*Reporte técnico, 15 Enero del 2021*

**Segundo estudio genético sobre sustitución de especies en el comercio de pescados en México**

**Preparado por:** Adrián Munguía-Vega, PhD (consultor independiente)

**Email:** airdrian@arizona.edu

**Introducción**

La sustitución de especies pesqueras (*seafood mislabeling*) es uno de los principales retos para el manejo sustentable de los recursos marinos alrededor del mundo. Cuando una especie es comercializada bajo un nombre comercial que no corresponde con la identidad real a la que pertenece la muestra, entonces se trata de una sustitución de especies. El código de barras del adn (dna *barcoding*) es una técnica forense en la que se aísla un segmento de adn de un gen de referencia (ej., ~650 pares de bases de adn del gen de la proteína citocromo oxidasa subunidad I o coi) a partir de una muestra comercial de pescado. La secuencia de adn obtenida es comparada con bases de datos de referencia (ej., GenBank, Bold) para determinar la verdadera identidad de la muestra y determinar si existe o no sustitución.

La sustitución de especies de peces ocurre por varios motivos que pueden actuar simultáneamente. Entre las razones se incluye el fraude económico con el objetivo de aumentar ganancias y el ocultar la comercialización de productos de la pesca ilegal. Otros motivos pueden deberse a campañas publicitarias que desalientan el consumo de ciertas especies, o simplemente debido a errores en la transferencia de información a lo largo de la cadena comercial. También influye la necesidad de satisfacer la demanda de productos cuya disponibilidad es limitada (Munguia-Vega *et al*., 2021).

A nivel global, los niveles de sustitución promedio reportados generalmente varían entre 19 y 30% (Luque and Donlan, 2019; Pardo et al., 2016; Warner et al., 2016). En México, un primer estudio en pescaderías de la cdmx y mercados en el estado de Quintana Roo, reportó una sustitución de 18 % (Sarmiento-Camacho and Valdez-Moreno, 2018). En el 2019, Oceana en México realizó una investigación exhaustiva en tres ciudades de México (Mazatlán, cdmx y Cancún) en supermercados, restaurantes y pescaderías, en donde demostramos una tasa de sustitución promedio del 31% (OCEANA, 2019). En este mismo estudio, los niveles más altos de sustitución de especies (53 a 94 %) se encontraron para los nombres comerciales de marlin, sierra, mero, huachinango, robalo y curvina. Los nombres comerciales con niveles intermedios de sustitución (33 a 40 %) fueron para mojarra, dorado, cochito, lenguado, peto y trucha. Los niveles más bajos de sustución (0 a 11 %) se encontraron para los nombres comerciales de tilapia, atún, salmón, basa, merluza y pez espada. Comparativamente, los niveles de sustitución fueron menores en los supermercados (17 %), comparados con restaurantes y pescaderías (34 a 36 % respectivamente) (OCEANA, 2019). Otro estudio reciente en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, estimó una tasa de sustitución del 40% (Munguia-Vega et al., 2021).

Con el objetivo de conocer como varían los patrones de sustitución en otras ciudades de México, realizamos una investigación en muestras provenientes de restaurantes y pescaderías de tres ciudades distintas del país, incluyendo: 1) Ensenada-Tijuana (Baja California), 2) Guadalajara (Jalisco) y 3) Mérida (Yucatán).

**Metodología**

Durante agosto a noviembre del 2020 colectamos un total de 197 muestras en tres ciudades distintas de México: 66 muestras entre Tijuana-Ensenada, 65 muestras de Guadalajara y 66 muestras de Mérida (Tabla 1). Las muestras se obtuvieron en dos puntos de venta distintos donde los consumidores finales adquieren pescado: pescaderías y restaurantes. En total, las muestras provienen de 79 establecimientos distintos: 33 pescaderías y 46 restaurantes.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 1.** Resumen de muestras colectadas. Se muestra el número de muestras colectadas en cada ciudad en pescaderías y restaurantes, y entre paréntesis el número de distintos establecimientos visitados. | | | | |
|  | **Ensenada-Tijuana** | **Guadalajara** | **Mérida** |
| Pescaderías | 32 (9) | 36 (9) | 32 (15) |
| Restaurantes | 34 (18) | 29 (13) | 34 (15) |
| Total | 66 | 65 | 66 |

La toma de muestras en esta ocasión estuvo enfocada en una lista de 12 nombres comerciales principales que incluye: marlin, mero, dorado, robalo, sierra, huachinango, atún, mojarra (excluyendo tilapia), lenguado, curvina, merluza y cazón. Adicionalmente, se tomaron muestras de algunos nombres comerciales típicos de cada localidad. En Ensenada-Tijuana se muestreo el jurel y en Mérida el chac-chi.

Para cada muestra, se recolectó e integró en una base de datos de información con la siguiente información: fecha y hora de recolección, id único, número de tubo, nombre del establecimiento, tipo de establecimiento (pescadería o restaurante), nombre comercial del pescado, origen del nombre comercial (verbal, etiqueta, menú), presentación del pescado, tratamiento que recibió la muestra (ej., crudo, congelado, ahumado, frito, seco salado, cocido en parrilla, etc.) y precio por kilogramo (pescaderías) o porción (restaurantes).

La extracción de adn se realizó siguiendo el método de sales modificado (Miller et al., 1988). Se utilizó un cocktail con dos pares de *primers* o secuencias cortas de adn que flanquean la secuencia de adn de interés, reportados previamente como COI-3 C\_FishF1t1–C\_FishR1t1 (Ivanova et al., 2007). Con este protocolo se realizó la amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (pcr) de ~650 nucleótidos de adn de la región mitocondrial conocida como citocromo oxidasa subunidad I (coi). Algunas muestras que no pudieron ser amplificadas o secuenciadas mediante PCR con el cocktail para COI fueron amplificadas mediante PCR ~530 nucleótidos del gen 12S rRNA con un par de primers descritos recientemente Teleo12S\_1322-R y Teleo12S\_792-F (Valdivia-Carrillo et al., 2019).

Las amplificaciones por PCR fueron analizadas en un secuenciador Applied Biosystems 3730 xl. Las secuencias *forward* y *reverse* resultantes fueron editadas manualmente para obtener la secuencia final consenso de cada muestra, con ayuda del programa en línea Benchling (*https://benchling.com*). Se realizó un alineamiento múltiple de todas las secuencias con el algoritmo Clustal W en el programa Mega7 (Kumar et al., 2016), con el que se verificó que las secuencias obtenidas codificaran la proteína del coi completa sin interrupciones, y se recortaron las secuencias de los *primers*.

De las 197 muestras de ADN, 174 (88.3%) fueron amplificadas exitosamente mediante PCR y tuvieron una calidad suficiente para realizar una identificación genética confiable, mientras que las secuencias restantes fallaron durante la PCR o presentaron secuencias ruidosas o ambiguas y no fueron incluidas en los resultados. Esto puede deberse a varios factores, como la variación en los métodos de preservación antes de la colecta, los distintos métodos de cocción e ingredientes empleados durante la preparación en los restaurantes, entre otros, los cuales disminuyen la calidad y cantidad del adn obtenido.

La identificación genética en el nivel de especie se realizó con base en la secuencia más parecida presente en las siguientes bases de datos: 1. Mediante el algoritmo MegaBlast contra las secuencias depositadas en la base de datos de nucleótidos de adn de acceso abierto GenBank ([*https://blast.ncbi.nlm.nih.gov*](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov)); 2. Con las secuencias de código de barras a nivel de especie (*species level barcode records*), en la base de datos del código de barras de la vida (Bold, [*http://www.barcodinglife.org*](http://www.barcodinglife.org)).

Para determinar la sustitución de especies, se comparó el nombre comercial de cada muestra con las siguientes tres bases de referencia de acceso abierto que contienen nombres comunes y científicos de peces en México: 1. Especies de interés pesquero en el Pacífico mexicano ([*http://catalogo.cicimar.ipn.mx*](http://catalogo.cicimar.ipn.mx)) (Ramirez-Rodriguez, 2013); 2. el catálogo de peces comerciales marinos de México, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) ([*http://enciclovida.mx/peces*](http://enciclovida.mx/peces)) y; 3. la lista de nombres comunes en español para México, de la base de datos de acceso abierto Fishbase ([*http://www.fishbase.org*](http://www.fishbase.org)). Se determinó que había sustitución cuando el nombre común de la especie identificada genéticamente era distinto del nombre comercial con el cual la muestra de pescado fue vendida. Aunque un solo nombre científico puede corresponder a varios nombres comunes, se consideró que había sustitución de especies cuando el nombre comercial con el cual la muestra fue vendida no correspondía al nombre común de la especie identificada genéticamente en ninguna de las tres bases de referencia mencionadas.

**Resultados**

Los resultados que se muestran a continuación se basan en un total de 174 muestras de pescados, provenientes de Ensenada-Tijuana (N = 57), Guadalajara (N = 62) y Mérida (N = 55). Todas las secuencias tuvieron una homología con alguna secuencia en alguna de las dos bases de datos de ADN que se mencionan (> 98 %), por lo que se considera que la identificación de especies es confiable. La única excepción fue una muestra de Guadalajara identificada como un pez guitarra relacionado a *Pseudobatos lentiginosus* con un 93.6% de homología en el gen 12S, y que probablemente representa una especie poco conocida que no está bien representada en las bases de datos consultadas. La confianza en la asignación de especies fue evaluada mediante el *e-value*, que corresponde al número de resultados que se espera que se produzcan al azar en la base de datos de GenBank, considerando el tamaño de la secuencia obtenida y el número de secuencias presentes en la base de datos. Al respecto, las 174 muestras analizadas mostraron *e-values* de cero, lo que indica que los resultados de similitud con las secuencias en GenBank no se deben al azar y son estadísticamente confiables.

**Sustitución promedio en las tres ciudades**

De las 174 muestras identificadas genéticamente en las tres ciudades muestreadas, 77 no coincidieron con el nombre comercial con el cual fueron vendidas y fueron identificadas como casos de sustitución de especies. Estos valores representan un promedio global de sustitución de especies de pescado del **44.2** %. El promedio de sustitución de especies observado en las tres ciudades muestreadas fue menor en restaurantes (37.9%, N = 79) comparado con pescaderías (49.4%, N = 95).

Ocho nombres comerciales principales fueron muestreados en dos o tres de las ciudades analizadas y tuvieron un tamaño de muestra > 8 que permitió estimar con mayor confianza estadística un porcentaje de sustitución (ver Tabla 2). En este grupo que representa 124 muestras (71.2% del total), observamos que el atún aleta amarilla fue el nombre comercial más común y el cual no mostró ningún caso de sustitución por otra especie. El robalo mostró niveles bajos de sustitución (16.7%). El resto de los nombres comerciales mostraron niveles altos de sustitución, los cuales se enlistan a continuación, de menor a mayor sustitución: mero (45%), lenguado (45.5%), curvina (52.9%), mojarra (66.7%), huachinango (87.5%) y marlin (100%).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 2.** Frecuencia de sustitución de 8 nombres comerciales principales en las tres ciudades muestreadas y especies impostoras empleadas como sustitutas. | | | | | |
| **No.** | **Nombre comercial** | **N** | **Frequencia de Sustitución** | **% de Sustitución** | **Especies**  **sustitutas** |
| 1 | Atún | 30 | 0 | **0.0** | - |
| 2 | Mero | 20 | 9 | **45.0** | basa, rubia, boquinete, corocoro, chac-chi, extranjera, corvina, conejo |
| 3 | Curvina | 17 | 9 | **52.9** | basa, tilapia, cabrilla, verdillo |
| 4 | Marlin | 17 | 17 | **100.0** | atún, tiburón mako, bonito, |
| 5 | Robalo | 12 | 2 | **16.7** | pargo, tilapia |
| 6 | Lenguado | 11 | 5 | **45.5** | basa |
| 7 | Mojarra | 9 | 6 | **66.7** | tilapia, corocoro, rubia, |
| 8 | Huachinango | 8 | 7 | **87.5** | tilapia, blanco, jurel, chano |
| Total |  | 124 | 55 |  |  |

**Sustitución de especies en cada ciudad**

El nivel de sustitución encontrado dentro de cada ciudad muestreada fue muy similar entre Tijuana-Ensenada y Guadalajara (47.3% y 48.3% respectivamente, ver Tabla 3). El nivel de sustitución encontrado en Mérida fue menor (36.3%). En cada una de las tres ciudades muestreadas las pescaderías mostraron niveles mayores de sustitución (42.4% a 54.5%) comparados a los restaurantes (27.2% a 42.8%).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 3.** Patrones de sustitución de especies en cada una de las tres ciudades de México y sus valores en promedio( N = número de muestras). analizadas | | | | | | | | |
|  | **ENS-TIJ** | | **GDL** | | **MID** | | **Promedio** | |
| **Tipo de**  **establecimiento** | **N** | **% de susti tución** | **N** | **% de susti tución** | **N** | **% de susti tución** | **N** | **% de susti tución** |
| Pescaderías | 29 | 51.7 | 33 | 54.5 | 33 | 42.4 | 95 | 49.4 |
| Restaurantes | 28 | 42.8 | 29 | 41.3 | 22 | 27.2 | 79 | 37.9 |
| Total | 57 | **47.3** | 62 | **48.3** | 55 | **36.3** | 174 | **44.2** |

En Ensenada-Tijuana, los nombres comerciales mas importantes (N > 6) fueron atún (0% sustitución), jurel (16.7% sustitución) y lenguado (33.3% sustitución), cabrilla (42.9 % sustitución), curvina (75% sustitución) y marlin (100% sustitución). Otros nombres comerciales locales encontrados en una o dos ocasiones fueron lobina, mojarra, blanco, huachinango, mero y rocot (ver Tabla 4).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 4.** Frecuencia en la sustitución de pescado en Ensenada-Tijuana para 12 nombres comerciales observados, indicando nombre comercial, número de muestras analizadas (N), número de muestras que fueron sustituidas por otra especie y porcentaje de sustitución de especies. | | | | |
| **No.** | **Nombre comercial** | **N** | **Frequencia de Sustitución** | **% de Sustitución** |
| 1 | Cabrilla | 14 | 6 | 42.9 |
| 2 | Curvina | 8 | 6 | 75.0 |
| 3 | Marlin | 8 | 8 | **100.0** |
| 4 | Atún | 7 | 0 | 0.0 |
| 5 | Jurel | 6 | 1 | 16.7 |
| 6 | Lenguado | 6 | 2 | 33.3 |
| 7 | Lobina | 2 | 1 | 50.0 |
| 8 | Mojarra | 2 | 1 | 50.0 |
| 9 | Blanco | 1 | 1 | **100.0** |
| 10 | Huachinango | 1 | 1 | **100.0** |
| 11 | Mero | 1 | 0 | 0.0 |
| 12 | Rocot | 1 | 0 | 0.0 |
|  | Total | 57 | 27 | **47.3** |

En Guadalajara, los nombres comerciales mas importantes (N > 5) fueron atún (0 % sustitución), cazón (9% sustitución), robalo (28.6% sustitución), curvina (40% sustitución), lenguado (60% sustitución). marlin (100% sustitución) y huachinango (100% sustitución). Otros nombres comerciales locales encontrados en 1-3 ocasiones fueron dorado, sierra y lobina (ver Tabla 5).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 5**. Frecuencia en la sustitución de pescado en Guadalajara para 10 nombres comerciales observados, indicando nombre comercial, número de muestras analizadas (N), número de muestras que fueron sustituidas por otra especie y porcentaje de sustitución de especies. | | | | |
| No. | Nombre comercial | N | Frequencia de Sustitución | % de Sustitución | |
| 1 | Atún | 15 | 0 | 0.0 | |
| 2 | Cazón | 9 | 3 | 33.3 | |
| 3 | Marlin | 9 | 9 | **100.0** | |
| 4 | Robalo | 7 | 2 | 28.6 | |
| 5 | Huachinango | 6 | 6 | **100.0** | |
| 6 | Curvina | 5 | 2 | 40.0 | |
| 7 | Lenguado | 5 | 3 | 60.0 | |
| 8 | Dorado | 3 | 2 | 66.7 | |
| 9 | Sierra | 2 | 2 | **100.0** | |
| 10 | Lobina | 1 | 1 | **100.0** | |
|  | Total | 62 | 30 | **48.3** | |

En Mérida, los nombres comerciales mas importantes (N > 4) fueron atún (0% sustitución), robalo (0% sustitución), curvina (25% sustitución), mero (47.4% sustitución), mojarra (71.4% sustitución) y esmedregal (75% sustitución). Otros nombres comerciales locales encontrados en 1-3 ocasiones fueron chac-chi, boquinete, dorado y huachinango (ver Tabla 6).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 6**. Frecuencia en la sustitución de pescado en Mérida para 10 nombres comerciales observados, indicando nombre comercial, número de muestras analizadas (N), número de muestras que fueron sustituidas por otra especie y porcentaje de sustitución de especies. | | | | |
| No. | Nombre comercial | N | Frequencia de Sustitución | % de Sustitución | |
| 1 | Mero | 19 | 9 | 47.4 | |
| 2 | Atún | 8 | 0 | 0.0 | |
| 3 | Mojarra | 7 | 5 | **71.4** | |
| 4 | Robalo | 5 | 0 | 0.0 | |
| 5 | Curvina | 4 | 1 | 25.0 | |
| 6 | Esmedregal | 4 | 3 | **75.0** | |
| 7 | Chac-chi | 3 | 2 | 66.7 | |
| 8 | Boquinete | 3 | 0 | 0.0 | |
| 9 | Dorado | 1 | 0 | 0.0 | |
| 10 | Huachinango | 1 | 0 | 0.0 | |
|  | Total | 55 | 20 | **36.3** | |

En resumen, los nombres comerciales con mayor porcentaje de sustitución para Ensenada-Tijuana incluye marlin, blanco y huachinango (100.00 % de sustitución); para GDL incluye marlin, huachinango, sierra y lobina (100 % de sustitución); y para Mérida incluye esmedregal y mojarra (75.0 y 71. 4 % respectivamente).

**Especies empleadas como sustitutas**

Dentro de los 77 casos de sustitución de especies identificados, se encontraron a 5 especies que se emplearon en mayor frecuencia (N > 4) como sustitutas de otras especies: atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*, N = 16), basa (*Pangasianodon hypophthalmus*, N =10), tilapia (*Oreochromis niloticus,* N = 8), blanco del pacífico (*Caulolatilus princeps*, N = 7) y verdillo (*Paralabrax nebulifer*, N = 4). Adicionalmente, se identificaron otras 26 especies distintas que fueron empleadas como sustitutas en una o dos ocasiones (ver Tabla 7).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 7.** Lista de especies que fueron utilizadas para sustituir a otras especies en las tres ciudades. | | | |
| **Especie** | **Nombre comercial** | **N** |
| *Thunnus albacares* | Atún aleta amarilla | **16** |
| *Pangasianodon hypophthalmus* | Basa | **10** |
| *Oreochromis niloticus* | Tilapia | **8** |
| *Caulolatilus princeps* | Blanco del Pacífico | **7** |
| *Paralabrax nebulifer* | Verdillo | 4 |
| *Cyprinus carpio* | Carpa común | 2 |
| *Haemulon plumierii* | Chac-chi | 2 |
| *Isurus oxyrinchus* | Tiburón mako | 2 |
| *Lachnolaimus maximus* | Boquinete | 2 |
| *Ocyurus chrysurus* | Rubia | 2 |
| *Orthopristis chrysoptera* | Corocoro armado | 2 |
| *Paralabrax auroguttatus* | Cabrilla extranjera | 1 |
| *Paralabrax loro* | Cabrilla loro | 1 |
| *Calamus arctifrons* | Pluma | 1 |
| *Caranx latus* | Jurel voraz | 1 |
| *Cynoscion nebulosus* | corvina pinta | 1 |
| *Istiophorus platypterus* | Pez vela | 1 |
| *Lopholatilus chamaeleonticeps* | Conejo amarillo | 1 |
| *Lutjanus novemfasciatus* | Pargo prieto | 1 |
| *Lutjanus peru* | Huachinango del Pacífico | 1 |
| *Lutjanus synagris* | Pargo villajaiba o Rubia | 1 |
| *Micropogonias megalops* | Chano norteño | 1 |
| *Paralabrax clathratus* | Cabrilla sargacera | 1 |
| *Paralichthys californicus* | Lenguado californiano | 1 |
| *Pseudobatos lentiginosus* | Guitarra diablito | 1 |
| *Rhizoprionodon terraenovae* | Cazón ley | 1 |
| *Sarda chiliensis* | Bonito del Pacífico | 1 |
| *Scorpaena guttata* | Pez escorpión | 1 |
| *Seriola lalandi* | Jurel de castilla | 1 |
| *Thunnus alalunga* | Albacore | 1 |
| *Trachinotus falcatus* | Pampano | 1 |
| Total |  | **77** |

**Comercio de especies en peligro de extinción**

Entre las especies identificadas con los análisis genéticos se encontraron 7 especies clasificadas como vulnerables, dos en peligro de extinción (Tiburón mako *Isurus oxyrinchus* y conejo amarillo *Lopholatilus chamaeleonticeps)* y una especie en peligro crítico (Mero gigante del Pacífico, *Stereolepis gigas*, Tabla 8). Dentro de las especies vulnerables cuyas poblaciones se consideran en disminución se encuentran dos especies de tiburones (tiburón sedoso y tiburón martillo común), y cinco especies de peces del Golfo de México incluyendo 3 especies de meros, el boquinete y el huachinango.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabla 8.** Lista de 10 especies identificadas que se encuentran en la categoría de vulnerable, en peligro o en peligro crítico de extinción de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (uicn), incluyendo nombre científico, nombre común, nivel de riesgo y estado poblacional. | | | | | |
| **No.** | **Especies en peligro** | **Nombre común** | **IUCN** | **Estado Poblacional** |
| 1 | *Stereolepis gigas* | Mero gigante del Pacífico | En peligro crítico | Desconocido |
| 2 | *Lopholatilus chamaeleonticeps* | Conejo amarillo, corvinato | En peligro | Disminuyendo |
| 3 | *Isurus oxyrinchus* | Tiburón mako | En peligro | Disminuyendo |
| 4 | *Lachnolaimus maximus* | Boquinete | Vulnerable | Disminuyendo |
| 5 | *Epinephelus morio* | Mero rojo | Vulnerable | Disminuyendo |
| 6 | *Mycteroperca microlepis* | Abadejo | Vulnerable | Disminuyendo |
| 7 | *Mycteroperca interstitialis* | Cherna boca amarilla, gallina o gallinta | Vulnerable | Disminuyendo |
| 8 | *Carcharhinus falciformis* | Tiburón sedoso | Vulnerable | Disminuyendo |
| 9 | *Sphyrna zygaena* | Tiburón martillo común | Vulnerable | Disminuyendo |
| 10 | *Lutjanus campechanus* | Huachinango del Golfo | Vulnerable | Disminuyendo |

**Datos de cada muestra analizada**

Los detalles de cada una de las 174 muestras analizadas e incluidas en este reporte pueden consultarse en el Anexo 1.

**Referencias**

Ivanova, N. V., T. S. Zemlak, R. H. Hanner, P. D. N. Hebert. 2007. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding. Molecular Ecology Notes, 7, 544-548.

Kumar, S., G. Stecher, K. Tamura. 2016. Mega7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. Mol Biol Evol, 33, 1870-1874.

Luque, G. M., C. J. Donlan. 2019. The characterization of seafood mislabeling: A global meta-analysis. Biological Conservation, 236, 556-570.

Miller, S. A., D. D. Dykes, H. F. Polesky. 1988. A simple salting out procedure for extracting DNA from human nucleated cells. Nucleic Acids Research, 16, 1215.

Munguia-Vega, A., A. Hudson-Weaver, J. F. Dominguez-Contreras, H. Peckham. 2021. Multiple drivers behind mislabeling of fish from artisanal fisheries in La Paz, Mexico. PeerJ, 9:e10750 <http://doi.org/10.7717/peerj.10750>.

OCEANA. 2019. Estudio genético sobre sustitución de especies en el comercio de pescados en méxico. <https://doi.org/10.31230/osf.io/49wka>. 34 pp.

Pardo, M. A., E. Jimenez, B. Perez-Villarreal. 2016. Misdescription incidents in seafood sector. Food Control, 62, 277-283.

Ramirez-Rodriguez, M. 2013. Especies de interés pesquero en el Pacífico Mexicano: Nombres y claves para su registro. 87 pp.

Sarmiento-Camacho, S., M. Valdez-Moreno. 2018. DNA barcode identification of commercial fish sold in Mexican markets. Genome, 61, 457-466.

Valdivia-Carrillo, T., A. Rocha-Olivares, H. Reyes-Bonilla, J. F. Dominguez-Contreras, A. Munguia-Vega. 2019. Beyond traditional biodiversity fish monitoring: Environmental DNA metabarcoding and simultaneous underwater visual census detect different sets of a complex fish community at a marine biodiversity hotspot. bioRxiv, <http://dx.doi.org/10.1101/806729>.

Warner, K., P. Mustain, B. Lowell, S. Geren, S. Talmage. 2016. Deceptive dishes: Seafood swaps founds worldwide. OCEANA.