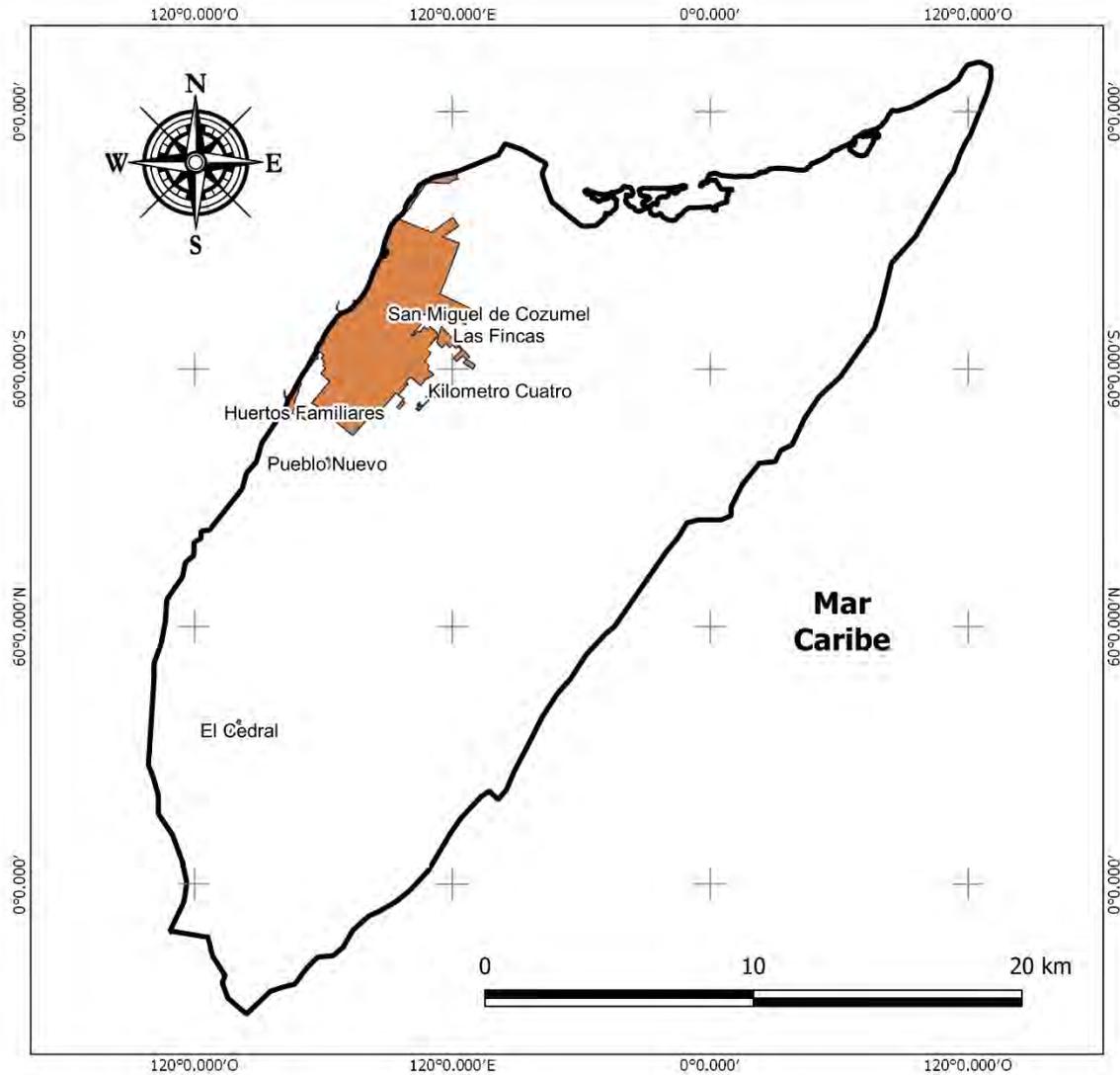
---

## ÁREA DE ESTUDIO

La isla de Cozumel se encuentra ubicada en el mar Caribe entre los paralelos 20° y 21° Norte y 87° longitud Oeste, aproximadamente a 18 km de la costa oriental de la Península de Yucatán. Su eje mayor, Norte-Sur, mide 52 km y el menor, Este-Oeste, 14 km (Pacheco y Vega, 2008), con una extensión de 647.33 km<sup>2</sup>. La isla está rodeada por aguas cálidas del mar de las Antillas, las que eventualmente forman la corriente del canal de Yucatán, génesis de la Corriente del Golfo, en la porción norte del estado de Quintana Roo. La localización geográfica de la Península de Yucatán, al igual que la de la isla, da como resultado la prevalencia de las altas presiones por la influencia de la celda anticiclónica Bermuda-Azores que afecta sobre todo al norte peninsular y más al noreste. Durante el verano, los vientos alisios arrastran suficiente nubosidad en su trayectoria, de tal manera que depositan a su paso una considerable cantidad de lluvia, más que la que se recibe en la costa quintanarroense, debido probablemente a la condición insular de Cozumel (Orellana *et al.*, 2008).

La zona urbana está creciendo sobre roca sedimentaria del Neógeno, en llanura; sobre áreas donde originalmente había suelo denominado Leptosol; tiene clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, y está creciendo sobre terreno previamente ocupado por selvas.

El área de la mancha urbana es de 12.28 km<sup>2</sup>, con una población de 86,415 habitantes (INEGI, 2015) y 24,147 viviendas en las cinco localidades que se encuentran en la isla de Cozumel (Mapa 1). En la mancha urbana o la localidad principal, San Miguel de Cozumel, donde habita el 98% de la población del municipio, se encuentran alrededor de 22 colonias y 51 áreas Geodésicas Básicas o AGEBs. Las colonias que comprenden las zonas urbanas son: Centro, 10 de abril, Adolfo López Mateo, Andrés Quintana Roo, Independencia, Inviqroo Cuzamil, Emiliano Zapata, Flamíngos, Flores Magón, C.T.M, Chentuk, Colonos Cuzamil, Xchel, Juan Bautista de la vega, Maravilla, Repobladores de 1848, San Gervasio, San Miguel I, San Miguel II, Fovissste, Taxistas y Zona industrial. Esta localidad representa alrededor del 10% del territorio total de la isla; las colonias que están en proceso de municipalización, como son Fincas, Ranchitos y Huertos Familiares, serán consideradas como zona conurbada para efectos de este estudio.



**Localidades Conocidas de Muestreo**

id	CVE_LOC	NOM_MAN	AMBITO	AREA	PERIMETER	COV_	COV_ID
5	1	San Miguel de Cozumel	U	2467.15994	48.67893	16616	16617
6	858	Kilometro Cuatro	R	5.344909	4.8749599	16617	16618
1	800	Pueblo Nuevo	R	10.4779	1.53278	16612	16613
3	67	El Cedral	R	32.860739	2.93239	16614	16615
4	754	Huertos Familiares	R	20.052779	1.84405	16615	16616
2	932	Las Fincas	R	51.576419	5.868479	16613	16614

**Simbología**

Limite Cozumel

Mancha Urbana y Rural

Escala 1 : 200000

**Mapa 1.** Isla Cozumel. Localidades Urbanas y Rurales (INEGI, 2015).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestreos y capturas de organismos

El trabajo de campo consistió en el trazado de 42 transectos/cuadrantes en zonas estratégicas de la isla de Cozumel (Tabla 1), durante el primer cuatrimestre del año 2020.

**Tabla 1.** Zonas estratégicas de muestreo y número de transectos/cuadrantes.

Zonas Estratégicas	Nombre del Lugar	No. Transectos/Cuadrantes
Zona Urbana	Country Club	2
	Km 4 (Ranchitos)	1
	San Miguel de Cozumel	10
	Universidad de Quintana Roo	4
	Aeropuerto	4
	Carretera en la Zona Norte	2
Zona Costa	Costa Norte	2
	Costa Oriental	1
	Punta Chiqueros	2
	Laguna Punta Chiqueros	1
	Parque Chankanaab y Punta Sur	2
Zona Selva	CAPA	4
	Rancho Norte	2
	Selva	2
	Z.A. San Gervasio	1
	Villa Maya	2

## Muestreo prospectivo

Se realizaron muestreos prospectivos en cuatro lugares diferentes, dentro de tres zonas de la isla de Cozumel: San Miguel de Cozumel (Zona Urbana), UQROO (zona urbana), Mezcalitos (zona costa) y Villa Maya (zona selva), para probar el funcionamiento, así como la colocación dentro de las zonas de muestreo (Figura 6) de las trampas tipo Tomahawk de diseño y hechura propia; de igual forma para poner a prueba el cebo, que fueron denominados de la siguiente forma: cebo A sardina y atún, cebo B: Fruta- Plátano, sandía y cebo C: Aguacate, el tiempo para la recoja de trampas fue de 24 horas. Para este muestreo se trazaron transectos de 1 km.

- Zona de selva:

Las primeras trampas se instalaron en la zona de selva, particularmente en la Reserva Villa Maya. Se colocaron un total de 12 trampas distribuidas en puntos clave tales como el compostero, el comedor, las cabañas y a un costado de los senderos. A pesar de que en ninguna de las trampas hubo captura, en al menos 3 de ellas los mecanismos se activaron y en una de ellas, se presume que algún animal pudo haber entrado, sin embargo, la compuerta superior se encontraba abierta donde pudo haber escapado. Por otro lado, de las 3 opciones de cebo que se utilizaron, el cebo que tuvo más éxito fue el tipo C, que consta de aguacate, ya que en varias trampas fue sustraído por completo y en una de ellas aún se tenía parte del aguacate con marcas de dientes. Seguidamente el cebo B (Frutas), tuvo un éxito mayor al que tuvo el tipo A, que constaba de sardinas secas. Un resultado importante dentro de esta zona, fue que notamos la presencia de un coatí (*Nasua narica nelsoni*), por lo que se decidió colocar una trampa cercano al lugar de donde se avisto. La identificación de rastros de huellas fue posible en algunas trampas, por lo que asumimos que sí hubo animales alrededor de las trampas.

- Zona urbana:

El segundo monitoreo e instalación de trampas se dividió en 2, primero se instalaron 6 trampas en 4 colonias de la ciudad y por último, 12 trampas dentro de la UQROO Campus Cozumel, dispersándolas en sitios estratégicos. No se tuvo captura en ambos monitoreos, sin embargo, se pudo identificar indicios que algún animal estuvo interactuando alrededor

de las trampas en algunos casos. Para las trampas colocadas en las colonias, el cebo utilizado fue la fruta y el aguacate, en la UQROO CZM, se utilizó una lata de atún, además de la fruta y el aguacate, pero detectamos que el olor del atún atrajo más a los animales, ya que en casi todas las trampas a las que se le colocó el atún, habían sido comidas. En la parte trasera de las canchas de la UQROO CZM, detectamos excremento de algún animal, por lo que es una evidencia clara sobre la presencia de organismos en esa zona, además de las huellas que en algunas trampas pudieron detectarse.

- Zona costera:

En la zona costera sólo se instalaron cuatro trampas, a las que se les colocó el mismo tipo de cebo (fruta). En esta zona ninguna de las trampas se activó; sin embargo, respecto al cebo de todas las trampas, no fue sustraído o algún animal se lo comió. No se observaron rastros como huellas o heces. Es importante resaltar que en esa área se ha visto la presencia de otros animales como el coatí y mapache.

El muestreo prospectivo permitió corroborar la viabilidad de las trampas diseñadas y construidas para este proyecto. Asimismo, se observó que, si bien los tres tipos de cebo funcionan, a pesar de no haber captura la atracción hacia el cebo fue evidente. El desarrollo del trabajo de campo permitió estimar el tiempo promedio de trazado de los transectos y colocación de las trampas, permitiendo hacer los ajustes correspondientes al material, que se pretende usar para el trabajo de campo, de igual forma se ajustaron los métodos del protocolo de investigación.



**Figura 5.** Colocación de Trampas en las tres zonas A) Selva, B) Costa y C) Urbana.

## Método de Trampeo: Instalación de trampas

En primera instancia, con base en la literatura citada de los hábitats de distribución del tlacuache (ambientes húmedos, sitios cercanos a cuerpos de agua y la mancha urbana) y el ámbito hogareño del tlacuache, se llevó a cabo el trampeo. Se instalaron trampas de hechura propia tipo Tomahawk en diferentes zonas dentro de la isla de Cozumel, donde cada transecto tuvo una distancia de 1 km, con trampas cada 100 m. Con base en los resultados de muestreos prospectivos, se utilizaron tres diferentes tipos de cebo: A) Sardina y atún, B) fruta: plátano-sandía y C) Aguacate. Las trampas cuentan con porta cebo y etiqueta con número para identificación (Figura 6). Cada trampa instalada fue camuflajeada con elementos encontrados en el entorno (como hojas secas, ramas, entre otros), con el fin de evitar que se notara a simple vista, para proteger a nuestro espécimen del Sol y disminuir su estrés por captura, y promover la entrada de los organismos a la trampa. Considerando la actividad nocturna del tlacuache, las trampas operaron alrededor de 24 horas en cada sitio, para su monitoreo. Se revisaron los caracteres diagnósticos de los organismos capturados, con el fin de determinar la especie de tlacuache que habita en Cozumel. Para la elaboración de los mapas y determinación de áreas de distribución, se tomaron las georreferencias de los sitios en que se colocaron las trampas, utilizando un GPS marca Garmin, de  $\pm 5$  m de precisión. Se consideró la observación de indicios de la presencia del tlacuache, como huellas alrededor de las trampas y heces fecales, soportado por fotografías.



**Figura 6.** Trampa tipo Tomahawk manufacturada en el Laboratorio de Biología Evolutiva y Genética de Poblaciones, dirigido por la Dra. Marilú López Mejía. Vista superior (A) y vista lateral (B).

---

## **Método de foto-trampeo: Instalación de Cámaras Trampas**

Podemos señalar que las cámaras trampa son una buena herramienta, cada vez más utilizada, para conocer la biodiversidad, determinar patrones de comportamiento y estimaciones poblacionales, y puede ser un complemento importante de otros tipos de muestreo como los trampeos, métodos indirectos a través de huellas, heces fecales, rascaderos, madrigueras, etc. (INECOL, 2013). Se instalaron dos cámaras trampa de la marca Bresser de cinco megapíxeles, para la observación y registro del tlacuache en los diferentes sitios de muestreo. Las cámaras trampa se colocaron dentro de las zonas estratégicas de muestreo, particularmente en sitios en donde hubiese incidios o reportes de presencia del tlacuache (Tabla 1). Las cámaras trampa se fijaron con correas a un árbol, o en algún soporte que mantuviera el dispositivo fijo, con la finalidad de obtener una foto de cuerpo completo del tlacuache. La separación entre transectos donde se colocaron las cámaras, fue acorde con el ámbito hogareño del tlacuache (1 km). Un aspecto importante es que las cámaras trampa se colocaron con dirección Norte-Sur, para evitar que la exposición al Sol disparara la cámara. También se tomaron las precauciones necesarias para que los movimientos de la vegetación por el viento no activaran la cámara (INECOL, 2013).

## **Protocolo de contención química para tlacuache (*Didelphis*)**

Para esta investigación se consideró el método de contención química alternativa a los comúnmente utilizados, que promueve un manejo respetuoso de especies endémicas y en algún estatus de riesgo. Este protocolo ha sido probado con mapaches, coatíes y tlacuaches, y se caracteriza por no provocar ninguna reacción negativa, haciéndolo seguro y respetuoso tanto para el espécimen como para el investigador (Paredes-Barradas, 2016; López-Mejía y Aguilar, en prensa) fueron anestesiados con 0.5 ml de Dexdomitor de 10 ml, luego se les aplicó 0.5 ml de Antisedan de 10 ml para despertar al tlacuache. Este sedante es de acción rápida y tiene un antagonista que permite una rápida recuperación de la acción del sedante; de tal modo que antes de retirarnos de cada sitio de muestreo, nos aseguramos de que el espécimen se ha recuperado y se libera. A continuación, se describe como se calculó la dosis.

### *Sedante Dexdomitor*

La dosis para los caninos se basa en el área de superficie corporal (sup/m<sup>2</sup>). La dosis intravenosa es de 375 mcg/m<sup>2</sup> de superficie corporal y la dosis intramuscular es de 500 mcg/m<sup>2</sup>. En este caso se utilizó la dosis intramuscular, de acuerdo con lo recomendado por Paredes-Barradas (2016) y López-Mejía y Aguilar (en prensa). Se utilizó la fórmula de Dubois y Dubois (1915) para calcular el área de superficie corporal y obtener una medida estándar en mililitros para calcular la dosis del sedante que se aplicaría a cada tlacuache.

$$\text{Sup. m}^2 = \frac{\text{peso} \times \text{altura}}{3600}$$

$$\text{Sup. m}^2 = \frac{2 \text{ kg} \times 51 \text{ cm}}{3600}$$

$$\text{Sup. m}^2 = \frac{102}{3600}$$

$$\text{Sup. m}^2 = 0.02 \text{ m}^2$$

El peso promedio de 2 kg fue tomado como referencia de Aranda Sánchez (2012) y su talla total promedio, 51 cm, de Medina Aguirre (1999).

Después, para calcular la medida en microgramos se hizo una regla de tres:

500 mcg-----1.0 m <sup>2</sup>	500 mcg-----1.0 m <sup>2</sup>	1 ml-----1000 l
x -----0.02 m <sup>2</sup>	35 mcg-----0.02 m <sup>2</sup>	10 ml----- 10000 l

Una vez obtenidos los datos en microgramos, se hizo un cálculo para obtener la dosis en ml: se dividió 10,000 entre 35 mcg/kg, dando como resultado 0.2 ml. Revisando la tabla para dosis en 500 mcg/m<sup>2</sup> intramuscular, el 0.2 ml corresponde al rango recomendado.

### *Antagonista Antisedan*

El Antisedan puede administrarse desde los 15 a 60 minutos después del Dexdomitor, dependiendo el tiempo que tome al investigador manipular al espécimen. La dosis de Antisedan es la misma que se haya aplicado de Dexdomitor; en este estudio se aplicaron 0.2 ml de Antisedan con un tiempo de reacción del organismo de máximo cinco minutos. El protocolo de contención química incluyó el monitoreo de las siguientes variables fisiológicas: temperatura, frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca y llenado capilar, de acuerdo con Paredes-Barradas (2016) y López-Mejía y Aguilar (en prensa).

## Morfometría

Se midieron los siguientes caracteres morfológicos del tlacuache: longitud total, longitud de la oreja, longitud de la pata trasera, longitud de la cola, ancho del cráneo, con el objetivo de estimar la morfometría promedio de la población y observar diferencias significativas en algunos individuos, para la determinación de la especie.

## Protocolo de extracción de ADN

Durante la contención química del tlacuache se tomó una muestra de pelo, el cual, además de que sirvió como marcaje, se colocó en un tubo de muestra de 2 ml, debidamente etiquetado y se incorporó al banco genético de la especie en el Laboratorio de Biología Evolutiva y Genética de Poblaciones, de la Universidad de Quintana Roo. Para el análisis genético, se consideró la toma de muestras de sangre, que se almacenarían en un tubo vacutainer con anticoagulante EDTA (Ácido etilendiaminotetracético). Las muestras de sangre se procesarían en el laboratorio de Biología Evolutiva y Genética de Poblaciones, de la Universidad de Quintana Roo, de acuerdo al siguiente protocolo: Extracción de ADN a partir de sangre con el kit de purificación QIAamp, 20  $\mu$ l de proteinasa K en un tubo de microcentrifuga de 2 ml, 50-100 $\mu$ l de sangre anti-coagulada, completando el volumen a 220 $\mu$ l con PBS; agregar 200 $\mu$ l de buffer AL, pipeteando hasta obtener una solución homogénea; incubación a 56°C durante 10 min, agregando 200  $\mu$ l de etanol, pipeteando hasta obtener una solución homogénea. Con la ayuda de la micropipeta, trasladar la mezcla a la columna de centrifugación DNeasy Mini previamente colocada en un tubo de recolección de 2 ml; después se centrifugar a 8,000 rpm durante un minuto, desechando el líquido filtrado y el tubo de recolección. La columna se traslada a un nuevo tubo de recolección de 2 ml, agregando 500  $\mu$ l de buffer AW1, para luego centrifugar durante un minuto a 8,000 rpm y desechar el líquido filtrado y el tubo de recolección. Todo se traslada a un nuevo tubo de recolección de 2ml, con 500  $\mu$ l de buffer AW2, centrifugando a 14,000 rpm por tres minutos, desechando el líquido filtrado y el tubo de recolección. Se coloca la columna de centrifugación en un tubo limpio de microcentrifuga de 2 ml, se agregan 200  $\mu$ l de buffer AE directamente sobre la membrana DNeasy, se incuba a temperatura ambiente durante un minuto y se centrifuga durante un minuto a 8,000 rpm para diluir. Se repite este paso para obtener la máxima cantidad posible de ADN. Debe mencionarse que esta parte del

protocolo no se llevó a cabo, por la interrupción de los muestreos debido a la pandemia por COVID-19, pero también por no contar con un laboratorio para análisis genético ni con recursos para pagar el análisis a terceros.

## Elaboración de Mapas

Se georreferenció cada uno de los sitios donde fueron colocadas las trampas, se realizó una base de datos y se generaron los mapas para la determinación de las áreas de distribución del tlacuache. Se elaboraron nueve mapas con base en distintos métodos para la determinación de áreas de distribución: Localidades conocidas (lugares de muestreo, de captura y de otras especies capturadas), Delineado a Mano, Cuadrículado (en base al ámbito hogareño), propincuidad media basada en la medición de la distancia entre los vecinos más próximos, trazado de círculos tomando el valor medio como radio y trazado de círculos tomando dos veces la desviación estándar como radio. Lo anterior, permitió la elaboración de un mapa de la potencial área de distribución del tlacuache y la determinación de patrones corológicos.

## Aplicación de Encuestas

Para conocer la percepción de los habitantes de Cozumel acerca del tlacuache, se aplicaron encuestas directas y simultáneas como instrumento para recopilar información (anexo 2). El tamaño de la muestra se determinó con base en la fórmula para la estimación de poblaciones finitas (Fischer *et al.*, 1990):

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

Nivel de Confianza (z)= 95

Universo o Población (N)= 100,000

Probabilidad a Favor (p)= 100

Probabilidad en Contra (q)= 5

Error de Estimación (Precisión de Resultados) (e)= 5

Número de elementos (tamaño de la muestra) (n)= 383

## RESULTADOS

Como un efecto del suceso histórico impactando a nivel global, los resultados de este estudio consideran un sesgo de muestreo derivado de la interrupción del trabajo de campo en su etapa final, debido al resguardo sanitario asumido como medida de prevención ante la pandemia provocada por el virus COVID-19. Sin embargo, los datos obtenidos permitieron contrastar las hipótesis de este estudio.

Se realizaron muestreos en las tres zonas estratégicas originalmente planificadas (zona selva, zona costa y zona urbana), colocándose un total de 93 trampas (Mapa 2).

### Revisión taxonómica

#### Morfología:

La revisión taxonómica de la especie que habita dentro de la isla de Cozumel se basó en la captura física de un espécimen, foto-capturas de dos individuos, así como la obtención de indicios que muestran la presencia del tlacuache dentro de las zonas de muestreo. Las especies previamente registradas habitando dentro de la isla son *Didelphis marsupialis* y *Didelphis Virginia*; los registros de este estudio obtenidos por los métodos referidos, aunado a las tonalidades de pelaje, al igual que algunas formas morfológicas encontradas en la especie, como el tamaño, el peso y una característica distinguida en la cola (Aranda, J. M. 2012), indican que la especie es *Didelphis marsupialis*, un ejemplar macho en etapa adulta (Figura 7; Tabla 2), mientras que los ejemplares tomadas por fotos se encuentran en una etapa joven (Figura 8).

**Tabla 2.** Medidas lineales (cm) y peso (kg) de ejemplar capturado de tlacuache en Cozumel, Quintana Roo, México.

Clave del Especimen	Sexo	Cola	Cuerpo	Longitud			Peso
				Total	Oreja	Pata Trasera	
ZUSMC-T28-001	Macho	32 cm	41 cm	73 cm	8 cm	6 cm	1.882 kg

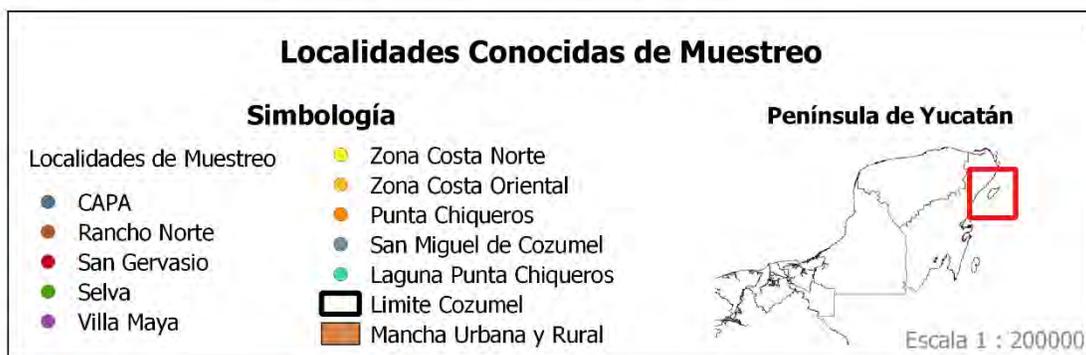
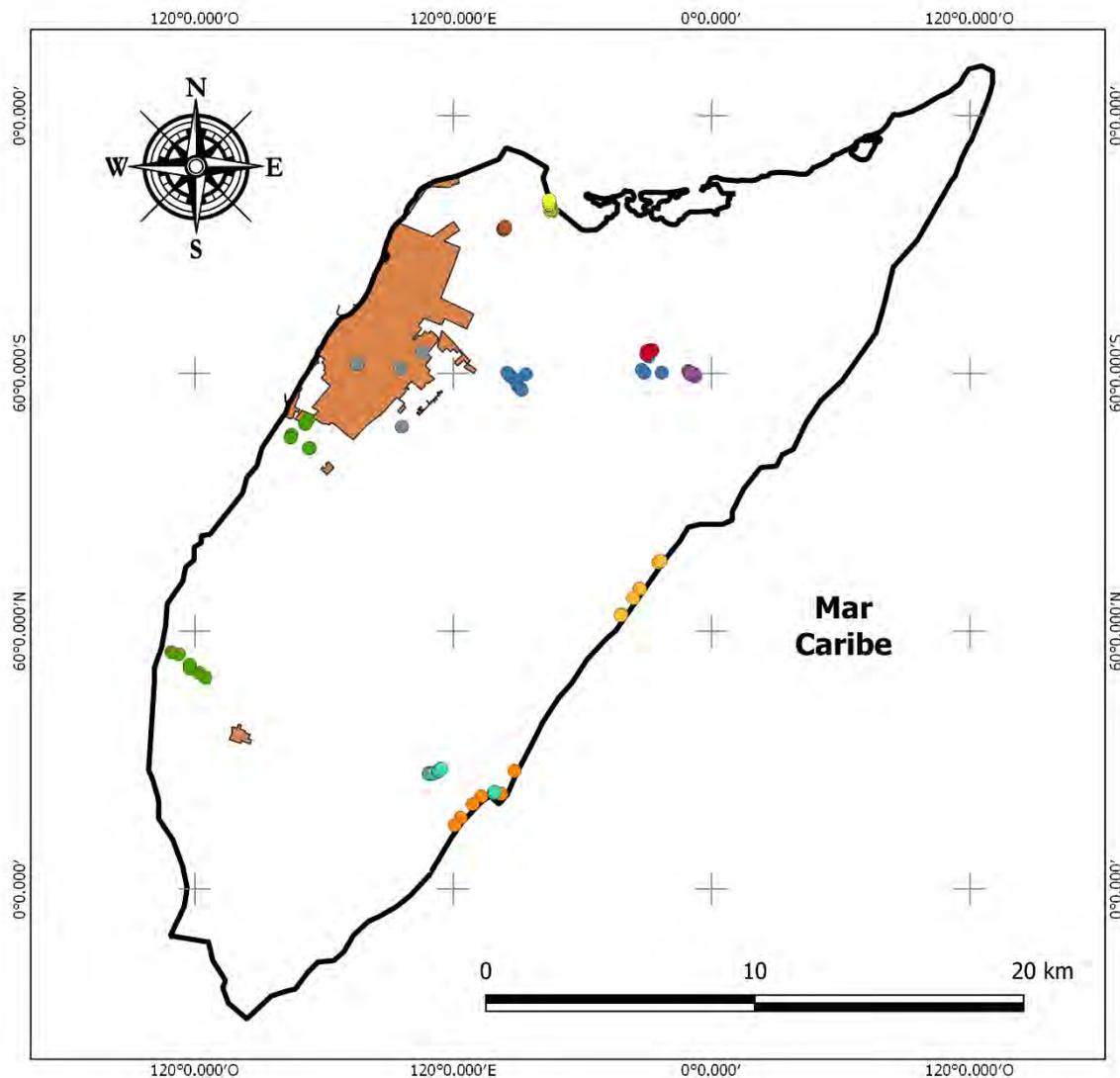


**Figura 7.** Tlacuache (*Didelphis marsupialis*).



**Figura 8.** Foto-Capturas de tlacuache (*Didelphis marsupialis*).

Estas fotos-capturas tuvieron lugar en la zona urbana de la isla de Cozumel, dentro de un lote baldío situado en la colonia San Gervasio y la Av. Félix. Como fueron tomadas dentro de un mismo lugar podría suponerse y podría ser probable que sea una familia de tlacuaches, teniendo como madriguera un cerro de rocas.



**Mapa 2.** Localidades Donde se Llevaron a cabo la colocación de Trampas.

Dentro de los muestreos realizados, se encontraron indicios, un claro ejemplo de ello son los huesos que se encontraban en los lugares de colocación de trampas, así como excretas (Figura 9) (Figura 10).



**Figura 9:** Mandíbula de tlacuache tomadas en la zona urbana dentro la isla de Cozumel.



**Figura 10:** Excretas tlacuache tomadas dentro de la zona urbana, en la isla de Cozumel.

### Protocolo de Contención Química:

El protocolo de contención química no se pudo llevar a cabo por la falta de los químicos mencionados en la metodología; sin embargo, esta no fue de requerimiento, debido al comportamiento dócil del espécimen de captura al momento de tomar las medidas morfométricas, así como la toma de muestra de pelo; es decir, éste no adoptó la característica tanatosis (permanecer inmóvil aparentando estar muerto), lo que también lo atribuye a la especie *Didelphis marsupialis* (Aranda, 2012).

### Protocolo de extracción de ADN:

Durante la medición del espécimen capturado, se tomó una muestra de pelo que fue colocado en un tubo de muestras, marcando la fecha e información específica. No se dispuso de laboratorio para llevar a cabo el procedimiento de verificación de ADN del tlacuache capturado (Figura 11).



**Figura 11.** Pelaje de tlacuache recolectado durante la captura.

## Elaboración de Mapas:

### Mapa de las Localidades Conocidas de Captura del Tlacuache:

Se mapearon todos los puntos de captura de tlacuache (Tabla 3) georreferenciados, siendo ocho sitios distribuidos en dos de las tres zonas estratégicas (Mapa 3).

**Tabla 3.** Puntos de captura del tlacuache.

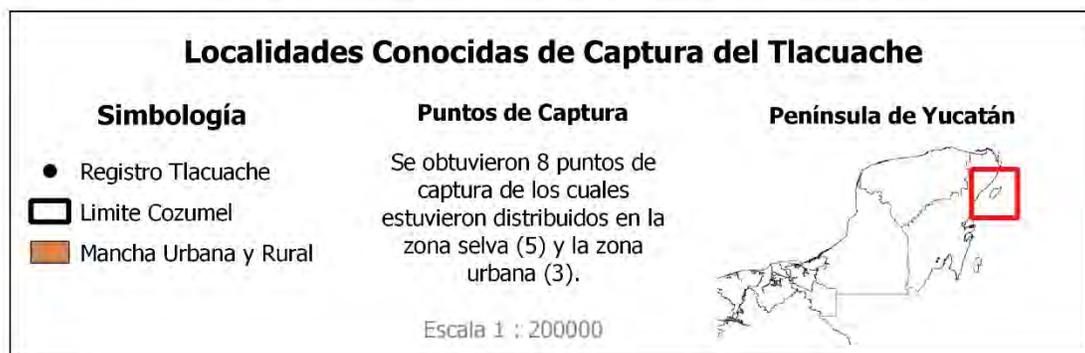
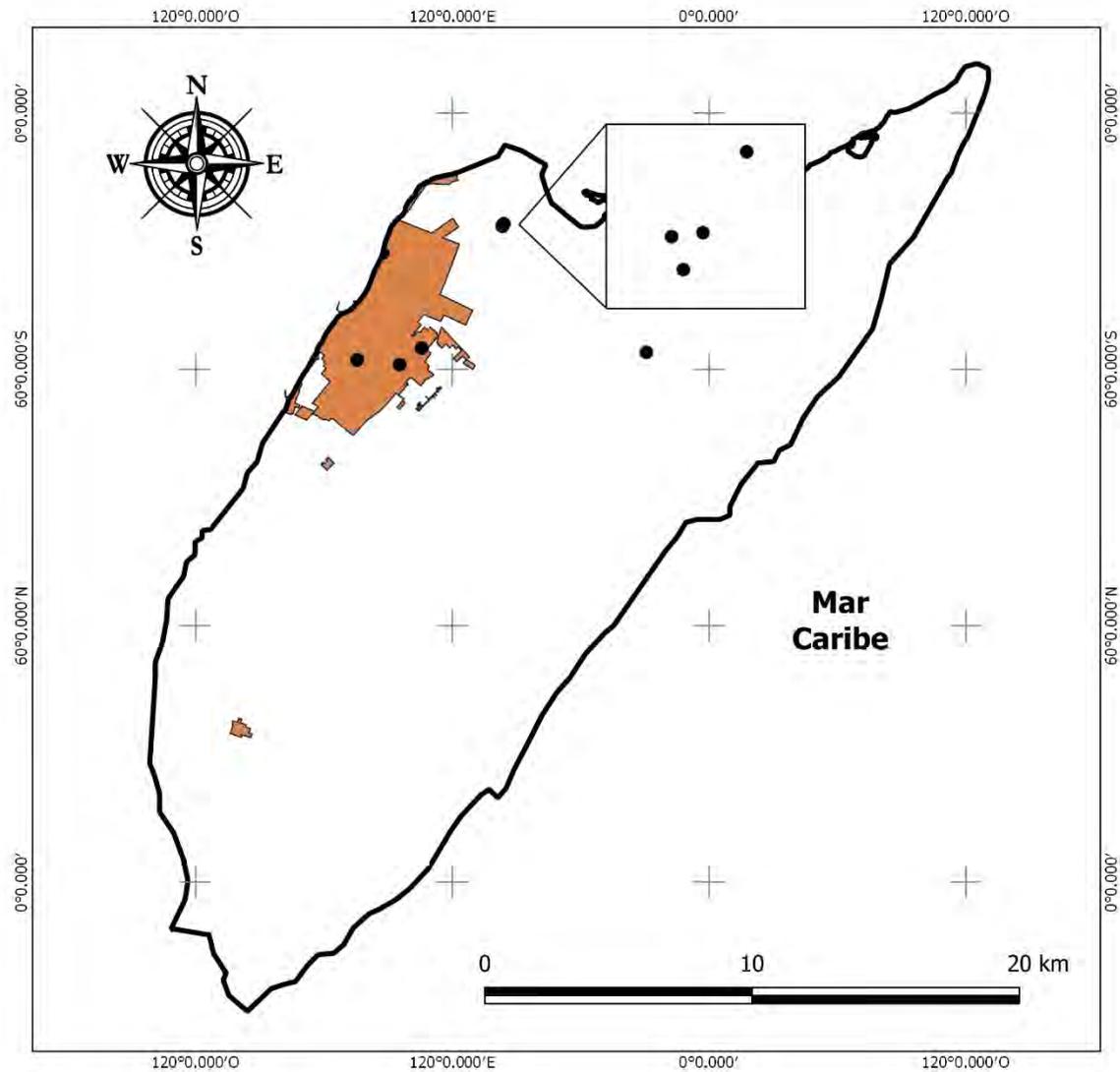
Zonas Estratégicas	Nombre del Lugar	No. Transecto
Zona Urbana	San miguel de Cozumel (Col. San Gervasio)	23
	San Miguel de Cozumel (Col. Independencia)	25
	San Miguel de Cozumel (Col. Félix González)	28
Zona Selva	C.A.P. A	3
	Rancho Norte (2)	5
	Rancho Norte (2)	6

### Mapa del Área de Distribución (Método a Mano):

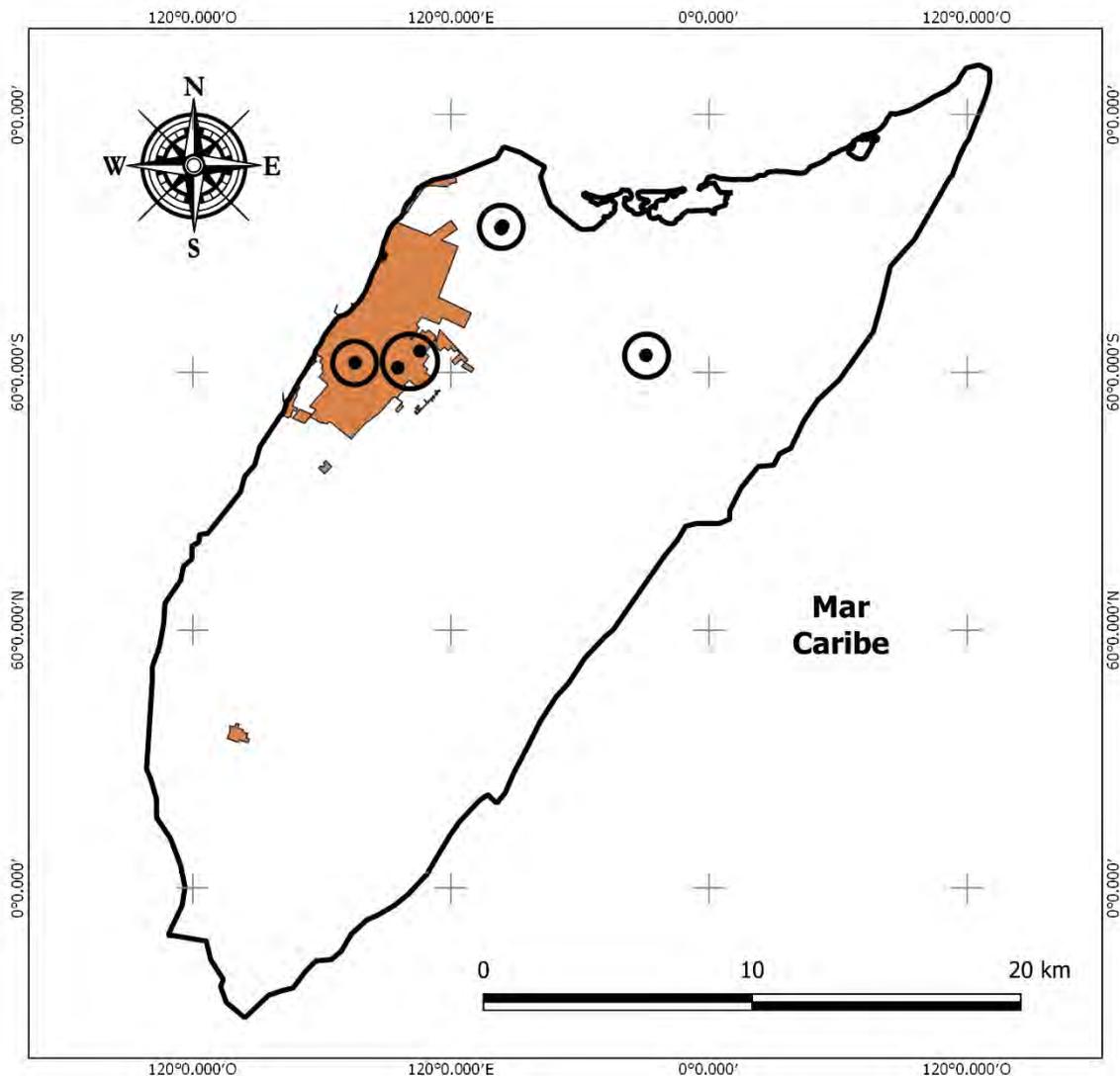
Se trazaron líneas alternativas dentro de los puntos de captura, tomando en cuenta las distancias entre cada punto para una mejor percepción del área de distribución (Mapa 4).

### Mapa del Área de Distribución (Método de Cuadrícula):

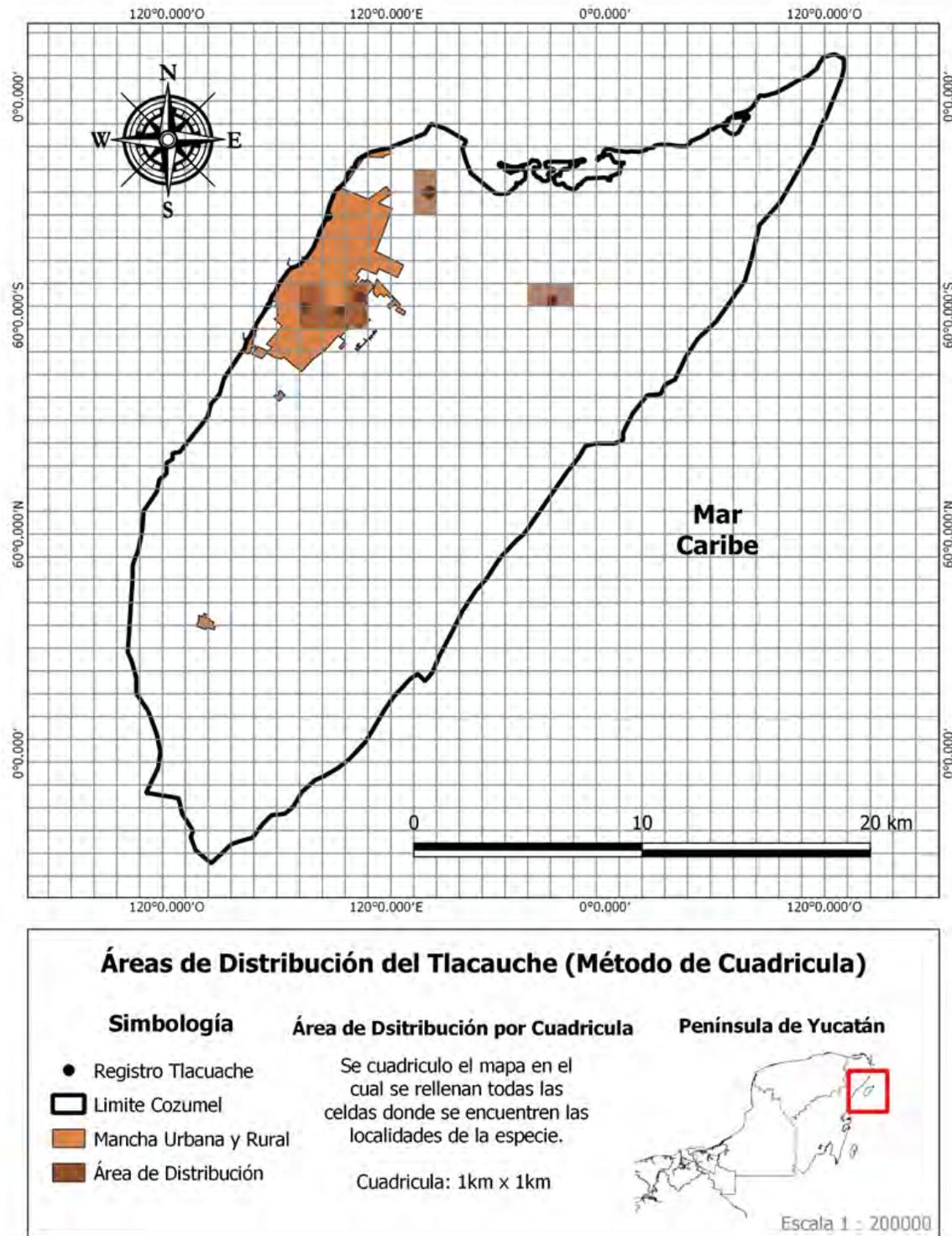
Se trazaron cuadrículas, cuya proyección se basó en el ámbito hogareño del tlacuache, 1 km x 1 km. El sombreado consideró todos los cuadros en donde hubo registros de la especie, para la determinación de áreas de distribución (Mapa 5).



**Mapa 3.** Localidades Conocidas de Captura del Tlacuache.



**Mapa 4.** Áreas de Distribución del Tlacuache (Método a Mano).



**Mapa 5.** Áreas de Distribución del Tlacuache (Método de Cuadrícula).

### Mapa del Área de Distribución (Método de la Propinuidad Media):

La determinación de áreas de distribución con el método de propinuidad media, consideró lo siguiente:

1. Se enumeró cada punto o localidad de captura del tlacuache (Mapa 6).
2. Se midió la distancia que separa a cada punto de captura, con su vecina más cercana (Mapa 6).
3. Se ordenaron los valores obtenidos en orden decreciente y se buscó su valor medio (Tabla 4).

**Tabla 4.** Distancias de los puntos de captura y resultados de la media y desviación estándar.

Puntos	Distancia	Media	Desviación Estándar
2 al 4	27	553.6	648.155722
3 al 2	30		
4 al 5	79		
7 al 8	1032		
8 al 6	1600		

4. Se trazó un círculo alrededor de cada localidad, tomando el valor medio como radio (Mapa 7).

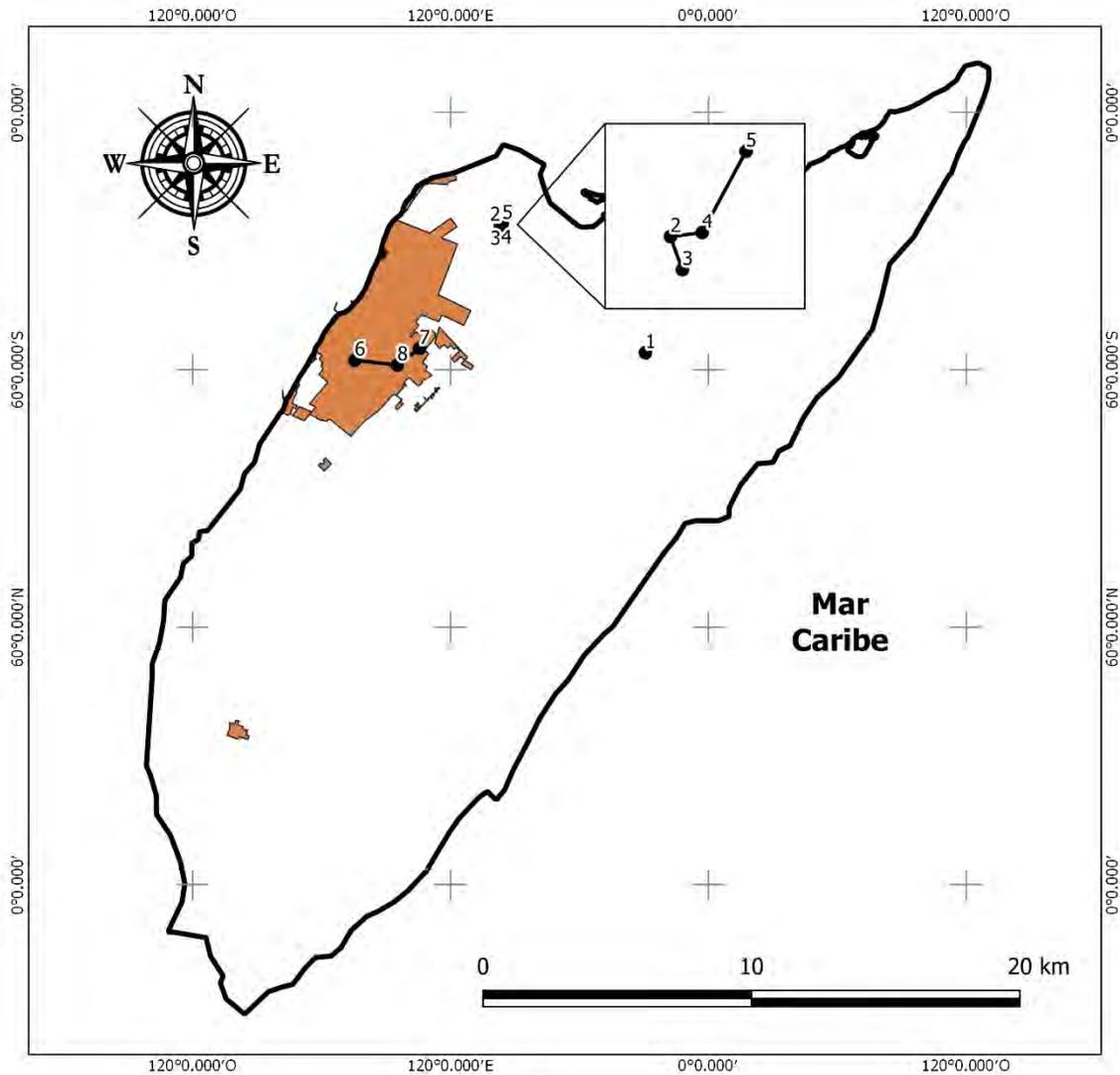
$$27 + 30 + 79 + 1,032 + 1,600 = 2,768 = \frac{553.6}{5}$$

5. Se repitió el procedimiento empleando como radio del círculo dos veces la desviación estándar (Mapa 8).

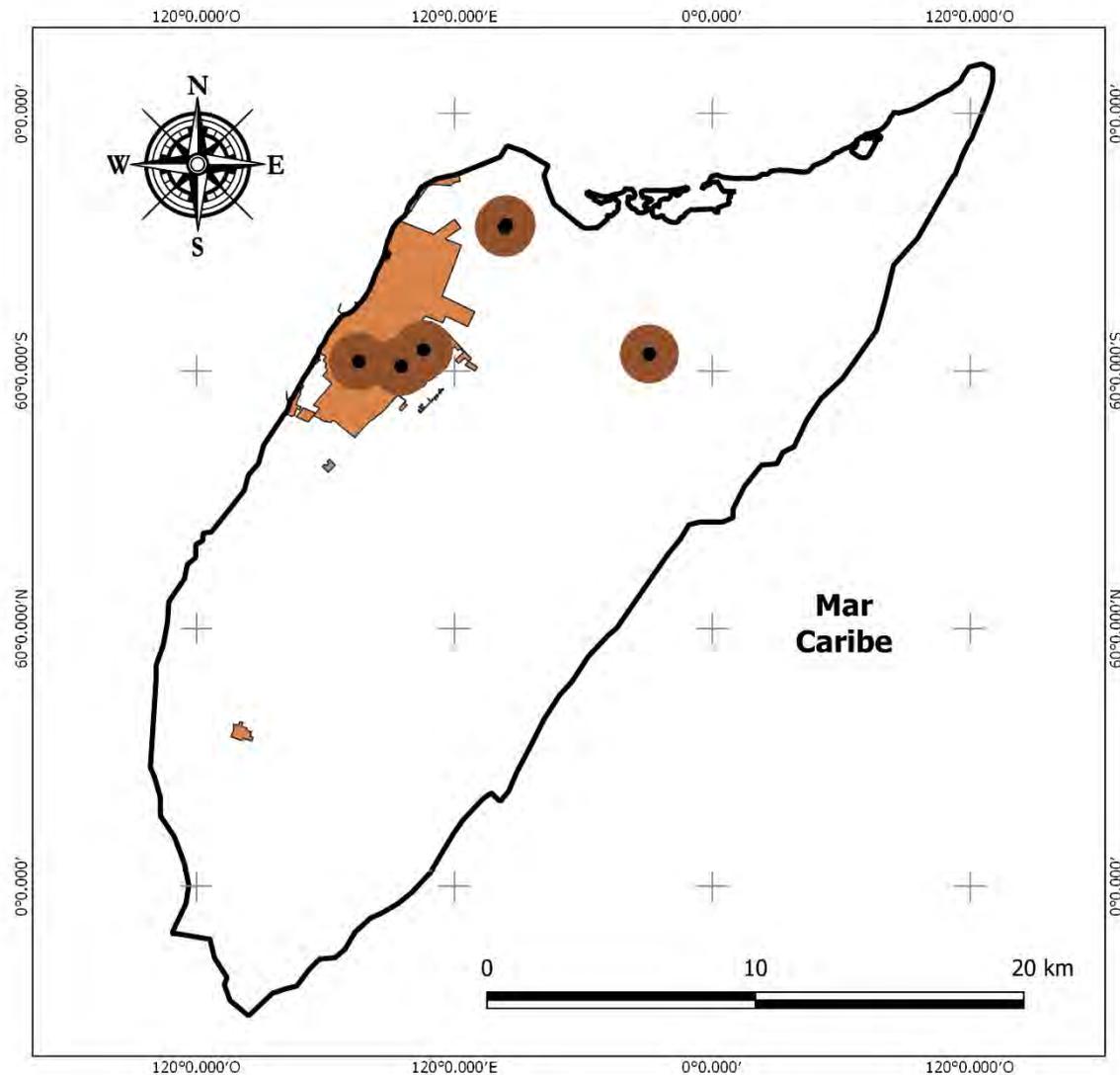
Formula	X- $\mu$	(X - $\mu$ ) <sup>2</sup>
$S = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{n}}$	27-553.6 = -526.6	(-526.60) <sup>2</sup> = 277307.56
	30-553.6 = -523.6	(-523.60) <sup>2</sup> = 274156.96
	79-553.6 = -474.6	(-474.60) <sup>2</sup> = 225245.16
	1032-553.6 = 478.4	(478.40) <sup>2</sup> = 228866.56
	1600-553.6 = 1046.4	(1046.40) <sup>2</sup> = 1094952.96
		<b><math>\Sigma (X - \mu)^2 = 2100529.20</math></b>

$$S = 2100529.20 / 5 = 420105.84$$

$$S = \sqrt{420105.84} = \mathbf{648.155722}$$



**Mapa 6.** Medición de la distancia entre los vecinos más próximos.



### Áreas de Distribución del Tlacuache (Método de Propinuidad Media)

- Simbología**
- Registro Tlacuache
  - ▭ Limite Cozumel
  - ▭ Mancha Urbana y Rural
  - ▭ Área de Distribución

#### Tomando el Valor de la Media

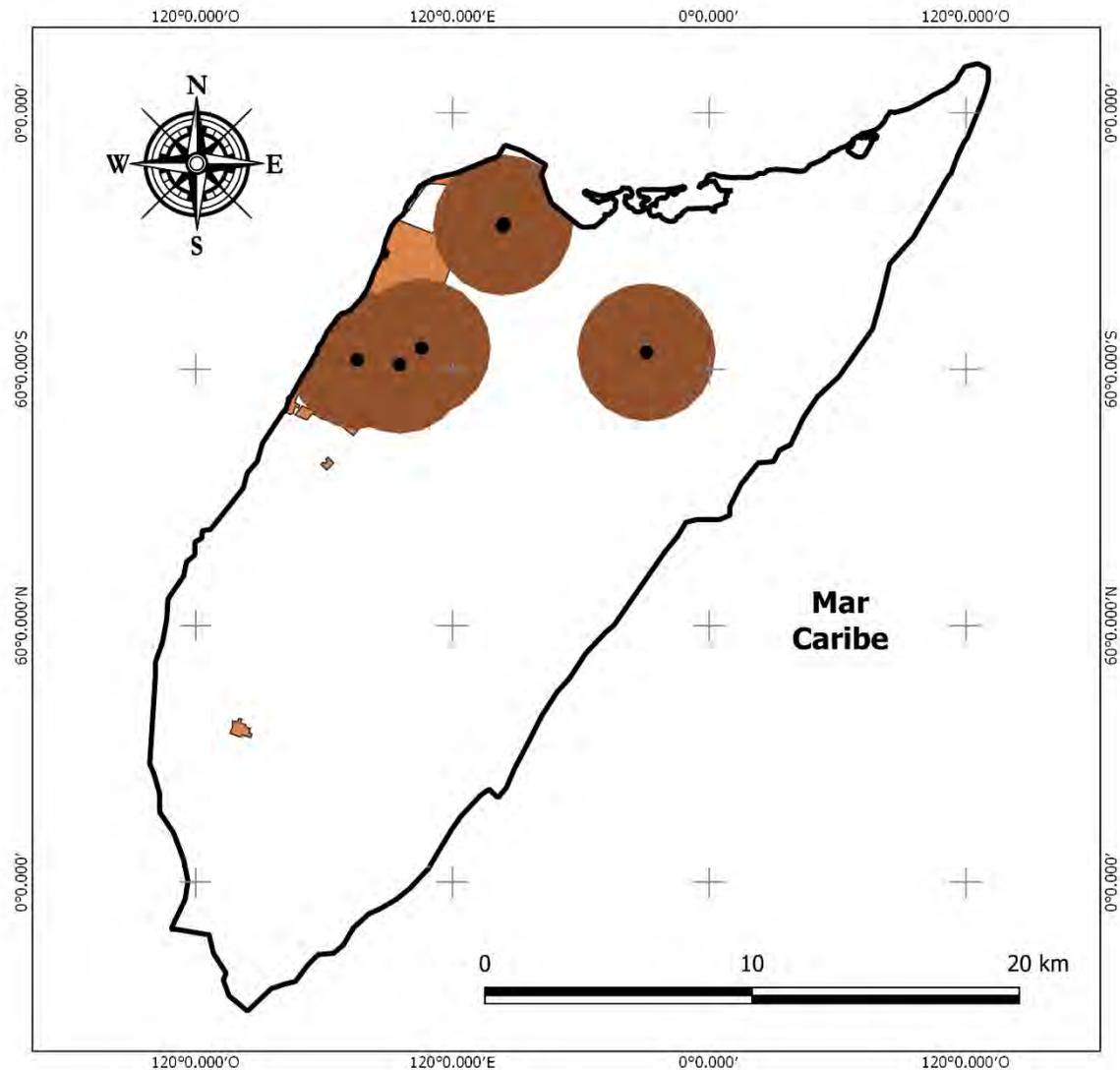
Se tomo el valor de la media de las distancias de los puntos de captura como radio.

Escala 1 : 200000

#### Península de Yucatán



**Mapa 7.** Áreas de distribución del tlacuache (tomando el valor medio como radio).



### Áreas de Distribución del Tlacuache (Método de Propinuidad Media)



**Mapa 8.** Áreas de Distribución del Tlacuache (Tomando la Desviación Estándar de la Media dos Veces).

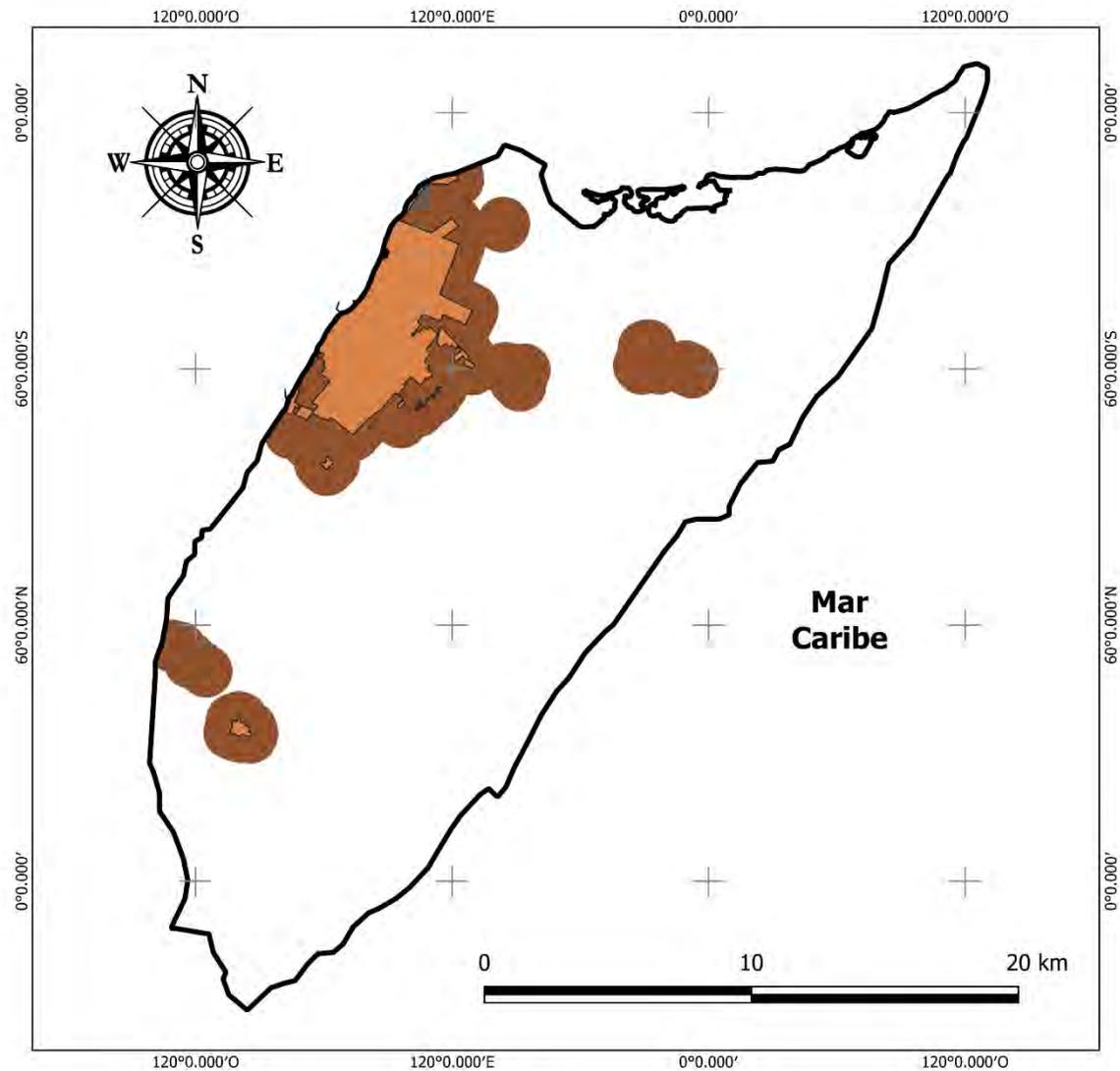
### **Mapa del Área de Distribución:**

Se consideraron los registros de distribución del tlacuache previamente reportados en la literatura para la isla de Cozumel, el ámbito hogareño de la especie, las encuestas aplicadas a la ciudadanía, las capturas realizadas e indicios observados durante el trabajo de campo y las diferencias de vegetación entre la zona urbana y la zona selva.

A partir de esto, se elaboró una base de datos que contiene las localidades conocidas de captura, así como los sitios en la zona urbana de Cozumel que fueron mencionadas en las encuestas aplicadas a la ciudadanía, la cual se utilizó, en primer lugar, para presentar una distribución potencial y actualizada de las zonas de desplazamiento del tlacuache.

A partir de lo anterior, se elaboró un mapa de la distribución actual del tlacuache dentro de la zona urbana de la isla de Cozumel (Mapa 9), ocupando cada una de las colonias habitadas y la zona selva. Las dos zonas presentan una característica en común: presencia de urbanización, lo que sugiere en los alrededores la presencia de actividad humana, por lo que el tlacuache debe presentar una actitud no muy distante del tlacuache que se encuentra dentro de la zona urbana de San Miguel; esto sugiere la necesidad de un seguimiento de la población dentro de las dos zonas.

Debido a la poca captura física de individuos, no se puede estimar la abundancia de la especie; sin embargo, gracias a las encuestas realizadas se puede saber que el tlacuache aún está presente en la isla y que, considerando los hábitos nocturnos de este marsupial, la actividad humana nocturna no le ha afectado.



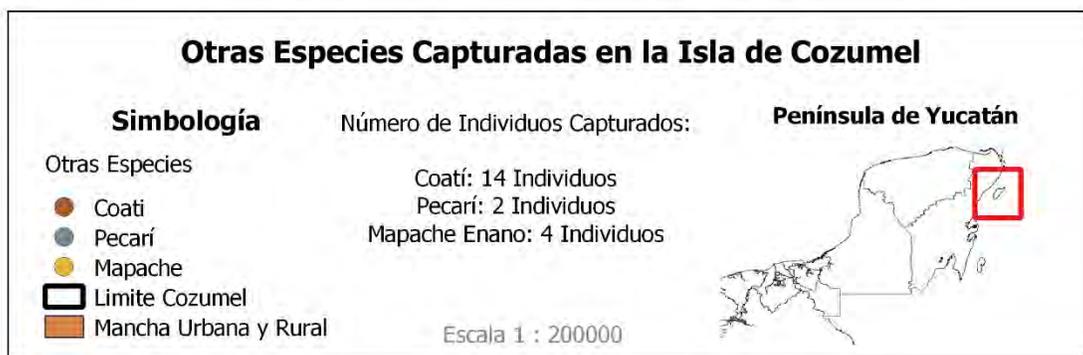
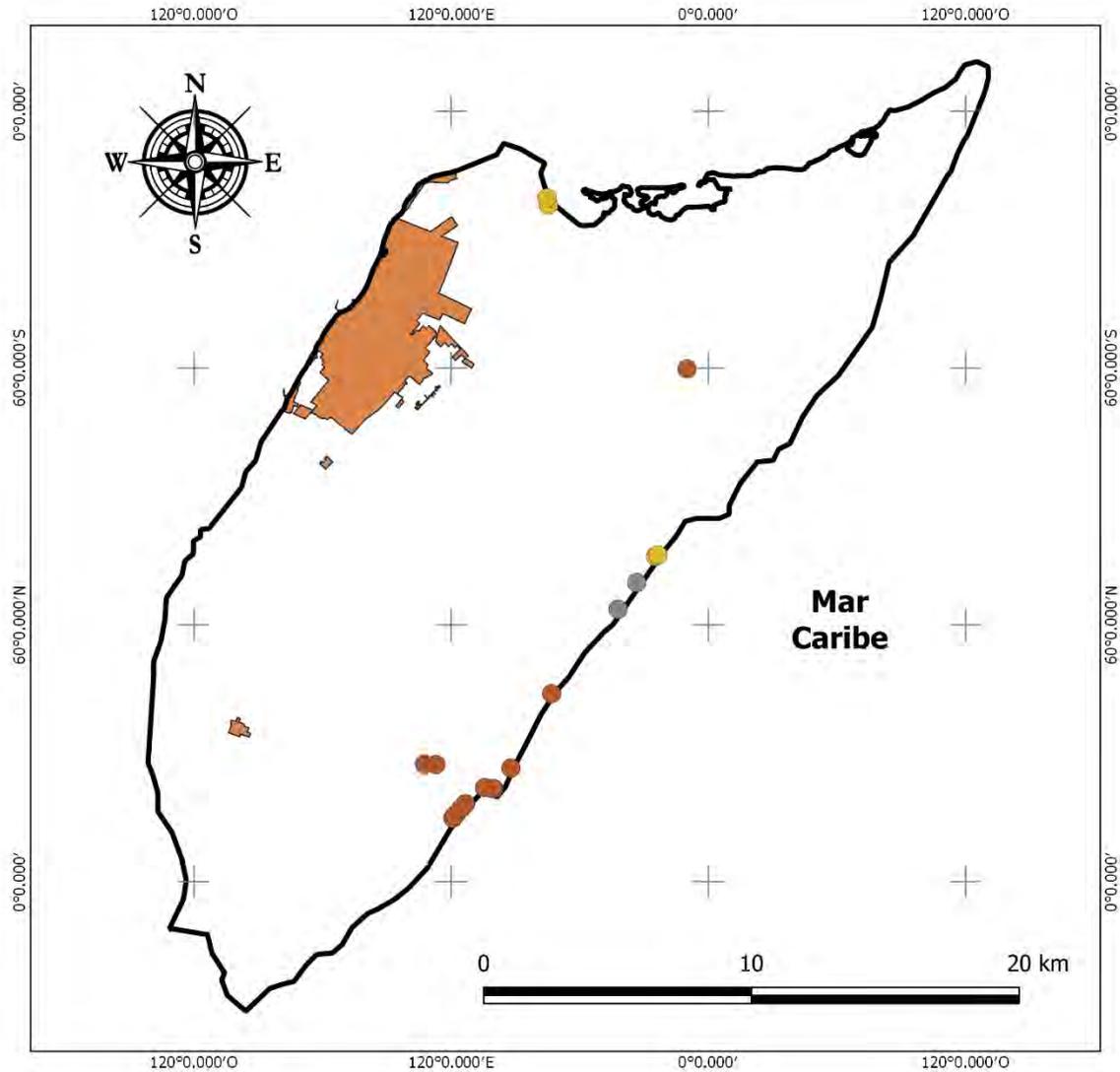
**Mapa 9.** Área de distribución del tlacuache en la isla de Cozumel.

En las trampas colocadas en los sitios de muestreo, se observaron otras especies (Tabla 5, Mapa 10). Se registró un avistamiento de coatí (*Nasua nelsoni*) que activó la trampa en Villa Maya (zona selva), así como registros de 14 individuos de coatí en la zona Costa Oriental, Punta Chiqueros y en la laguna de Punta Chiqueros. De igual forma, se registraron avistamientos de dos pecaríes (*Pecari tajacus nanus*) en la zona oriental de la isla, y se capturaron dos mapaches (*Procyon pygmaeus*) en la zona norte, en la playa llamada isla de la pasión y se registraron huellas en la zona oriental.

**Tabla 5.** Avistamiento de otras especies en las zonas de muestreo en la isla de Cozumel, Quinta Roo, México.

<b>Número de Individuos</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Lugares de Distribución</b>
14	<i>Nasua Nelsoni</i>	Coatí	Villa Maya (Zona Selva), Zona Oriental, Punta Chiqueros y Laguna Punta Chiqueros (Zona Costa)
2	<i>Pecari tajacus nanus</i>	Pecarí	Zona Oriental (Zona Costa)
4	<i>Procyon pygmaeus</i>	Mapache Enano	Costa Norte y Costa Oriental (Zona Costa)

La distribución de estas especies se confirma, pues, en la *zona costa* de la isla. El coatí fue la especie más encontrada durante los muestreos; pero se observó que sufre de frecuentes atropellamientos a lo largo de la carretera de la costa oriental de la isla. El mapache fue visto principalmente en la zona norte de la isla, aunque también hay registros en la zona urbana de San Miguel. Todos los especímenes fueron observados en vida libre; si bien están asociados a zonas más cercanas a las costas, también habitan en la zona urbana buscando restos de comida debido a la fragmentación de su hábitat y el consecuente desplazamiento a la ciudad.



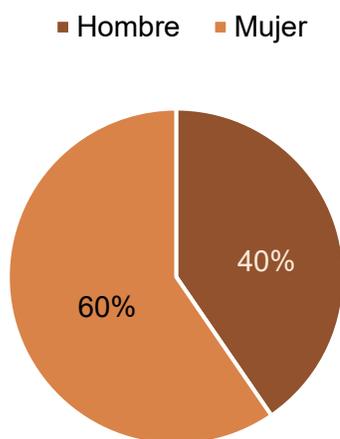
**Mapa 10.** Otras especies capturadas en la isla de Cozumel.

## Percepción de la Comunidad con Respecto al Tlacuache

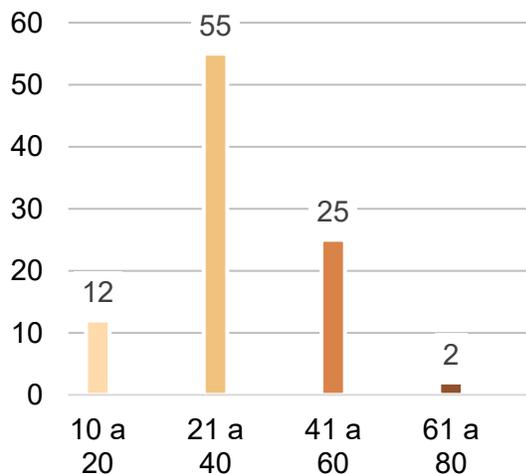
Debido a la pandemia que enfrenta el país y el mundo, las encuestas de este estudio se aplicaron en línea, lo que arrojó resultados tanto de la comunidad de Cozumel, como de otros sitios. Sin embargo, para efectos de este estudio, se muestran solamente los resultados correspondientes a Cozumel. La encuesta se estructuró con 12 preguntas (anexo 2), para determinar la percepción que se tiene del tlacuache por parte de la ciudadanía, con los siguientes resultados:

Del total de 113 encuestas contestadas, 94 correspondieron a habitantes de Cozumel. De esas 94, respondieron 43 hombres (40%) y 56 mujeres (60%), distribuidos en cuatro grupos de edad: de 10 a 20, de 21 a 40, de 41 a 60 y de 61 a 80 años. Destaca en los resultados el grupo de personas entre 21 y 40 años de edad (Gráfica 2).

**Gráfica 1. Sexo**



**Gráfica 2. Edad**



En las preguntas planteadas en la encuesta, con respecto al tlacuache, los resultados fueron los siguientes:

La pregunta número uno, sobre si la ciudadanía de la isla de Cozumel sabe de la existencia del tlacuache en la localidad, así como culturalmente, arrojó que el 84% si

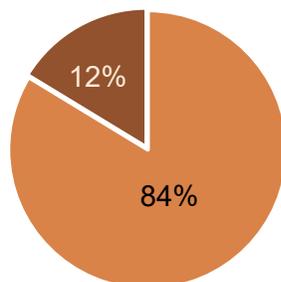
conoce al tlacuache, mientras que el 12% no lo conoce (Gráfica 3). La encuesta en línea estaba diseñada a manera de que las personas que contestasen no, ya no podrían seguir con la encuesta, esto debido a que si no conocían al tlacuache las siguientes preguntas no las podrían responder. Sin embargo, al responder 'no', fueron direccionados a una infografía para que conocieran al tlacuache.

La pregunta número dos mostró que el 44% no conoce otro nombre con el que se refiera al tlacuache, mientras que el 56% sí (Gráfica 4), resaltando los nombres de zorro (blanco, gris o de monte) o zorrillo como el más común entre la sociedad, así como zarigüeya y zorrillo. El nombre de zorro es el más comúnmente usado, debido al comportamiento que este marsupial tiene de comer frutas, gallinas u otros alimentos de los ranchos o corrales de las personas, así como hacerse el muerto.

La pregunta número tres contribuyó a la estructuración del mapa de la distribución potencial del tlacuache (Mapa 9): el 68% de la población reporta la presencia del tlacuache en sus casas, así como en terrenos baldíos que se encuentran en los alrededores de sus viviendas y el 32% no ha visto o escuchado la presencia de alguno, dentro de su colonia o localidad (Gráfica 5).

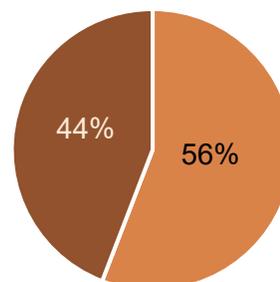
**Gráfica 3.** ¿Sabe usted qué es un tlacuache?

■ Si ■ No



**Gráfica 4.** ¿Lo conoce por otro nombre?

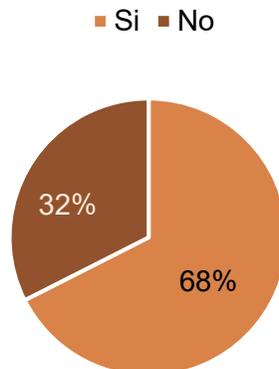
■ Si ■ No



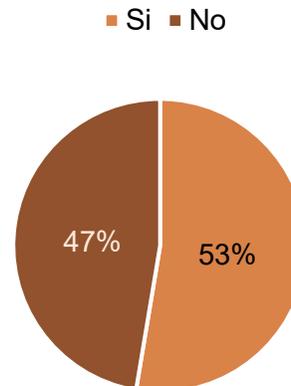
Las respuestas a la pregunta número cuatro, relativa a la importancia ecológica del tlacuache, sugieren que la comunidad de Cozumel (53%) reconoce a los tlacuaches como dispersores de semillas, plaguicidas naturales y que ayudan al ambiente, mientras que el resto no conoce su importancia dentro del ambiente, lo que podría deberse a la falta de información acerca del tlacuache y la percepción que se tiene de esta especie al verlo como animal sucio, nocivo o rata.

La pregunta número cinco, permitió ver que más de la mitad de la población de Cozumel no sabe si el tlacuache es una especie en peligro de extinción (Gráfica 7). Estas dos últimas preguntas hacen evidente la falta de información que la gente tiene acerca del tlacuache, lo que puede propiciar los maltratos que esta especie sufre y su posible pérdida dentro de la isla de Cozumel.

**Gráfica 5.** ¿Ha visto o escuchado la presencia del tlacuache dentro de su localidad?

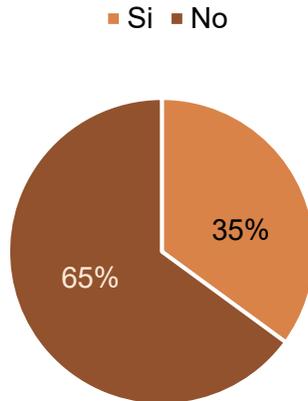


**Gráfica 6.** ¿Sabe la Importancia del Tlacuache?

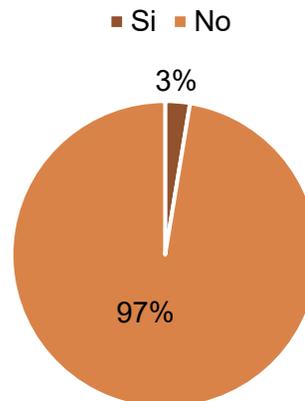


La pregunta número seis permitió conocer si las personas consideran al tlacuache una amenaza; la mayoría mencionó que no, esto podría deberse a que estas personas han tenido algún tipo de interacción con el tlacuache y no percibieron su comportamiento como amenazante para ellos, mientras que el resto ha visto y menciona que se roban gallinas y la comida de los habitantes por lo que lo consideran una amenaza.

**Gráfica 7.** ¿Conoce Usted si Está en Peligro de Extinción?

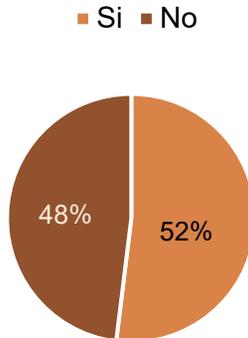


**Gráfica 8.** ¿Considera al Tlacuache una Amenaza?

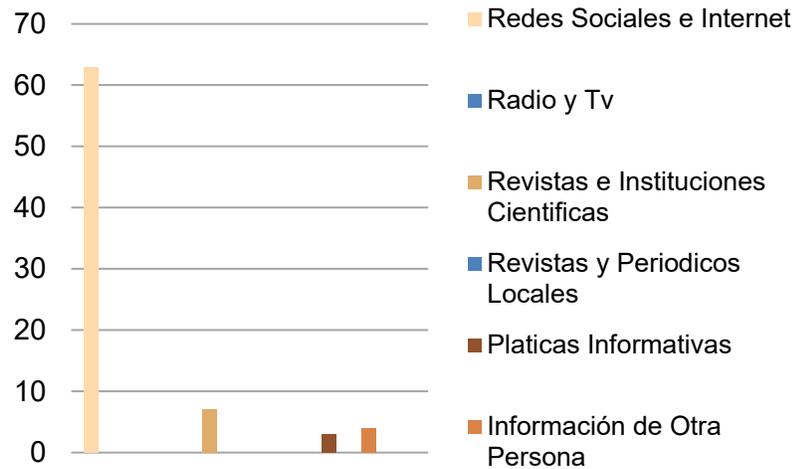


Las preguntas siete y ocho, referentes a los medios de divulgación de la información sobre el tlacuache, arrojaron que el 52% de la población está informada o tiene acceso a medios de divulgación sobre la especie, mientras que el resto no (Gráfica 9). Las opciones de respuesta incluyeron varias fuentes de información, entre las cuales, las redes sociales aparecen para ser las más consultadas; sin embargo, esto aumenta la posibilidad de que la información que la gente recibe provenga de las llamadas *fakenews* o noticias falsas, promoviendo la desinformación. El segundo medio de información más consultado son las revistas e instituciones científicas, de mayor confiabilidad, seguido de la comunicación de persona a persona que podría considerar la tradición oral entre familiares (padres a hijos o abuelos a nietos, por ejemplo) que han interactuado con este marsupial con el paso de tiempo. Finalmente, el último medio usado como fuente son las pláticas informativas, mientras que la radio, televisión, revistas y periódicos de la localidad no son realmente consultadas (Gráfica 10).

**Gráfica 9.** ¿Usted Esta Informado Acerca del Tlacuache?



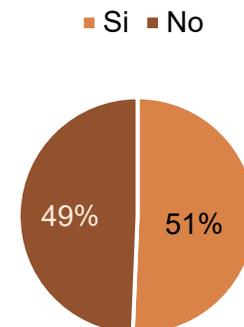
**Gráfica 10.** ¿Con que Medios Usted se Informa Mas?



La pregunta número nueve indagó la opinión de la población de Cozumel sobre el aspecto del tlacuache, su comportamiento, etc. La mayoría de la gente respondió que el tlacuache es similar a una rata; otros, se debaten entre que son animales con comportamiento tranquilo, dóciles o que tiene un comportamiento agresivo. En general, las personas ven al tlacuache como un animal no agradable a la vista, por lo cual es maltratado hasta el grado de matarlo. Pero la población de Cozumel a pesar de describir al tlacuache como un animal “feo” consideran que no es una amenaza para la comunidad, por el comportamiento que ellos tienen, ya que nos son agresivos, si no animales tranquilos.

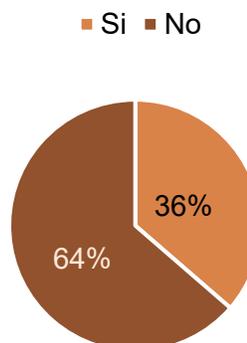
Las respuestas a la pregunta diez, mostraron que el 51% de la gente sabe del maltrato al tlacuache y lo atribuyen al aspecto que esta tiene, parecido a una rata, que transmiten enfermedades, o bien por ignorancia. El resto desconoce el maltrato que se le da a la especie. Parece haber mucha desinformación sobre este problema y sobre la importancia de la conservación de la especie.

**Gráfica 11.** ¿Sabe Usted a que se Debe el Maltrato del Tlacuache?



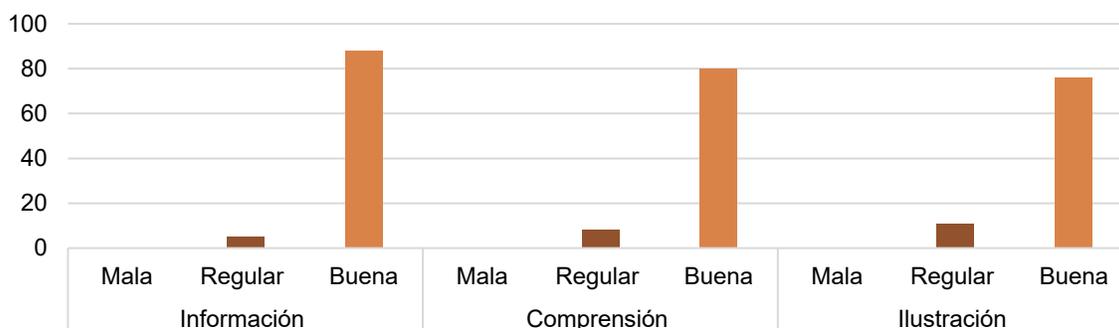
Como muestra la pregunta número once, el 36% de la población sí ha presenciado o escuchado el maltrato del tlacuache, mientras que el 64% contestó que no (Gráfica 12); sin embargo, a pesar de presenciarlo, en su mayoría las personas no han denunciado tal hecho, quizá por desinformación sobre la importancia de la especie.

**Gráfica 12.** ¿Ha Escuchado o Presenciado el Maltrato del Tlacuache?



La última pregunta planteó las posibilidades de la población de sugerir o implementar medidas que ayuden a la conservación del tlacuache de Cozumel, siendo las principales estrategias, las pláticas, campañas informativas, creación de espacios para el cuidado del tlacuache dentro de zonas alejadas de la urbanización de Cozumel, reubicar al tlacuache dentro de su hábitat, monitoreos, no afectar las zonas donde habita, entre otras. Por último, como se mencionó en párrafos previos, en la encuesta se incluyó una infografía sobre el tlacuache con la intención de que la gente aprendiese acerca de la especie. Se solicitó a los respondientes que calificaran tres aspectos de la infografía: información, comprensión e ilustración. Estas respuestas servirán para mejorar los contenidos de divulgación, resultado de este estudio, que se estarán transmitiendo a la población de Cozumel.

**Gráfica 13.** Infografía (aspectos calificados)



---

## DISCUSIÓN

Aunque se ha sugerido que la especie de tlacuache que está habitando en Cozumel es la *Didelphis virginiana*, la evidencia genética está limitada por el tamaño de la muestra. En este estudio, pudimos observar que fenotípicamente la especie capturada es *D. marsupialis*, lo que sugiere que el esfuerzo de muestreo es determinante para la recolección de muestras de tejido que permitan amplificar haplotipos representativos de la población de tlacuache en Cozumel y resolver su identidad taxonómica.

Debido a la fragmentación de su hábitat, el tlacuache se ha visto obligado a desplazarse dentro de la zona urbana, interaccionando con la población de Cozumel. El tlacuache ha sabido adaptarse, pero esto implica que su fuente de alimentación se limite a árboles frutales de jardines o terrenos baldíos y sea muy frecuente que busque alimento en botes de basura con desechos de alimento para humano; a diferencia del comportamiento observado en zonas rurales adyacentes a su hábitat donde come gallinas de los ranchos, frutas o verduras de los árboles de las viviendas para poder sobrevivir. En la zona urbana, los terrenos baldíos son los sitios donde suele hacer su madriguera y es común verlos escondidos en rocas y árboles urbanos, a comparación de cómo debía comportarse dentro de la selva. La baja presencia del tlacuache dentro de la selva y el poco avistamiento de la misma, sugiere que su comportamiento podría estar ajustándose a la realidad del ambiente urbano y deberá monitorearse y evaluarse.

La falta de concientización entre las personas, que ha llevado al maltrato del tlacuache, se atribuye a la desinformación sobre presencia de la especie en la isla y su importancia biológica y ecológica. Estos marsupiales son importantes dentro de nuestro ecosistema por las funciones que realiza, por lo que el maltrato, los atropellamientos y otras causas que llevan a la muerte del tlacuache es un problema al que debe dirigirse nuestra atención.

---

## CONCLUSIÓN

Debido a la pandemia sanitaria provocado por el COVID-19, hubo actividades dentro de la metodología que no se pudieron realizar, como la fase final del trabajo de campo en la zona urbana; sin embargo, a pesar de esto, se optó por la aplicación de encuestas en línea, tomar las referencias de avistamiento del tlacuache por parte de los habitantes de Cozumel e implementarlo en un mapa general de distribución como se vio en los resultados. La carencia de un laboratorio para los análisis de ADN de las muestras de pelo que se obtuvieron durante la captura del tlacuache, así como recursos para pago a terceros, limitaron la fase de análisis genético de nuestro estudio.

Debido a que Cozumel es una isla y está separada de la península de Yucatán, representa un área de endemismo alopátrica y que, de igual forma, presenta una distribución disyunta de endemidad; esto quiere decir que Cozumel y la península se hallan separadas entre sí por la barrera geográfica que significa el canal de Cozumel, lo que se produjo un aislamiento del tlacuache dentro de la isla derivando en un endemismo por aislamiento reproductivo y la adaptación al lugar, situando a la especie como *Didelphis marsupialis cozumelae*, aunque con la sospecha de que el tlacuache (*didelphis virginiana*) se encuentre en la isla.

El área de distribución del tlacuache (*Didelphis marsupialis cozumelae*) cubre principalmente la zona urbana de la isla de Cozumel. A pesar de que otros autores mencionan que el tlacuache se encuentra en áreas de selva, en este estudio no se obtuvo captura física en esa área y los avistamientos son limitados; sin embargo, se encontraron evidencias y relatos de las personas que se encuentran en los alrededores, de su presencia en los lugares muestreados dentro de la zona denominada selva.

La percepción de la comunidad ha cambiado en su mayoría debido a la información que se encuentra en diferentes medios de comunicación, la gente ha sabido informarse de manera correcta, pero lamentablemente no se tiene la cultura de cuidar y proteger a la fauna silvestre endémica, por lo que se han encontrado tlacuaches y otras especies de mamíferos atropellados por los autos a alta velocidad que no tienen la precaución en el paso de fauna silvestre en la carretera. También los han acostumbrado a la comida

humana lo que ha provocado que se desplacen hacia los hoteles y residencias que están cerca de su hábitat en busca de alimento en los basureros.

Este estudio nos ha permitido actualizar la distribución y estatus del tlacuache en la isla de Cozumel y hacer evidente la urgente necesidad de establecer un programa formal de protección, manejo y cuidado de la especie, antes de que la población disminuya a niveles endogámicos y se pierda el valor ecológico que nos brinda.

---

## ESTRATEGIAS DE CONSERVACION Y MANEJO

Presentamos a continuación una lista de estrategias que proponemos podrían implementarse para la protección, conservación y manejo del tlacuache en la isla de Cozumel.

- 1.- Creación de UMAS para la reproducción y conservación del Tlacuache en Cozumel.
- 2.- Realizar un plan de manejo para la conservación del tlacuache de Cozumel.
- 3.- Dar pláticas en escuelas públicas y privadas sobre la biología y ecología del tlacuache; por ejemplo, su temporada de reproducción, alimentación, importancia ecológica, etc., mediante material didáctico.
- 4.- Multar a las personas que se sorprendan dañando a los tlacuaches o alguna otra especie silvestre. Igualmente, a la que abandone a su mascota (perro y gato) en la calle.
- 5.- Realizar contenido de divulgación (artículos, libros, sitios web) que contengan información general de la especie y consejos para proteger al tlacuache.
- 6.- Establecer el programa permanente de monitoreo y protección del tlacuache, sustentado en más estudios científicos sobre la fauna endémica de la isla, aplicando estrategias que garanticen verdaderamente su conservación; es decir, que permitan la continuidad del flujo génico y los procesos de adaptación y especiación de la especie.
- 7.- Hacer campañas de concientización de la población para que conozcan la fauna y flora endémica que habita en la isla, con el objetivo de ayudar en el cuidado del ambiente natural, así como inculcar la educación ambiental y responsabilidad de mascotas (perros y gatos) para que no los dejen en la calle, ya que éstos se desplazan hacia los hábitats en busca de alimento, atacan a la fauna silvestre en su hábitat y además de contagiarlos de enfermedades.
- 8.- Limitar al máximo posible la expansión de la zona urbana dentro de la isla, evitando así la fragmentación del hábitat del tlacuache y otras especies.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Bitácora utilizada durante el trabajo de campo, para la recolección de datos. El diseño de formato es el usualmente utilizado en los proyectos del Laboratorio de Biología

 <b>Bitácora:</b> <b>Patrones Corológicos del tlacuache <i>Didelphis</i> spp. Linnaeus, 1758 (<i>Didelphidae</i>)</b> <b>en la de Isla Cozumel, Quintana Roo, México</b>		
Fecha de Colocación: Fecha de Recaja:	Hora de Colocación: Hora de Recaja:	No. Colecta:
Ubicación Geográfica:	Zona de Muestreo:	No. De Transecto:
No. De Trampa:	Especie:	Huellas: Si ( ) No ( ) Cuantas:
Longitud Total (LT): Longitud de la Cola (CV): Longitud de la Pata Trasera (PT): Longitud de la Oreja (O): Peso (P): Ancho Cabeza (LC):	No. Individuos:	Vegetación:
<b>Antes y después de la colocación de la trampa:</b>		
Cebos: Si ( ) No ( ) Tipo de Cebos: A-Atún ( ) B-Fruta ( ) C-Aguacate ( )	Espécimen presente en trampa: Si ( ) No ( ) Nivel de Estrés: bajo ( ) Medio ( ) Alto ( )	Se encontró cebo: Si ( ) No ( ) Se encontraron excretas: Si ( ) No ( )
Observaciones:	Responsable de bitácora y trampeo:	

 <b>Bitácora:</b> <b>Patrones Corológicos del tlacuache <i>Didelphis</i> spp. Linnaeus, 1758 (<i>Didelphidae</i>)</b> <b>en la de Isla Cozumel, Quintana Roo, México</b>		
Fecha de Colocación: Fecha de Recaja:	Hora de Colocación: Hora de Recaja:	No. Colecta:
Ubicación Geográfica:	Zona de Muestreo:	No. De Transecto:
No. De Trampa:	Especie:	Huellas: Si ( ) No ( ) Cuantas:
Longitud Total (LT): Longitud de la Cola (CV): Longitud de la Pata Trasera (PT): Longitud de la Oreja (O): Peso (P): Ancho Cabeza (LC):	No. Individuos:	Vegetación:
<b>Antes y después de la colocación de la trampa:</b>		
Cebos: Si ( ) No ( ) Tipo de Cebos: A-Atún ( ) B-Fruta ( ) C-Aguacate ( )	Espécimen presente en trampa: Si ( ) No ( ) Nivel de Estrés: bajo ( ) Medio ( ) Alto ( )	Se encontró cebo: Si ( ) No ( ) Se encontraron excretas: Si ( ) No ( )
Observaciones:	Responsable de bitácora y trampeo:	

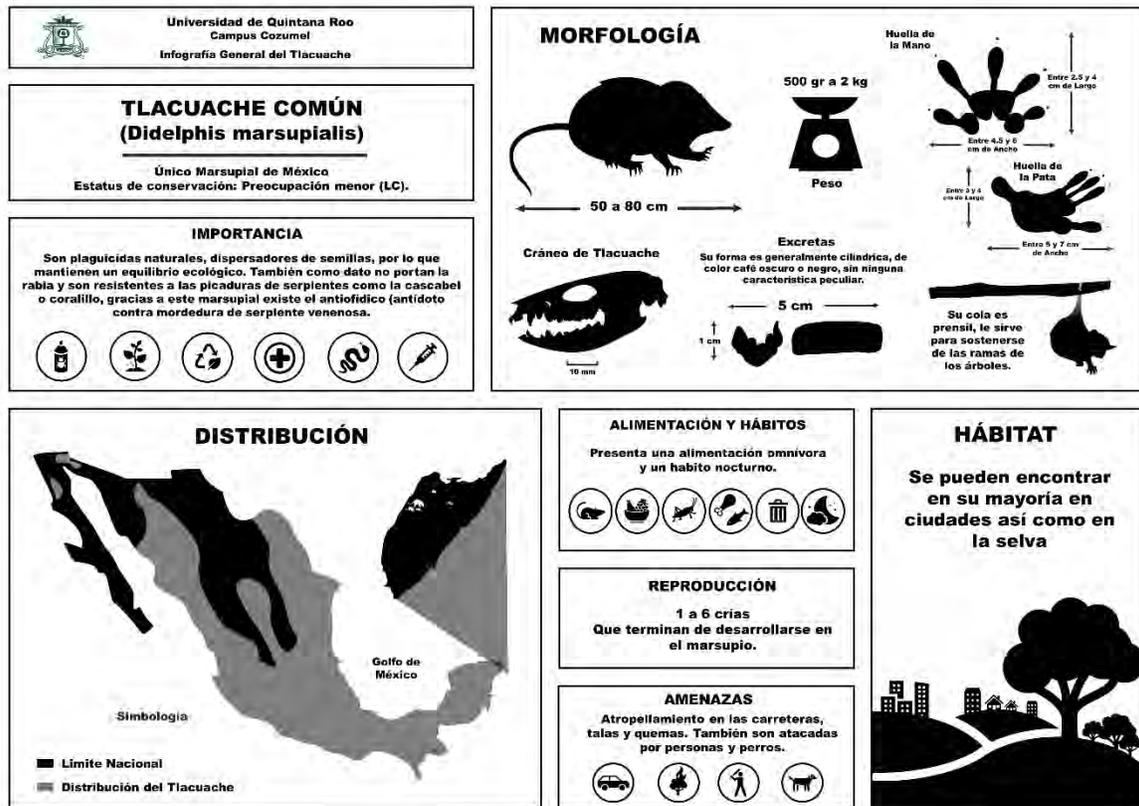
Evolutiva y Genética de Poblaciones, dirigido por la Dra. Marilú López Mejía.

**Anexo 2.** Encuesta que se aplicó a la ciudadanía de Cozumel para conocer la percepción

 <p><b>Universidad de Quintana Roo</b> Campus Cozumel</p> <p><b>Patrones Corológicos del tlacuache <i>Didelphis</i> spp. Linnaeus, 1758 (Didelphidae) en la Isla de Cozumel, Quintana Roo, México</b></p> <p><b>Encuesta Acerca del Tlacuache:</b></p>	
<p>1.-¿Sabe usted que es un tlacuache?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>2.-¿Lo conoce por otro nombre?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>¿Cuáles?</p> <p>3.-¿Ha visto o escuchado la presencia del Tlacuache dentro de la zona en la que vive?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>¿Dónde?</p> <p>4.-¿Sabe la importancia de esta especie?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>Si su respuesta fue si. ¿Podría mencionar cuales?</p> <p>5.- ¿Conoce usted si está en peligro de extinción?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>6.- ¿Considera Usted al Tlacuache una amenaza?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>¿Por qué?</p> <p>7.-¿Usted esta informado acerca del tlacuache?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p>	<p><b>Edad:</b>      <b>Sexo:</b> M <input type="radio"/> F <input type="radio"/></p> <p>8.-Con respecto a la pregunta anterior, ¿Con que medios usted se informa mas? (Marcar mas de una opción).</p> <p><input type="radio"/> Redes Sociales</p> <p><input type="radio"/> Radio y Televisión</p> <p><input type="radio"/> Revista e Instituciones Científicas</p> <p><input type="radio"/> Revistas o Periódicos de la Localidad</p> <p><input type="radio"/> Pláticas</p> <p><input type="radio"/> Información de Otra persona</p> <p>9.-¿Cuál es su opinión sobre el Tlacuache (aspecto, comportamiento, etc.)?</p> <p>10.-¿Sabe usted a que se debe el maltrato del tlacuache?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>Si su respuesta fue si. ¿Podría mencionar cuales?</p> <p>11.-¿Ha escuchado o presenciado el maltrato del tlacuache?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>Si la respuesta es si ¿Lo a Denunciado?</p> <p><input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No</p> <p>12.-¿Qué medidas implementaría para preservar esta especie?</p>

que se tiene acerca del tlacuache.

### Anexo 3. Infografía presentada en la encuesta.



**Anexo 4.** Otras especies encontradas durante el trabajo de campo. Huellas de Mapache enano (*Procyon pygmaeus*) encontradas en la zona oriental de la isla de Cozumel (camino que se dirige a Punta Molas).



Ejemplares y huellas de mapache enano (*Procyon pygmaeus*) en la zona norte de la isla de Cozumel (playa conocida como la isla de la pasión).



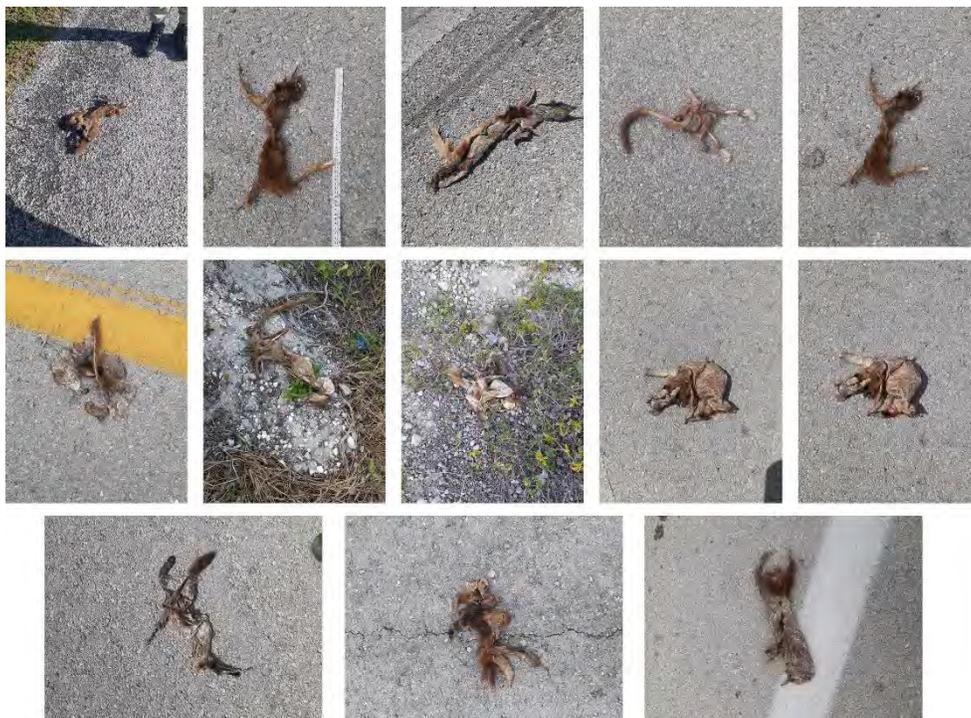
Ejemplar, huesos y huellas de coatí (*Nasua nelsoni*) en la zona costera, en el lugar denominado punta chiqueros.



Especies avistadas en el trabajo de campo, garza nocturna (*Nyctanassa violácea*) localizada en la laguna de punta chiqueros, carpintero yucateco (*Melanerpes pygmaeus*) y jabalí de monte (*Pecari tajacus nanus*) ubicados en la zona costa oriental.



Coati (*Nasua nelsoni*) atropellados durante el trayecto de la zona costa oriental de la isla de Cozumel.



## LITERATURA CITADA

Aranda, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V. México. 255 pp.

Arcangeli, Jérica. 2014. Manejo de crías de zarigüeya (*Didelphis virginiana*) en cautiverio. *Revista electrónica de Veterinaria* 15(09):1-13. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090914.html>

Arias-Alzate, A. 2014. Uso de la cola y el marsupio en *Didelphis marsupialis* y *Metachirus nudicaudatus* (Didelphimorphia: Didelphidae) para transportar material de anidación. *Mastozoología Neotropical* 21(1):129-134.

Astúa, D. 2015. Family Didelphidae (Opossums). Pp: 70-186. En: Wilson, D. E. y Mittermeier, R. A. (eds). 2015. Handbook of the Mammals of the World. Volumen 5. Monotremes and Marsupials. Lynx Edicions, Barcelona.

Astua de Moraes, D., Lew, D., Costa, L.P. y Pérez-Hernandez, R. 2016. *Didelphis marsupialis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T40501A22176071. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T40501A22176071.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

Barrera, M. S. 2020. Elaboración de un manual de rehabilitación para la especie *Didelphis marsupialis*, alojados en el CAV- CEARFS DE LA CDMB. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bucaramanga, Colombia. 117 p.

Brito, D., Astua de Moraes, D., Lew, D. & de la Sancha, N. 2015. *Metachirus nudicaudatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T40509A22177475. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T40509A22177475.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

Cáceres, N.C. 2002. Food habits and seed dispersal by the White-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in southern Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna and Environment* 37:97-104.

Cantor, M., L. Andrade Ferreira, W. Rodrigues Silva y E.Z. Freire Setz. 2010. Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (*Marsupialia*, *Didelphidae*) in highly disturbed environment. *Biota Neotropica* 10(2):45-51.

Cruz-Salazar, B., L. Ruiz-Montoya, D. Navarrete-Gutiérrez, E. Espinosa-Medinilla, E. Vásquez-Domínguez y L. Vásquez. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad* 85(1):251-261.

de la Sancha, N., Pérez-Hernandez, R., Costa, L.P., Brito, D. y Cáceres, N. 2016. *Philander opossum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016:

---

e.T40516A22176779. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T40516A22176779.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

DOF, 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, jueves 30 de diciembre de 2010.

Espinosa, D., J. J. Morrone, J. Llorente, O. Flores. 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. 139 p.

Eisenberg, J.F., 1989. *Mammals of the Neotropics*. Volume 1. The Northern Neotropics. University of Chicago Press.

Engstrom, M., C. Schmidt, J. Morales y R. Dowler. 1989. Records of mammals from Isla Cozumel, Quintana Roo, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 34(3):413-415.

Figueroa, C., C. Brieva, M. Trujillo y O. Moreno. 2009. Experiencias sobre el manejo y crianza de zarigüeyas (*Didelphis albiventris*). *Memorias de la Conferencia Interna de Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y No Convencional* 5(1):69-73.

Gallego-Rodriguez, R. S., J. Leysner-Tavera, J. C. Aguirre. 2019. Fractura mandibular múltiple en una zarigüeya (*Didelphis marsupialis*), estudio radiológico forense. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 11(1). DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.682>

Guimaraes, L. And F.N. Da Costa. 2010. Diet and seed dispersal by five marsupials (*Didelphimorphia: Didelphidae*) in a Brazilian cerrado reserve. *Mamm. biol.* 75:10-16.

Hunsaker, D. y D. Shupe. 1977. Behavior of New World marsupials. Pp. 279-437. In: Hunsaker, D. II. (Ed.). *The Biology of marsupials*. Academic Press. USA.

INEGI, Panorama Sociodemográfico de Quintana Roo, 2015.

McManus John J., 1974, *Mammalian Species*, the American Society of Mammalogists. No 40, pp. 1-6, 3 figs.

Morrone, J., 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. México: Las Prensas de Ciencias.

Papavero, N., J. Llorente-Bousquets y J. M. Abe. 1994. Formal definitions of some new biological and geological terms for use in biogeography. *Biogeographica* 70(4):193-203.

Paredes-Barradas, Y. 2016. *Filogeografía del mapache enano Procyon pygmaeus Merriam, 1901 (Mammalia: Carnívora: Procyonidae) en la isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad de Quintana Roo.

---

Pérez-Hernandez, R., Brito, D., Tarifa, T., Cáceres, N., Lew, D. y Solari, S. 2016a. *Chironectes minimus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T4671A22173467. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T4671A22173467.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

Pérez-Hernandez, R., Lew, D. & Solari, S. 2016b. *Didelphis virginiana*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T40502A22176259. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T40502A22176259.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

Rodriguez da Silva, A., E. Dias, S. de Loretto, C. Cademartori. 2014. Diet of *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae) in two periurban areas in southern Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 36(2):241-247.

Solari, S. y Lew, D. 2015. *Caluromys derbianus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T3650A22175821. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T3650A22175821.en>. Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2020.

Tyndale-Biscoe, H. and M. Renfree, 1987. Monographs on marsupial biology. Reproductive Physiology of Marsupials. Cambridge University Press. USA. 492 pp.