

Informe final* del Proyecto HB005
El código de barras de las especies NOM-059 de mamíferos del Noroeste de México

Responsable: Dra. Patricia Cortés Calva
Institución: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC
Programa de Planeación Ambiental y Conservación
Dirección: Mar Bermejo # 195, Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23090 , México
Correo electrónico: pcortes04@cibnor.mx
Teléfono/Fax: 612 123 84 84, ext. 3338 Fax: 612 125 36 25
Fecha de inicio: Octubre 30, 2009.
Fecha de término: Febrero 8, 2016.
Principales resultados: Códigos de barras, fotografías, bases de datos, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Cortés-Calva, P. 2015. El código de barras de las especies NOM-059 de mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. HB005**, México D.F.

Resumen:

Para el desarrollo de esta propuesta de investigación, se utilizará el material depositado en la colección de tejidos del CIBNOR el que data de más de 10 años de trabajo en campo, además de material que se colectará mediante el apoyo de este proyecto. Se pretende obtener la información de por lo menos 67 taxa incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001 con distribución en el noroeste mexicano. Como es sabido, esta región geográfica de México estuvo sometida a procesos geológicos del pasado por lo que alberga especies con importancia biogeográfica tal como son los endemismos de las islas, las especies tipo y de distribución restringida por citar algunos. Por ello, consideramos la obtención de la información genética de las especies de mamíferos del noroeste de México, para derivar los códigos de barras del ADN de los taxa con algún estatus de protección en nuestro país e incorporarlas al sistema BOLD, aportando con ello conocimiento de las especies presentes consideradas en peligro y/o amenazadas en la Norma Oficial Mexicana, creando librerías genéticas de estos taxa de especial interés por estar consideradas dentro de alguna categoría de amenaza. Se procesarán los tejidos que se tienen en la colección de mamíferos del CIBNOR y se complementarán con biopsias de ejemplares de reciente colecta, se seguirá el protocolo de MexBOL para los análisis de extracción, amplificación y secuenciación del ADN, los cuales se efectuarán en el Nodo Norte de la Red MexBOL (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste). Una vez obtenidos los códigos de barras de las especies se incorporarán a la base de datos en el sistema BOLD. Debido a la importancia del conocimiento de la genética de estas poblaciones para su conservación, se proyecta la secuenciación de hasta 10 individuos. Se elaborarán los informes de avance con los indicadores de éxito solicitado, entregando un informe final que incluya la integración de información así como, la hoja de cálculo que circunscriba los datos de los taxa en estudio.

Palabras clave: DNA, mamíferos, NOM-059, México, código de barras, noroeste

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**PROYECTO CONABIO HB005: EL CÓDIGO DE BARRAS DE LAS ESPECIES NOM-059 DE
MAMÍFEROS DEL NOROESTE DE MÉXICO.**

**PROYECTO EN BOLDSYSTEMS NOMNW: NOM-059 OF MAMMALS OF THE NORTHWEST OF
MEXICO.**

INFORME FINAL

RESPONSABLE: Patricia Cortés Calva.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Instituto Politécnico Nacional 195.

Col Playa Palo de Santa Rita Sur. La Paz, Baja California Sur, C. P. 23096. México.

Resumen: El objetivo de esta propuesta fue obtener códigos de barras de ADN mitocondrial (gen Citocromo Oxidasa c subunidad I) de las especies de mamíferos citadas en la NORMA oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT con distribución en el noroeste mexicano. Debido a que esta región geográfica de México estuvo sometida a procesos geológicos del pasado, es que alberga especies con importancia biogeográfica tal como los endemismos de las islas, las especies tipo y de distribución restringida. Por ello, consideramos la obtención de información genética de las especies de mamíferos del noroeste de México para derivar los códigos de barras del ADN, de los taxa con algún estatus de protección en nuestro país, aportando con ello conocimiento de las especies presentes consideradas en peligro y/o amenazadas en la Norma Oficial Mexicana. Se conformó una base de datos que fue integrada a la plataforma de Barcode of Life Database (www.Boldsystems.org), siendo parte de la librería de referencia para el conocimiento de especies mexicanas. Se procesaron 486 muestras, obteniendo 337 códigos de barras de 65 taxa de mamíferos (especies y subespecies), comprendidos en órdenes (seis) y familias (nueve). Se generó información de especies insulares, peninsulares y continentales del noroeste mexicano y muchas de ellas consideradas como micro endémicas.

Palabras clave: Mamíferos, México, noroeste, NOM-059, ADN, COI.

Introducción. La región noroeste de México considera los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, que conjuntamente comprenden el 21% de la superficie del país (INEGI 1999; Nieto Garibay 1999), en ella encontramos una diversidad amplia de especies de mamíferos que han desarrollado distintas estrategias en sus historias de vida, permitiéndoles invadir geográficamente los hábitats presentes en la región, además de tolerar las altas temperaturas y grados de aridez que dominan (Schmidt-Nielsen 1979), siendo los grupos más representativos los roedores y carnívoros.

Gran parte de las categorías taxonómicas presentes en la región datan de las descripciones morfológicas originales (Huey 1964; Hall 1981), por lo que de ellas se desconoce información de su biología, ecología poblacional y más aún de la validación taxonómica. A través de los años se ha querido identificar el estatus que presentan sus poblaciones, sin embargo sólo se cuentan con listados parciales de especies (Ramírez-Pulido y Castro Campillo 1994, Ramírez-Pulido *et al.* 2014). Si bien es sabido que la existencia de las colecciones científicas de referencia son de importancia para el quehacer científico, se debe destacar que son sitios donde se alberga acervo biológico y que tienen un rol preponderante en el conocimiento de la biodiversidad, aunado a otras herramientas digitales y moleculares se puede fortalecer la clasificación y taxonomía de la biota mexicana.

En México una de las colecciones de mamíferos más importantes, es la del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR); la colección de mamíferos CIB es una colección relativamente joven con casi 25 años de formación y en ella se ha conformado la colección de tejidos, que destaca en importancia por las especies que

resguarda y por cumplir con estándares nacionales e internacionales (CONABIO, SEMARNAT y American Society of Mammologists).

Con los elementos necesarios citados anteriormente y aunado al impulso el desarrollo de proyectos de investigación dirigidos a la recopilación de información sobre las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana, se conforman un escenario ideal para identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de herramientas genéticas y el saber hacer de un taxónomo, que permitan generar en un corto plazo aproximaciones al conocimiento de secuencias génicas para algunas especies de mamíferos citados en la NOM-059 y a su vez sentar bases para ser herramientas de ayuda, que puedan colaborar en la generación de los criterios de conservación para las especies o poblaciones, mediante métodos de evaluación de su riesgo de extinción (SEMARNAT 2002).

Antecedentes. Para el noroeste de México existe un gran número de especies y subespecies consideradas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010), la mayoría de ellas se distribuyen en la región insular y otras tienen una distribución restringida (Álvarez Castañeda y Patton 1999, 2000). No ha sido una tarea fácil el abordar el conocimiento de la biodiversidad de especies de mamíferos, por ello es que se debe destacar la importancia de la creación de colecciones de referencia en las que se preserven y resguarden los especímenes, con el objetivo de colaborar al entendimiento de la biología evolutiva de las especies, sin olvidar que existe diversidad genética entre los individuos y que las especies deben ser consideradas como unidades ecológicas,

reproductivas y evolutivas siendo entidades cambiantes espacio temporalmente (Ramírez Pulido *et al.* 1989; Hafner *et al.* 1997).

De reciente incursión han sido las herramientas novedosas de la biología molecular las que han permitido abordar el conocimiento de la variabilidad biológica de las especies y la identificación de las mismas, mediante su código de barras del ADN, estudios relativamente recientes han ido generando información genética útil y fidedigna (Venter *et al.* 2004; Frézal y Leblois 2008) que puede ser de utilidad en la determinación taxonómica. Esta plataforma en las que se ha venido utilizando al ADN, incluyen estudios en los que se ha secuenciado el gen citocromo c oxidasa subunidad uno COI que forma la secuencia primaria del código de barras en los animales (Hebert *et al.* 2003, Hebert y Gregory 2005; Ward *et al.* 2005). Esta herramienta es permisible en la identificación y reasignación de especies ya que valida la información obtenida en campo, incluso puede ser de utilidad en inventarios de comunidades de vertebrados (Borisenko *et al.* 2008).

Siendo los mamíferos uno de los grupos con una clasificación taxonómica satisfactoria (Wilson y Reeder 2005), en campo resulta problemática la identificación de algunas especies, debido a que sus caracteres diagnósticos son comúnmente morfométricos ya sea de cráneo o estructuras internas (Baker y Bradley 2006), en estos casos la herramienta molecular ha sido de utilidad, ya que únicamente se requiere de una muestra pequeña de tejido que ayude en la identificación y que permita conocer el pasado histórico que rodea a cada especie de estudio.

Los análisis de ácido desoxirribonucleico (ADN), han sido ampliamente utilizados en el grupo de mamíferos, como lo demuestra el estudio de Borisenko *et al.* (2008),

quienes re examinaron los ejemplares voucher de la colección y encontraron ciertas discrepancias de identificación hechas en campo, lo que reforzó el uso de herramientas moleculares en la verificación taxonómica. En México aún no se ha implementado por completo su uso en la mayoría de los grupos zoológicos, sin embargo se tienen antecedentes de estudios con mamíferos donde la genética ha servido de herramienta en estudios taxonómicos (Patton *et al.* 2007; Álvarez-Castañeda 2007).

Debido a la amplia distribución de las especies de mamíferos y a la heterogeneidad de ambientes en México, es que el noroeste mexicano destaca en importancia, en ella confluyen especies de origen neártico y neotropical (Álvarez y de Lachica 1991), aunado a su importancia biogeográfica destaca la historia evolutiva de las especies de mamíferos que se distribuyen en península de Baja California (Riddle 1995; Spradling *et al.* 2001), y más aún las especies consideradas en la lista de la Norma Oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la que incluye casi a 90 taxa distribuidos en el Noroeste de México (DOF, 2010), sin embargo al consultar literatura y por conversaciones con expertos se consideran algunas como extintas o con muy poca probabilidad de obtención de muestra de tejido, ya sea por no existir ejemplares en colecciones o por difícil acceso para su colecta.

Se puede observar en la base de datos de Boldsystems la existencia de la mayoría de las especies de mamíferos, sin embargo México destaca por ser un país mega diverso, con poblaciones de especies únicas, ya sea por considerarse como topotipos, endémicas, especies NOM-059 o con distribución restringida. Cabe

hacer la aclaración que los taxa y áreas geográficas propuestas aquí no están representadas en el sistema BOLD. Por ello, es necesario determinar su código genético para crear con ellas librerías de identificación taxonómica y que además puedan ser utilizadas como herramienta en la elaboración de estudios ecológicos y biogeográficos que sirvan de herramienta para la correcta determinación taxonómica. Como se ha mencionado anteriormente este proyecto considero e incluye el inicio del análisis de colectas que a través del tiempo se han venido efectuando, como resultado de la participación de estudiantes e investigadores interesados en la biología de los mamíferos, lo que ha originado que el CIBNOR cuente con la colección de tejidos con mayor representación de especies y subespecies en el país, las cuales tienen un estado de preservación que permite su análisis, sin embargo y debido a que gran parte de las especies que estamos considerando tienen algún estatus de protección en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001

Objetivo general Obtener la información genética de las especies mamíferos NOM-059 del noroeste de México, y generar sus códigos de barras de COI.

Objetivos Particulares: Contribuir al estado de conocimiento taxonómico de las especies de mamíferos incluidos en la NOM-059 que se distribuyen en el noroeste de México.

- a) Elaborar una base de datos que incluya información de los códigos de barras de al menos 65 taxa de mamíferos NOM_059 del noroeste de México.
- b) Incorporar la información obtenida de Código de barras de taxa mexicanos a la plataforma de Boldsystems.

El área de estudio corresponde a la porción noroeste de México, donde destaca la península de Baja California e islas proximales ubicadas en el Golfo de California, algunas de esas entidades se comparten con los estados vecinos de Sonora y Sinaloa. La extensión aproximada de ~1,330 km, superficie que equivale a la longitud de la península de Baja California (González-Abraham et al. 2010), la cual se caracteriza por presentar transiciones ambientales como son los ecosistemas templados mediterráneos del norte de la península y el extremo tropical en la punta sur de la misma. El ambiente de desierto es el dominante en las distintas Islas adyacentes, la dominancia del matorral árido tropical es característico en las más de 800 islas ubicadas en el Golfo de California. Estos desiertos presentan precipitación escasa e irregular, con lluvias impredecibles y variables en invierno y verano. La vegetación en el estado está conformada mayormente por especies adaptadas a las zonas áridas, las cuales son capaces de soportar altas temperaturas y períodos muy largos sin precipitación (Rebman y Roberts 2012).

Para dar seguimiento a este proyecto se consideraron dos fases de desarrollo de actividades. La primera consistió en la búsqueda y recopilación bibliográfica acerca de las especies que pudieran incluirse en este proyecto, consulta en la base de datos de la colección de mamíferos CIB, para solicitar biopsias preservadas que pudieran usarse en este proyecto y posterior análisis genético en el Nodo CIBNOR de Código de Barras. La segunda fase fue la adquisición de muestras no presentes en la Colección de referencia y su inclusión al acervo bilógico. En esta etapa se consideró la elaboración de la base de datos e inclusión a la plataforma de Boldsystems.

Técnicas y métodos detallados. Con relación a las especies de mamíferos NOM-059 presentes en la región noroeste de México, es sabido que las poblaciones son consideradas como frágiles y muchas de ellas de difícil acceso ya sea por lejanía, y/o por el cumplimiento de trámites administrativos ante CONANP, así como el trámite de permiso para coleccionar especies citadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059, ante la Dirección de vida silvestre (FAUT 0051). La gran mayoría de los ejemplares considerados en esta propuesta, se solicitaron a la Colección de mamíferos CIB, donde se ha resguardado material de las especies insulares, siendo el resultado de colectas efectuadas con proyectos de investigación previos (CONACYT, CONABIO, SEMARNAT), o colectas de campo efectuadas por el personal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) desde hace más de 15 años.

El acervo biológico de mamíferos que se resguardan en la colección de tejidos del CIBNOR, se ha venido conformando desde hace casi 15 años y se encuentra como tejido (piel, músculo, riñón e hígado preservado en alcohol al 95%). La selección de taxa se obtuvo al consultar la base de datos de la colección de mamíferos (CIB), obteniendo el listado existente de ejemplares de mamíferos. Del material considerado en este estudio al menos un ejemplar se encontró depositado en la Colección de mamíferos y en la Colección accesoria de tejidos CIB. La identificación hasta categoría de subespecie y validación es hecha por el especialista curador de la colección de mamíferos Dr. Álvarez-Castañeda, así como con la consulta de la base de datos ITIS y nomenclatura utilizada por IBOLD.

Obtención de muestras en campo: La actividad de campo fue dirigida para conseguir material representativo de las especies NOM-059 que no se encontró en la colección del CIB o incluso que requirió incremento en número de muestra hasta 10. Las colectas se efectuó en localidades específicas. Por sitio de estudio se elaboró una hoja de control de colecta, en la que se incluye información del entorno ecológico nombre de la localidad, fecha, coordenadas geográficas, método de colecta, descripción del hábitat, tipo de vegetación asociada, substrato, nombre de la especie, datos morfológicos y morfométricos, sexo, edad, se incluyen fotografías (*.jpg), número de ejemplares colectados, número de ejemplares liberados y retirados para ser preparados e incorporados a la colección del CIBNOR (se considera la extracción de una muestra mínima representativa como referencia).

Para la colecta en campo se hizo uso de trampas del tipo Sherman (para animales vivos); las trampas se colocaron en sitios específicos donde las condiciones de hábitat correspondan a la especie. Cada unidad de muestreo se colocó a una distancia promedio de 10 m (Jones *et al.* 1996). Por individuo se extrajo una pequeña biopsia de al menos cinco individuos.

Trabajo de laboratorio: En el Nodo CIBNOR se trabajó con las muestras de los distintos taxa bajo condiciones asépticas, evitando en lo posible la contaminación, para ello, el material quirúrgico se limpió con alcohol. Las muestras se colocaron en etanol al 95% en las placas de PCR, tratando de completar 94 pozos con las muestras y considerando dos como testigos o blanco, cada placa se rotulo con un identificador asignado (*e.g* MNW_NOM_Cib_1). Cada placa procesada incluyo un formato (*.xls) establecido en la

plataforma Boldsystems con todos los datos que identifican la procedencia de las muestras. Una vez que se tuvo el extracto purificado del ADN de los ejemplares, éstos se incluyeron en la Colección de mamíferos del CIB. En el sistema BOLD se creó un proyecto NOMNW: NOM-059 of Mammals of the Northwest of Mexico, con acceso a personal asociado al proyecto y al asesor de la CONABIO (Manola Canseco).

Resultados y Discusión. Se obtuvieron 486 muestras de tejido que correspondieron a 66 taxa de mamíferos; geográficamente los estados del noroeste con mayor número de taxa fue Baja California Sur con el 63%, seguido de Baja California con el 21% y Sonora con el 15% de la representatividad. De las muestras secuenciadas solo en 337 de ellas se obtuvo el códigos de barras con el gen COI, de tal forma que la librería generada en la plataforma en Boldsystems contiene información para cada espécimen (fotografías del ejemplar voucher, secuencias en formato FASTA y los electroferogramas originales), aunque existieron ejemplares que carecieron de respaldo voucher o de fotografía, solo conteniendo información genética y DNA (Anexo I). Durante el desarrollo del proyecto fue necesario incrementar el número de muestras a analizar o re enviar la muestras es decir se intentó hasta un máximo de 10 ejemplares por especie. En los casos donde no se contaba con más ejemplares, debido a que no siempre fue de buena calidad el producto de PCR (necesario para la secuenciación) o no se contaba con más ejemplares de referencia, solo se envió un mínimo de ejemplares, los cuales en ocasiones no resultaban de buena calidad y tenían que ser eliminados. La única especie de la cual no se obtuvo un resultado genético fue para una especie carnívora (*Vulpes macrotis*).

Cabe señalar que existieron ejemplares cuyas secuencias no fueron exitosas (89), la razón de que no se haya obtenido un código de barras, pudo ser desde una posible degradación de ADN, contaminación, mala preservación o muestras antiguas. Por esta razón no todos los ejemplares fueron exitosos.

Se generaron código de barras para especies de mamíferos pertenecientes a seis órdenes (Artiodactyla, Carnivora, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia y Soricomorpha), con una representación de nueve familias, 14 géneros y 65 especies listadas en la NOM-059 (Tabla 1). Al analizar el número de taxa señalados en la plataforma Boldsystem vs NOM-059 existe discrepancia en cuanto a cantidad y nomenclatura taxonómica, esto es debido a que en el sistema BOLD se incluye una nomenclatura distinta a utilizada en la lista de las especies NOM-059 (DOF 2010).

Consideremos que en la plataforma de Boldsystems sólo se considera la identificación hasta especie, no considerando a las subespecies. Se aclara que la especie *Peromyscus collatus*, se encuentra listado en la NOM-059 como *Peromyscus eremicus collatus* y en Boldsystems como *P. boylii*. *Peromyscus interparietalis interparietalis*, *Peromyscus interparietalis lorenzi* estas especies de ratones se distribuyen en dos islas distintas de allí que la subespecie se mencione distinta, *P. i. interparietalis* se distribuye en Isla San Lorenzo Sur, mientras que *P. i. lorenzi* está referido a Isla San Lorenzo norte, en la base de datos Bold aparece como *Peromyscus interparietalis*. Con relación a *Tamiasciurus mearnsi* esta ardilla esta citada en la NOM-059 y en la base de Bold, como especie valida se incluye nota taxonómica.

Por ello, se registran únicamente 38 especies en lugar de los 65 taxa comprometidos. Bajo este concepto podemos señalar que especies como *Chaetodipus spinatus*, *Neotoma lepida*, *Chaetodipus arenarius*, *Dipodomys merriani*, *Peromyscus fraterculus* y *P. boylii* tienen el mayor número de secuencias asociadas con valores genéticos distantes, esto debido a que son secuencias de especies algunas endémicas a islas distintas.

El árbol de identificación (Anexo II) conformado con las secuencias generadas en el proyecto de especies listadas en la NOM-059, podemos señalar que se utiliza el modelo de distancia Kimura 2 como parámetro de similitud para los 337 códigos de barras observándose similitud en grupos taxonómicos; es decir existe asociación de grupos con similares códigos de barras entre las especies. El árbol que se presenta no es un árbol filogenético, sino de similitud ya sea nivel de género o especie, no existe una concordancia entre los diferentes géneros dentro de las familias o entre familias. Los datos de las especies presentadas tienen una estrecha correlación entre ejemplares de la misma especie, por lo que consideramos que los códigos de barras son una buena validación confiable para la identificación de las especies.

Tabla 1. Listado de los 66 taxa utilizados para la generación de librería de código de barras con el gen COI, la nomenclatura con base a la Norma Oficial Mexicana NOM-059. ID numeración progresiva de registro; muestras utilizadas para la obtención de códigos de barras; HB005 COI secuencias obtenidas; el color verde indica única muestra de la que no se obtuvo información de código de barras.

ID	Taxa	Muestras enviadas	HB005 COI	Localización
	ANTILOCAPRIDAE			
1	<i>Antilocapra americana</i>	5	X	Desierto de Baja California Sur
	CANIDAE			
2	<i>Vulpes velox macrotis</i>	1		Desiertos de Baja California y Baja California Sur
	HETEROMYIDAE			
3	<i>Chaetodipus anthonyi=C.fallax anthonyi</i>	6	X	Isla Cedros, Baja California. Océano Pacífico.
4	<i>Chaetodipus arenarius albulus</i>	10	X	Isla Magdalena, B.C.S.
5	<i>Chaetodipus arenarius ammophilus</i>	10	X	Isla Margarita, Baja California Sur. Océano Pacífico.
6	<i>Chaetodipus arenarius siccus</i>	9	X	Baja California Sur.
7	<i>Chaetodipus baileyi insularis</i>	11	X	Isla Tiburón, Sonora. Golfo de

				California.
8	<i>Chaetodipus dalquesti</i>	5	X	Región del Cabo, Baja California Sur.
9	<i>Chaetodipus intermedius minimus</i>	1	X	Isla Turner, Sonora. Golfo de California.
10	<i>Chaetodipus penicillatus seri</i>	5	X	Isla Tiburón, Sonora. Golfo de California.
11	<i>Chaetodipus spinatus bryanti</i>	10	X	Isla San José, Baja California Sur. Golfo de California.
12	<i>Chaetodipus spinatus lambi</i>	5	X	Isla Espiritu Santo, Baja California Sur. Golfo de California.
13	<i>Chaetodipus spinatus latijugularis</i>	11	X	Isla San Francisco, Baja California Sur. Golfo de California.
14	<i>Chaetodipus spinatus lorenzi</i>	10	X	Isla San Lorenzo, Baja California. Golfo de

				California.
15	<i>Chaetodipus spinatus marcosensis</i>	10	X	Isla San Marcos, Baja California Sur. Golfo de California.
16	<i>Chaetodipus spinatus margaritae</i>	10	X	Isla Margarita, Baja California Sur. Golfo de California.
17	<i>Chaetodipus spinatus occultus</i>	9	X	Isla Carmen, Baja California Sur. Golfo de California.
18	<i>Chaetodipus spinatus pullus</i>	5	X	Isla Coronados, Baja California Sur. Golfo de California.
19	<i>Chaetodipus spinatus seorsus</i>	10	X	Isla Danzante, Baja California Sur. Golfo de California.
20	<i>Dipodomys insularis</i>	10	X	Isla San José, Baja California Sur. Golfo de California.
21	<i>Dipodomys</i>	10	X	Isla

	<i>margaritae</i>			Margarita, Baja California Sur. Golfo de California.
22	<i>Dipodomys merriami mitchelli</i>	5	X	Isla Tiburón, Sonora. Golfo de California.
23	<i>Dipodomys phillipsii</i>	9	X	
	MURIDAE			
24	<i>Neotoma albigula seri</i>	10	X	Isla Tiburón, Sonora. Golfo de California.
25	<i>Neotoma bryanti</i>	5	X	Isla Cedros
26	<i>Neotoma lepida abbreviata</i>	10	X	Isla San Francisco, Baja California Sur. Golfo de California.
27	<i>Neotoma lepida latirostra</i>	6	X	Isla Danzante, Baja California Sur. Golfo de California.
28	<i>Neotoma lepida marcosensis</i>	8	X	Isla San Marcos, Baja California Sur. Golfo de California.

29	<i>Neotoma lepida nudicauda</i>	5	X	Isla Carmen, Baja California Sur. Golfo de California.
30	<i>Neotoma lepida perpallida</i>	10	X	Isla San José, Baja California Sur. Golfo de California.
31	<i>Neotoma lepida vicina</i>	5	X	Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Golfo de California.
32	<i>Neotoma phenax</i>	4	X	Sonora y Sinaloa
33	<i>Neotoma varia</i>	1	X	Sonora
34	<i>Peromyscus boylii glasselli</i>	10	X	Isla San Pedro Nolasco, Sonora. Golfo de California.
35	<i>Peromyscus caniceps</i>	6	X	Isla Montserrat, Baja California Sur. Golfo de California.
36	<i>Peromyscus collatus</i>	5	X	Isla Turner, Sonora. Golfo de California.

37	<i>Peromyscus crinitus pallidisimus</i>	10	X	Isla San Luis Gonzaga, Baja California.
38	<i>Peromyscus dickeyi</i>	10	X	Isla Tortuga, Baja California Sur. Golfo de California.
39	<i>Peromyscus eremicus avius</i>	10	X	Isla Cerralvo, Baja California Sur. Golfo de California.
40	<i>Peromyscus eremicus cedrosensis</i>	10	X	Isla Cedros, Baja California. Océano Pacífico.
41	<i>Peromyscus eremicus cinereus</i>	12	X	Isla San José, Baja California Sur. Golfo de California.
42	<i>Peromyscus eremicus insulicola</i>	4	X	Isla Espíritu Santo, Baja California Sur. Golfo de California.
43	<i>Peromyscus eremicus polypolius</i>	10	X	Isla Margarita, Baja California Sur. Océano Pacífico.
44	<i>Peromyscus eremicus</i>	10	X	Isla Tiburón,

	<i>tiburonensis</i>			Sonora. Golfo de California.
45	<i>Peromyscus eva carmeni</i>	5	X	Isla Carmen, Baja California Sur. Golfo de California.
46	<i>Peromyscus interparietalis interparietalis</i>	10	X	Isla San Lorenzo Sur, Baja California. Golfo de California.
46	<i>Peromyscus interparietalis lorenzi</i>	10	X	Isla San Lorenzo Norte, Baja California
47	<i>Peromyscus maniculatus dorsalis</i>	6	X	Isla Natividad, Baja California Sur. Océano Pacífico.
48	<i>Peromyscus maniculatus exiguus</i>	13	X	Isla San Martín, Baja California. Océano Pacífico.
49	<i>Peromyscus maniculatus geronimensis</i>	14	X	Isla San Gerónimo, Baja California. Océano Pacífico.

50	<i>Peromyscus maniculatus margaritae</i>	4	X	Isla Margarita, Baja California Sur. Océano Pacífico.
51	<i>Peromyscus pseudocrinitus</i>	5	X	Isla Coronados, Baja California Sur
52	<i>Peromyscus sejugis</i>	10	X	Isla Santa Cruz, Baja California Sur. Golfo de California.
53	<i>Peromyscus slevini</i>	5	X	Isla Santa Catalina, Baja California Sur. Golfo de California.
54	<i>Peromyscus stephani</i>	10	X	Isla San Esteban, Baja California. Golfo de California.
	LEPORIDAE			
55	<i>Lepus californicus magdalенаe</i>	3	X	Isla Magdalena BCS
56	<i>Lepus californicus sheldoni</i>	4	X	Isla Carmen, BCS

57	<i>Lepus insularis</i>	6	X	Isla Espiritu Santo
58	<i>Sylvilagus bachmann cerrosensis</i>	5	X	Isla Cedros, Baja California
59	<i>Sylvilagus mansuetus</i>	8	X	Isla San José, BCS
	MUSTELIDAE			
60	<i>Taxidea taxus</i>	3	X	Península de Baja California, Sonora y Sinaloa. no endémica
	SCIURIDAE			
61	<i>Ammospermophilus insularis</i>	10	X	Isla Espiritu Santo, Baja California Sur. Golfo de California.
62	<i>Tamias merriami</i>	7	X	Laguna Juárez, Baja California.
63	<i>Tamiasciurus mearnsi</i>	1	X	San Pedro Mártir Baja California.
	Soricidae			
64	<i>Notiosorex crawfordi</i>	5	X	Baja

	<i>crawfordi</i>			California Sur
	<i>PHYLLOSTOMIDAE</i>			
	<i>Leptonycteris</i> <i>curasoae</i>	9	X	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit. No endémica
	VESPETILIONIDAE			
	<i>Myotis vivesi</i>	2	X	Baja California Sur, Sonora, Islas del Golfo de California. Endémica

Literatura Citada

- Álvarez, T., y F. de Lachica. 1991. Zoogeografía de los vertebrados de México. Sistemas Técnicos de Edición, S.A de C.V. México. 66pp
- Álvarez-Castañeda, S. T. 2007. Systematics of the antelope ground squirrel (*Ammospermophilus*) from islands adjacent to the Baja California peninsula. *Journal of Mammalogy*, 88:1160-1169.
- Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton. 1999. Mamíferos del Noroeste Mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 1:1-583.
- Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton. 2000. Mamíferos del Noroeste Mexicano II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 2:584-873.
- Baker, R. J., y R. D. Bradley. 2006. Speciation in mammals and the genetic species concept. *Journal of Mammalogy*, 87:643-662.
- Borisenko, A. V., B. K. Iim, N. V. Ivanova, R. H. Hanner, y P. D. N., Hebert. 2008. DNA barcoding in surveys of small mammal communities: a field study in Suriname. *Molecular Ecology Resources*, 8:471-479.
- DOF. 2010. Diario Oficial de la Federación. 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 30 de diciembre de 2010. Ciudad de México, México.
- Frézal, L., y R. Leblois. 2008. Four years of DNA barcoding: Current advances and prospects, *Infect.Genet Evol. Doi:10.1016/j.meegid.2008.05.005*.

González-Abraham C.E., Garcillán P.P., Ezcurra E. y El Grupo de Trabajo de Ecorregiones.

2010. Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. Boletín de la Sociedad Botánica de México 87:69-82.

Hafner, M.S., W. L. Gannon, J. Salazar-Bravo, y S. T. Álvarez-Castañeda. 1997. Mammal Collections in the Western Hemisphere. American Society of Mammalogists. Allen Press, 93 pp.

Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons. New York.

Hebert, P. D. N., S. Ratnasingham, J. R. deWaard. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. Proceeding of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 270:S96-S99.

Hebert, P. D. N., y T. R. Gregory 2005. The promise of DNA barcoding for taxonomy. Systematic Biology, 54:852-859.

Huey, L. M. 1964. The Mammals of Baja California, Mexico. Transactions of the San Diego Society of natural History, 13:85-168.

INEGI.

1999. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/estados/> Consultado el 10 de abril 2009.

Jones, C., J. William, M. Conroy, y T. Kunz. 1996. Capturing mammals. Pp. 115-156 *In* Measuring and monitoring Biological Diversity, Standard methods for Mammals, (Wilson, D. E., F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster eds). Smithsonian Institution Press, Washington.

- Nieto-Garibay, A. 1999. Características generales del Noroeste de México. Pp. 13-28. In: Mamíferos del noroeste de México I. (Álvarez-Castañeda, S. T. y J. L. Patton, eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.
- Patton, J. L., D. G. Huckaby, y S. T. Álvarez-Castañeda. 2007. The systematic and evolutionary history of woodrats of the *Neotoma lepida* complex. University of California Press 135:1-411.
- Ramírez Pulido, J., I. Lira, S. Gaona, C. Mudespacher, y A. Castro. 1989. Manejo y mantenimiento de las Colecciones Mastozoológicas. Universidad metropolitana, México. 127 pp.
- Ramírez-Pulido, J., y A. Castro Campillo. 1994. Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1989-1993. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 216 pp.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A. Gardner, and J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of México, 2014. Special Publications. Museum of Texas Tech University, 63. Lubbock EE UU.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F.A. Cervantes, 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Technology University. EUA. 158:1-62.
- Rebman, J. P., y N. Roberts. 2012. Baja California Plant Field Guide. Sunbelt Publications. San Diego, EE. UU.
- Riddle, B.R. 1995. Molecular biogeography in the pocket mice (*Perognathus* and *Chaetodipus*) and grasshopper mice (*Onychomys*): the Late Cenozoic development of a North American aridlands rodent guild. *Journal of Mammalogy* 76:283-301

Schmidt-Nielsen, K. 1979. Desert animals physiological problems of heat and water. Dover Publications, Inc, New York. 277 pp.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental- Especies de flora y fauna silvestres en México- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo, Diario Oficial de la Federación. Pp. 2-21. México, D.F.

Spradling, T. A., M. S. Hafner, y J. W. Demastes. Differences in rate of cytochrome *b* evolution among species of rodents. *Journal of Mammalogy*, 82:65-80.

Venter, J. C., K. Remington, J. F. Heidelberg, A. L. Halpern, D. Rusch, J. A. Eisen, D. Wu, I. Paulsen, K. E. Nelson, W. Nelson, D. E. Fouts, S. Levy, A. H. Snap, M. W. Lomas, K. Nealson, O. White, J. Peterson, J. Hoffman, R. Parsons, H. Baden-Tillson, C. Pfannkoch, Y. Rogers, y H. O. Smith. 2004. Environmental genome shotgun sequencing of the Sargasso sea. *Science*, 304:66-74

Ward, R. D., T. S. Zemlak, B. H. Innes, P. R. Last, y P. D. N. Hebert. 2005. DNA barcoding Austrlia's fish species. *Philos. Transactions R. Society London*, 360:1847-1857.

Wilson y Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3rd edition. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.