



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842), CONABIO, 2020

Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842)



Foto: JJPhoto. Fuente: Fishbase (Froese & Pauly, 2020).

El Misgurno de Asia (*Misgurnus anguillicaudatus*) es una especie de pez asiático que se ha introducido en varios países del mundo principalmente como pez ornamental, como recurso alimenticio y como carnada viva. Esto ha resultado en el establecimiento de poblaciones en Michigan, Washington, Idaho, Indiana, California, Florida, Hawaii, Illinois, New Jersey, New York, Oregón, Brazil, Australia, Península Ibérica, Alemania, Italia, España, Palau, Indonesia y Filipinas. Se reporta que ocasionan una reducción del tamaño poblacional de los productores primarios y/o secundarios, además de facilitar la eutroficación e incrementar la turbidez del agua, así como los niveles de amonio, nitritos y nitratos. El modelo de distribución potencial muestra algunas regiones con riesgo de establecimiento alto. La evaluación general del riesgo para esta especie en México es alta.

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Cypriniformes
Familia:	Cobitidae
Género:	<i>Misgurnus</i>

Forma de citar: Mendoza, R. *et al.* 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Misgurnus anguillicaudatus*. Actualización de 30 análisis de riesgo de peces ornamentales con potencial invasor en México. Universidad Autónoma de Nuevo León. CONABIO Proyecto WR007. Cd de México.



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842)**, CONABIO, 2020

Nombre científico: ***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842)**

Nombre común: Misgurno de Asia (Froese & Pauly, 2020).

Sinónimos: *Cobitis anguillicaudata*, *Nemachilus lividus*, *Misgurnus crossochilus*, *Ussuria leptcephala*, *Misgurnus mizolepis grangeri*, *Misgurnus mohoity leopardus*, *Misgurnus mohoity yunnan*, *Misgurnus punctatus*, *Misgurnus mizolepis unicolor*, *Misgurnus elongatus* (Froese & Pauly, 2020).

Valor de invasividad: 32

Resultado de la evaluación: alto

Descripción de la especie

El cuerpo está moteado con marcas de color gris verdoso más oscuro a marrón oscuro, sobre un fondo amarillo marrón a marrón. Esta especie es reconocida por su cuerpo cilíndrico, cinco pares de barbillas alrededor de su boca y su única aleta dorsal de base corta. La vista dorsal muestra al macho con aletas pectorales más grandes y a la hembra con un abdomen más lleno. Los machos maduros son fáciles de identificar porque el segundo rayo pectoral es largo y grueso. La aleta pectoral es triangular en lugar de redondeada. Tiene crestas adiposas conspicuas a lo largo de las líneas medias ventral y dorsal del pedúnculo caudal y la espina suborbitaria está oculta en la piel. La línea lateral es muy corta, no excede la longitud de la aleta pectoral. Crece hasta una longitud total de 24,8 cm (CABI, 2019; Froese & Pauly, 2020).

Distribución original

Asia: Siberia (cuencas de Tugur y Amur), Sakhalin, Corea, Japón, China desde el sur hasta el norte de Vietnam (Froese & Pauly, 2020).

Estatus: Exótica no presente en México

Se reporta como establecida de acuerdo con Espinosa-Pérez & Ramírez (2015) citando a Contreras-Balderas & Escalante-Cavazos (1984), quienes reportan que la especie no ha sido reportada desde el cierre de una granja de producción en Chapingo.



A. Biogeografía/Histórico

1. Domesticación/Cultivo

1- ¿La especie ha sido domesticada o cultivada ampliamente por motivos comerciales, de pesca deportiva u ornamental?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie que se comercializa principalmente como pez ornamental, como recurso alimenticio y como carnada viva. Tiene una demanda comercialmente importante en China, Corea, Japón y Sureste de Asia (Ashton & Ciccotto, 2010; Froese & Pauly, 2020; GISD, 2020; Lintermans, 2004; St. Amant & Hoover, 1969; Zhao *et al.*, 1999).

2- ¿La especie ha establecido poblaciones autosuficientes en el lugar donde se ha introducido?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se encuentra establecida en Michigan, USA (Schultz, 1960), Washington (Strecker *et al.*, 2011), Idaho (Urquhart, 2013), Indiana (Simon *et al.*, 2006), California, Florida, Hawaii, Illinois, New Jersey, New York, Oregón y probablemente en Luisiana (Nico *et al.*, 2019), Brasil (Magalhães & Jacobi, 2010; Abilhoa *et al.*, 2013), Australia (Dove & Ernst, 1998), Península Ibérica (Franch *et al.*, 2008), Alemania (Freyhof & Korte, 2005), Italia, España, Palau, Indonesia y Filipinas (Gomes *et al.*, 2011).

3- ¿La especie tiene razas, variedades o subespecies invasoras?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontraron subespecies invasoras.

2. Climático y distribución

4- ¿Cuál es el nivel de coincidencia entre la tolerancia reproductiva de la especie y el clima del área de análisis de riesgo?

Respuesta: Alto

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se realizó un modelo de distribución potencial utilizando Maxent (v3.3.3; Phillips *et al.*, 2006) con datos bioclimáticos (Worldclim 2.0; www.worldclim.org) e



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842), CONABIO, 2020

hidrológicos (Hydro1k; <http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/>) (Fig. 1). Se observa una probabilidad de establecimiento media a alta para gran parte del país.

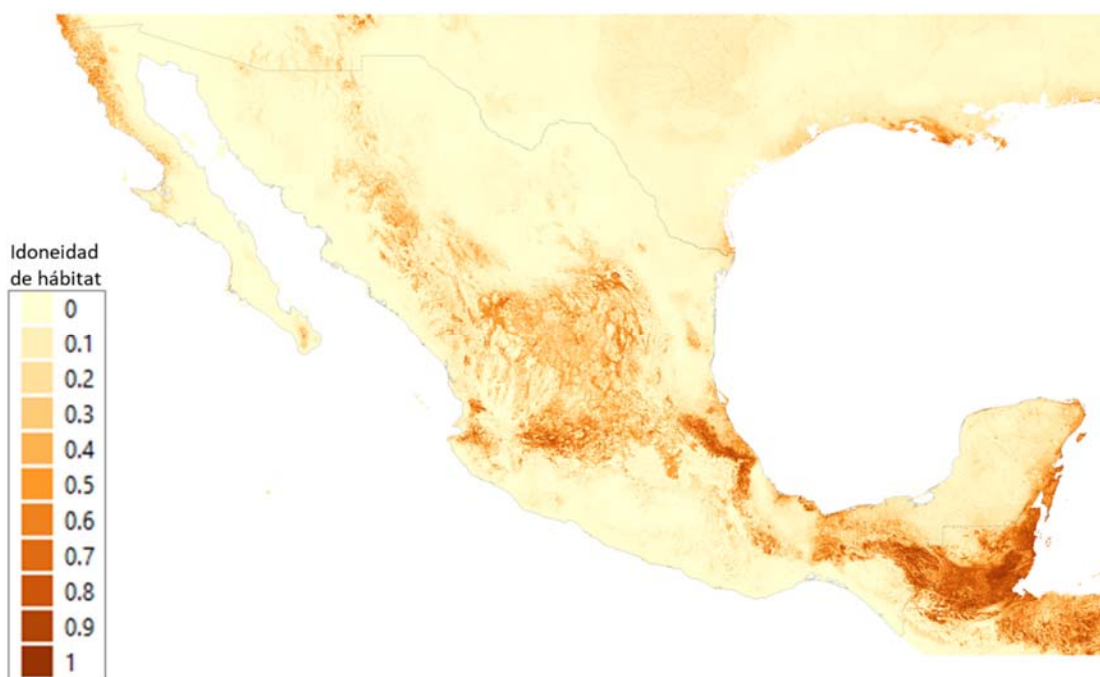


Figura 1. Distribución potencial de *Misgurnus anguillicaudatus* en condiciones climáticas presentes en México de acuerdo al modelo de nicho generado por Maxent. Valores cercanos a 1 indican mayor idoneidad de hábitat.

5- ¿Cuál es la calidad de la información para determinar la coincidencia climática?

Respuesta: Alta

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se realizó un mapa de distribución potencial de acuerdo a un modelo generado en Maxent, el cual mostró un valor de pROC de 0.886 (validación cruzada, partición aleatoria de los datos, n=5).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
Misgurnus anguillicaudatus (Cantor, 1842), CONABIO, 2020

6- ¿Tiene la especie poblaciones autosuficientes en tres o más zonas climáticas Köppen-Geiger?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: De acuerdo a la base de datos de GBIF la especie se reporta en 4 zonas climáticas Köppen-Geiger (A, B, C y D) y en un total de 10 subcategorías climáticas (Fig. 2; Peel *et al.*, 2007; GBIF, 2020).

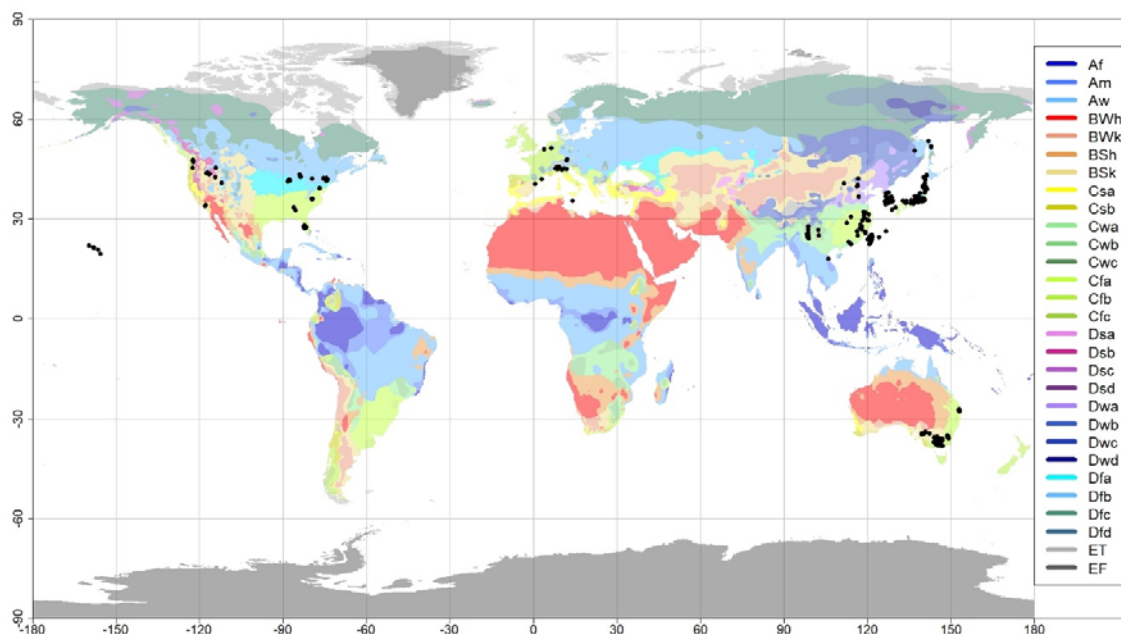


Figura 2. Registros de presencia de *Misgurnus anguillicaudatus* en el mundo (GBIF, 2020). Se muestran las zonas climáticas Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007).

7- ¿La especie es nativa, o se ha establecido en regiones con climas similares a los del área del análisis de riesgo?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se encuentra establecida en regiones con climas similares a México, como California, y Florida (Nico *et al.*, 2019), Brazil (Magalhães & Jacobi, 2010; Abilhoa *et al.*, 2013) y Australia (Dove & Ernst, 1998).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

8- ¿La especie tiene antecedentes de haber sido introducida fuera de su rango de distribución natural?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Ha sido introducida en Michigan (Schultz, 1960), Washington (Strecker *et al.*, 2011), Idaho (Urquhart, 2013), Indiana (Simon *et al.*, 2006) California, Florida, Hawaii, Illinois, New Jersey, New York, Oregón (Nico *et al.*, 2019), Brasil (Magalhães & Jacobi, 2010; Abilhoa *et al.*, 2013), Australia (Dove & Ernst, 1998), Península Ibérica (Franch *et al.*, 2008), Alemania (Freyhof & Korte, 2005), Italia, España, Palau, Indonesia y Filipinas (Gomes *et al.*, 2012).

3. Invasividad en otros lugares

9- ¿La especie ha establecido una o más poblaciones autosuficientes, fuera de su rango de distribución nativa?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se reporta que se ha establecido en diversos estados de USA (Nico *et al.*, 2019), así como Brasil (Magalhães y Jacobi, 2010; Abilhoa *et al.*, 2013), Australia (Dove & Ernst, 1998), Península Ibérica (Franch *et al.*, 2008), Alemania (Freyhof & Korte, 2005), Italia, España, Palau, Indonesia y Filipinas (Gomes *et al.*, 2012).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

10- En el rango en donde la especie se ha introducido, ¿se conocen impactos a poblaciones, especies comerciales o de pesca deportiva silvestres?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: En el río Yarlung Zangbo la reducción de las poblaciones nativas de *Oxygymnocypris stewartii*, una especie de consumo humano, se han asociado con la introducción de especies exóticas, incluyendo *M. anguillicaudatus*, las cuales ocasionan una reducción del tamaño poblacional de los productores primarios y/o secundarios, resultando en una alta mortalidad en estadios tempranos de *O. stewartii* y competencia por alimento en estadios posteriores (Ng, 2010; Huo *et al.*, 2014). También es reservorio del Birnavirus LV1 y de *Flexibacter columnaris*; estando el primero estrechamente relacionado con el virus de la necrosis pancreática infecciosa y que, cabe resaltar, es potencialmente letal para las poblaciones de salmónidos y el segundo, causando lesiones en la piel y provocando la muerte de peces, afectando principalmente a los bagres; es probable que su presencia pueda afectar negativamente a la industria, al ser estos grupos vulnerables; además de los impactos negativos que genera su existencia en el agua, como la turbidez y eutrofización de la misma (Koetsier & Urquhart, 2012; Lintermans, 2007; Wolf, 1988).

11- En el rango introducido de la especie, ¿se conocen impactos a especies producidas por la acuicultura o para uso ornamental?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se encontró que en acuarios se alimentaron de *Gambusia affinis* así como de huevos y alevines de salmón (Logan *et al.*, 1996). También puede impactar especies nativas de peces mediante la reducción de macroinvertebrados y mediante competencia por sitios de refugio y depredación de huevos y juveniles (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018).

12- En el rango introducido de la especie, ¿se conocen impactos a ríos, lagos o a los servicios que proporciona un ecosistema?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se ha determinado que tiene impactos similares a los de la carpa común, debido a que puede facilitar la eutrofización e incrementar la turbidez del agua, así como los niveles de amonio, nitritos y nitratos además de la disminución significativa en el número de macroinvertebrados (Keller & Lake, 2007; Lintermans, 2007; GISD, 2020).



13- ¿Tiene la especie congéneres invasivos?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información sobre congéneres invasores, aunque *Misgurnus mizolepis* se ha reportado como introducido en USA (Nico *et al.*, 2020).

B. Biología/Ecología

4. Rasgos indeseables (o de persistencia)

14- ¿La especie es ponzoñosa/venenosa, o representa un riesgo para la salud humana?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No representa ningún riesgo para el ser humano (Froese & Pauly, 2020).

15- ¿La especie compite con especies nativas?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha reportado competencia por espacio y alimento con peces galáxidos en Australia (Lintermans *et al.*, 2004) y con poblaciones nativas de *Oxygymnocypris stewartii* en el río Yarlung Zangbo (Huo *et al.*, 2014). Además de ocasionar reducciones en las poblaciones de insectos acuáticos, causando una disminución en la dieta de peces nativos (White & Meade, 2015; Nico *et al.*, 2019). También compite con especies nativas por alimento, espacio, refugio y lugares de desove. En Australia y Hawaii, ha provocado la disminución de las poblaciones de especies nativas, debido principalmente a su establecimiento y traslape de dietas, sobre todo de macroinvertebrados (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018; GISD, 2020; Lintermans, 2007; Urquhart & Koetsier, 2014a; White & Meade, 2015).

16- ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie de vida libre (Froese & Pauly, 2020).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

17- ¿La especie le desagrada a, o carece de, depredadores naturales?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: En su área nativa es el principal alimento de aves de talla grande, como garzas, asociadas a cuerpos de agua y zonas pantanosas (Choi *et al.*, 2016).

18- ¿La especie se alimenta de especies nativas (previamente sujetas a baja o nula depredación)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Debido a sus hábitos alimenticios omnívoros, entre su dieta se encuentran macroinvertebrados, así como larvas y huevos de ranas y peces nativos, principalmente galáxidos (Froese & Pauly, 2020; Keller & Lake, 2007; Lintermans, 2007; Logan *et al.*, 1996; Urquhart & Koetsier, 2014a).

19- ¿Es la especie hospedera, y/o es un vector, de parásitos y patógenos reconocidos, especialmente no nativos?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *M. anguillicaudatus* es portador de parásitos como *Echinostoma cinetorchis*, *E. hortense* y *Clinostomum complanatum*, los cuales pueden afectar diversas especies de peces, aves, animales domésticos, incluyendo al humano (Seo *et al.*, 1984; Chai *et al.*, 1985; Malek & Mobedi, 2001; Lintermans, 2007; Koizumi *et al.*, 2013). Dove & Ernst (1998), encontraron que *M. anguillicaudatus* es portador de monogéneos exóticos del género *Gyrodactylus*; como *G. macracanthus* y *G. micracanthus*, los cuales se adhieren a las aletas y piel del huésped, causando úlceras y lesiones. Por otro lado, también es portador del Birnavirus LV1, el cual está estrechamente relacionado con el virus de la necrosis pancreática infecciosa; cabe resaltar que esta enfermedad es potencialmente letal para las poblaciones de salmónidos (Wolf, 1988; Koetsier & Urquhart, 2012). Finalmente, también se tiene conocimiento de que es portador de *Flexibacter columnaris*, causando lesiones en la piel y provocando la muerte de peces, afectando principalmente a los bagres (Chowdhury & Wakabayashi, 1991).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

20- ¿La especie alcanza un gran tamaño corporal (> 15 cm LT) (más propicia a ser liberada)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Aunque usualmente su tamaño es de 15 a 19 cm LT, se han registrado ejemplares de hasta 30 cm; pueden llegar a vivir hasta 13 años (Laird & Page, 1996; Lintermans, 2007; Froese & Pauly, 2020; GISD, 2020).

21- ¿Tiene la especie una amplia tolerancia salina o es eurihalina en alguna etapa de su ciclo de vida?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie dulceacuícola que habita en la zona demersal de ríos, lagos, estanques, pantanos y arrozales; no se tiene conocimiento de que habite en aguas estuarinas y salinas; es por eso que la salinidad puede significar una barrera para su propagación y establecimiento (Froese & Pauly, 2020; GISD, 2020; Koster *et al.*, 2002). En la Península Ibérica no se ha logrado establecer en cuerpos de agua con alta salinidad, encontrándose solo en sitios con conductividad menor a 3 mS/cm (Franch *et al.*, 2008).

22- ¿Es la especie capaz de resistir fuera del agua durante periodos extensos (mínimo una hora)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *M. anguillicaudatus* es capaz de utilizar oxígeno atmosférico al utilizar su intestino altamente vascularizado como un órgano respiratorio adicional (McMahon & Burggren 1987) lo cual le permite ser transportado fuera del agua por largos periodos (Lintermans, 2004). Debido a esta característica puede incluso sobrevivir hasta un mes en temporada de sequía, al enterrarse en sustratos lodosos en donde puede respirar y expulsar aire por la boca a través su intestino (Gonçalves *et al.*, 2007).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

23- ¿Es la especie tolerante a un amplio rango de condiciones de velocidad del agua (versátil en la utilización de su hábitat)?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha observado que los adultos prefieren aguas tranquilas o de poco flujo (Ashton & Ciccotto, 2010; Lintermans, 2007).

24- ¿La alimentación u otros comportamientos de la especie modifican o reducen la calidad del hábitat para las especies nativas?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Pueden reducir la calidad del agua mediante un aumento en la concentración de amonio, nitritos, nitratos y turbidez, ocasionando impactos en similares a la carpa común (Keller & Lake, 2007). Además compiten por el espacio para refugio, descanso o desove con otras especies, provocan la proliferación de algas al causar turbidez y eutrofización del hábitat (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018; Frable, 2008; Lintermans, 2007; Urquhart & Koetsier, 2014a).

25- ¿Requiere la especie de un tamaño de población mínimo para mantener poblaciones viables?

Respuesta: Sí

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: De acuerdo con Wang *et al.*, (2019), *M. anguillicaudatus* requiere un tamaño mínimo de población de 64 individuos con una tasa de crecimiento instantánea de 0.13 por año en el Río Yangtze, China para mantener sus poblaciones viables; sin embargo, también mencionan que los valores obtenidos deben tomarse como la información base para ajustarla en diferentes escenarios, como por ejemplo, la adición de eventos catastróficos, los cuales no fueron tomados en cuenta en su estudio.



5. Alimentación

26- Si la especie es principalmente herbívora o piscívora/carnívora (e.g. anfibios), ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie omnívora (GISD, 2020; Lintermans, 2007).

27- Si la especie es omnívora (o depredador generalista), ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Su dieta consiste en larvas de insectos acuáticos, rotíferos, algas, gasterópodos, moluscos, microcrustáceos, detritus, huevos y alevines de otros peces así como huevos de anfibios, lo cual significa que sus hábitos de búsqueda pueden remover el sustrato de los cuerpos de agua (GISD, 2020; Lintermans, 2007).

28- Si la especie es principalmente planctívora o detritívora o algívora, ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie omnívora (GISD, 2020; Lintermans, 2007).

29- Si la especie es principalmente bentívora, ¿es probable que su forrajeo produzca impactos adversos en el área de análisis?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie omnívora (GISD, 2020; Lintermans, 2007).

6. Reproducción

30- ¿La especie exhibe cuidado parental y/o es capaz de adelantar su madurez sexual en respuesta al medio ambiente?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto



Justificación: En su área de distribución nativa, desovan varias veces durante la temporada de desove, que dura desde mediados de abril hasta mediados de octubre; sin embargo, a mediados de junio, se colectaron organismos de poblaciones no nativas en Indiana, encontrando hembras con óvulos maduros y poros urogenitales distendidos, lo cual significaría que la temporada de desove recién había comenzado, siendo así, se concluyó que probablemente los organismos alteraron su temporada de reproducción (Simon *et al.*, 2006).

31- ¿La especie produce gametos viables?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha logrado reproducir y tener poblaciones viables en la mayor parte de los países que en donde se ha introducido (Abilhoa *et al.*, 2013; Froese & Pauly, 2020).

32- ¿La especie se hibridiza naturalmente con especies nativas (o utiliza machos de especies nativas para fecundar sus huevos) en el área de análisis?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se han reportado producción de huevos diploides en hembras de *M. anguillicaudatus*, los cuales pueden producir descendencia viable mediante ginogénesis de forma artificial con radiación UV y mediante fertilización con esperma de individuos de la misma especie y del goldfish sin contribución genética paterna (Morishima *et al.*, 2002; Itono *et al.*, 2006). También tiene la capacidad de hibridizarse artificialmente con otras especies de los géneros *Misgurnus* y *Paramisgurnus* (Fujimoto *et al.*, 2008a; Kim *et al.*, 1995; Long *et al.*, 2000; Zhao *et al.*, 1999), no obstante, se sospecha que su hibridación en poblaciones naturales es posible (Yin *et al.*, 2005; You *et al.*, 2009). Lo anterior hace que su presencia afecte negativamente a las poblaciones silvestres de *Cobitis taenia* o *Misgurnus fossilis*, especies nativas y protegidas respectivamente en Países bajos (Van Kessel *et al.*, 2013) y en otros países en donde ya se ha establecido. Sin embargo estas especies no se distribuyen de forma nativa en México.



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

33- ¿La especie es hermafrodita?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No es una especie hermafrodita. Sin embargo, fue colectado en una ocasión un individuo de *M. anguillicaudatus* cuya apariencia sugería un estadio de transición entre macho y hembra; es decir, la forma del cuerpo, así como de las aletas pectorales, eran predominantemente características de un macho, sin embargo, las gónadas eran exclusivamente estructuras ováricas y contenían oocitos en diferentes estadios de desarrollo (Kobayashi, 1964; Lodi, 1980).

34- ¿La especie depende de la presencia de otra especie (o una característica específica del hábitat) para completar su ciclo de vida?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No requiere de la presencia de ninguna otra especie para completar su ciclo de vida, pero sí depende de características específicas en su hábitat, prefiriendo comunmente sistemas con aguas tranquilas o de flujo lento, con arena, sustratos fangosos o ricos en detritos, en donde pueden excavar para esconderse, descansar y alimentarse (GISD, 2020; Lintermans, 2007; Naruse & Oishi, 1996).

35- ¿La especie tiene una tasa de fecundación alta (>10,000 huevos/kg), es iterópara o tiene una larga temporada de reproducción?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Desovan varias veces al año durante la temporada de reproducción, la cual comienza a mediados de abril, finalizando a mediados de octubre; desovando aproximadamente 4000 a 8000 huevos por puesta. Los huevos miden aproximadamente 1.5 mm de diámetro, son de color rojizo y tienen propiedades adhesivas; una vez fecundados, son dispersados en plantas acuáticas o sustratos fangosos, eclosionando después de dos o tres días; las larvas permanecen en la columna de agua durante un corto periodo antes de asentarse en el fondo (GISD, 2020; Lintermans, 2007; Wang *et al.*, 2008; Urquhart, 2013).

36- ¿Cuál es el tiempo generacional mínimo conocido para la especie (en años)?

Respuesta: 1 año

Certidumbre: Muy cierto



Justificación: Los machos alcanzan la madurez sexual en un año, mientras que las hembras en uno o dos años, al medir aproximadamente 10 cm (Lintermans, 2007; Urquhart, 2013).

7. Mecanismos de dispersión

37- ¿Puede la especie ser dispersada de manera involuntaria en alguna etapa de su vida?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: En California se ha introducido debido a escapes de granjas de goldfish (Amant & Hoover, 1969 citado por Nico *et al.*, 2019). También se han reportado introducciones no intencionales debido a su uso como carnada viva en Australia (Lintermans, 2004) y Hawaii (Brock, 1960 citado por Nico *et al.*, 2019) y debido a escapes de acuarios domésticos en diversas partes del mundo (Tabor *et al.*, 2001). Su popularidad como carnada viva y como pez de acuario lo hacen sencillo de introducir de manera accidental fuera de su distribución natural, por ejemplo, los escapes de acuarios e instalaciones de cultivo ocurridos en California, Idaho y Michigan, E. U. (Simon *et al.*, 2006).

38- ¿Puede la especie ser dispersada en alguna etapa de su vida intencionalmente por el humano (y existen hábitats apropiados abundantes en las cercanías)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se han reportado liberaciones intencionales de ejemplares de acuarios en Australia (Lintermans, 2004), Brazil (Gomes *et al.*, 2011) y posiblemente en USA (Tabor *et al.*, 2001). Además en otras partes del mundo se ha introducido con motivo de acuicultura. Debido a su importación como pez de acuario, carnada viva y ocasionalmente alimenticia, su distribución es indiscutible (Franch *et al.*, 2008; Froese & Pauly, 2020).

39- ¿Puede la especie ser dispersada en alguna etapa de su vida como un contaminante de materias primas?

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

40- ¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus huevos?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Es poco probable, debido a que los huevos tienen propiedades adhesivas; una vez que son fecundados, las hembras los desovan en sustratos fagosos o en las raíces de las plantas donde son adheridos al sustrato (Koster *et al.*, 2002; Laird & Page, 1996).

41- ¿Su dispersión natural ocurre en función de la dispersión de sus larvas (a lo largo de hábitats lineares y/o transitorios)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Después de eclosionar, las larvas se mueven por un corto periodo de tiempo en la columna de agua, no hacen ningún tipo de movimiento migratorio ya que se asientan en el fondo al poco tiempo. Su forma principal de dispersión es a través de sistemas de riego, drenaje de ríos y lagos y durante inundaciones. En Australia, se ha demostrado una rápida expansión de las poblaciones utilizando estos métodos de dispersión (Frale, 2008).

42- ¿Migran los adultos o juveniles de la especie (ej. reproducción, esmoltificación, alimentación)?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se ha reportado que migra temporalmente hacia los arrozales para su reproducción (Fujimoto *et al.*, 2008b).

43- ¿Los huevos de la especie son dispersados por otros animales (externamente)?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Es poco probable, debido a que los huevos son adheridos al sustrato o en plantas acuáticas (Laird & Page, 1996; Koster *et al.*, 2002).

44- ¿La dispersión de la especie es dependiente de la densidad?

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.

Forma de citar: Mendoza, R. *et al.* 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Misgurnus anguillicaudatus*. Actualización de 30 análisis de riesgo de peces ornamentales con potencial invasor en México. Universidad Autónoma de Nuevo León. CONABIO Proyecto WR007. Cd de México.



8. Atributos de tolerancia

45- ¿La especie puede sobrevivir al transporte fuera del agua durante alguna etapa de su vida?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es capaz de utilizar oxígeno atmosférico al utilizar su intestino altamente vascularizado como un órgano respiratorio adicional (McMahon & Burggren 1987) lo cual le permite ser transportado fuera del agua por largos periodos (Lintermans, 2004). Debido a esta característica puede incluso sobrevivir hasta un mes en temporada de sequía, al enterrarse en sustratos lodosos en donde puede respirar y expulsar aire por la boca a través su intestino (Gonçalves *et al.*, 2007). Incluso se ha reportado que puede sobrevivir a la desecación por mas de 81 días (Koetsier & Urquhart, 2012).

46- ¿La especie tolera un amplio rango de condiciones de calidad del agua, especialmente carencia de oxígeno y temperaturas extremas?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha documentado que puede sobrevivir temperaturas de 2°C (Schultz 1960; Logan *et al.*, 1996) e incluso temperaturas por debajo del punto de congelación y contacto directo con hielo (Urquhart, 2013). También puede sobrevivir en condiciones hipóxicas, debido a su adaptación a las tensiones bajas de oxígeno de su habitat nativo (Gonçalves *et al.*, 2007; Frable, 2008) y hasta hasta 42°C (Clunie *et al.*, 2002; GISD, 2020; Hinlo *et al.*, 2018; Lintermans, 2007). También puede sobrevivir en ambientes modificados o degradados; son tolerantes a la contaminación por pesticidas; (Clunie *et al.*, 2002; GISD, 2020; Hinlo *et al.*, 2018; Lintermans, 2007; Urquhart & Koetsier, 2014b).

47- ¿La especie es fácilmente susceptible a piscicidas a dosis permitidas legalmente en el área de análisis?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se ha reportado que es susceptible a la rotenona y toxafeno (Schultz, 1960), siendo la concentración letal media (LC50) de 37 µg/L en 48 horas para la rotenona (Melo *et al.*, 2015). No obstante se ha reportado que es tolerante a la contaminación por pesticidas (Lintermans *et al.*, 2004).



48- ¿La especie tolera o se beneficia de disturbios ambientales?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se han encontrado individuos en áreas de alta turbidez y eutroficación, así como cuerpos de agua afectados por florecimientos algales (Frable, 2008). Además puede soportar los altos niveles de amonio durante los períodos de fertilización agrícola en los arrozales donde habita (Tsui *et al.*, 2005; Fujimoto *et al.*, 2008b; Ip *et al.*, 2014).

49- ¿Hay enemigos naturales de la especie presentes en el área de la evaluación de riesgo?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: En su rango nativo e introducido la especie es depredada por la lobina negra, *Micropterus salmoides*, la cual esta presente en México (Tabor *et al.*, 2001; Huo *et al.*, 2014). Además, en su área de distribución nativa es principalmente depredado por garzas (Choi *et al.*, 2016; Katayama *et al.*, 2013; Koizumi *et al.*, 2013) por lo cual estas pueden actuar como enemigos naturales en México.

Tabla 1. Reporte para el análisis de riesgo de *Misgurnus anguillicaudatus* en México mediante FISK v2.0

		Puntuación:	32.0
Puntuación desglosada:			
	A. Biogeografía/Histórico		17.0
	1. Domesticación/Cultivo		3.0
	2. Climático y distribución		2.0
	3. Invasividad en otros lugares		12.0
	B. Biología/Ecología		15.0
	4. Rasgos indeseables		6.0
	5. Alimentación		1.0
	6. Reproducción		3.0
	7. Mecanismos de dispersión		4.0
	8. Atributos de persistencia		1.0
Preguntas contestadas:			
	Total		49
	A. Biogeografía/Histórico		13
	1. Domesticación/Cultivo		3
	2. Climático y distribución		5
	3. Invasividad en otros lugares		5
	B. Biología/Ecología		36
	4. Rasgos indeseables		12
	5. Alimentación		4
	6. Reproducción		7
	7. Mecanismos de dispersión		8
	8. Atributos de persistencia		5



Sectores afectados:	
Acuicultura	21
Medio ambiente	24
Molestia/Nociva	3
Factor de certidumbre	0.92

Referencias

- Abilhoa, V., Bornatowski, H. & S. Vitule, J.R. 2013. Occurrence of the alien invasive loach *Misgurnus anguillicaudatus* in the Iguaçu River basin in southern Brazil: A note of concern. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(1):257–259. <https://doi.org/10.1111/jai.12007>
- Ashton, M. & Cicchetto, P. 2010. First Records of Oriental Weatherfish (*Misgurnus anguillicaudatus*) in Maryland. *Northeastern Naturalist*, 17(4):671–672. <https://doi.org/10.1656/045.017.0413>
- CABI. 2019. *Misgurnus anguillicaudatus* (oriental weatherloach). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/75075>
- Chai, J.Y., Hong, S.J., Sohn, W.M. & Lee, S.H. 1985. Studies on intestinal trematodes in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, 23(1):18–23.
- Choi, Y.S., Kwon, I.K. & Yoo, J.C. 2016. Nestling diet of three sympatric egret species: rice elds support breeding egret populations in Korea. *Ornithol Sci*, 15:55–62.
- Chowdhury, M.B.R. & Wakabayashi, H. 1991. A study on *Flexibacter columnaris* infection in loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Bleeker, Günther). *Journal of Fish Diseases*, 14(3):389–394. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1991.tb00837.x>
- Clunie, P., Stuart, I., Jones, M., Crowther, D., Schreiber, S., McKay, S., O'Connor, J., McLaren, D., Weiss, J., Gunasekera, L. & Roberts, J. 2002. *A Risk Assessment of the Impacts of Pest Species in the Riverine Environment in the Murray-Darling Basin*. Department of Natural Resources and Environment, Arthur Rylah Institute.
- Contreras-Balderas, S. & Escalante-Cavazos, M.A. 1984. Distribution and know impacts of exotic fishes in Mexico. In Courtenay W.R. & Stauffer J.R. (Eds.), *Distribution, biology, and management of exotic fishes* (pp. 102–130). John Hopkins University Press.
- Dove, A.D. & Ernst, I. 1998. Concurrent invaders—four exotic species of Monogenea now established on exotic freshwater fishes in Australia. *International Journal for Parasitology*, 28(11):1755–1764.
- Espinosa-Pérez, H., & Ramírez, M. 2015. Exotic and invasive fishes in Mexico. *Check List*, 11:1.
- Frale, B. 2008. *Invasive Species Profile - Oriental Weatherfish, Misgurnus anguillicaudatus* (Candor, 1824).
- Franch, N., Clavero, M., Garrido, M., Gaya, N., López, V., Pou-Rovira, Q. & Queral, J.M. 2008. On the establishment and range expansion of oriental weatherfish (*Misgurnus anguillicaudatus*) in NE Iberian Peninsula. *Biological Invasions*, 10(8):1327–1331. <https://doi.org/10.1007/s10530-007-9207-9>
- Freyhof, J. & Korte, E. 2005. The first record of *Misgurnus anguillicaudatus* in Germany. *Journal of Fish Biology*, 66(2):568–571. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00606.x>
- Froese, R., & Pauly, D. 2020. *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842). Pond loach. <http://www.fishbase.org/summary/3016>
- Fujimoto, T., Yasui, G.S., Yoshikawa, H., Yamaha, E. & Arai, K. 2008a. Genetic and reproductive potential os spermatozoa of diploid and triploid males obtained from interspecific hybridization of *Misgurnus anguillicaudatus* female with *M. mizolepis* male. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(4):430–437.
- Fujimoto, Y., Ouchi, Y., Hakuba, T., Chiba, H. & Iwata, M. 2008b. Influence of modern irrigation, drainage system and water management on spawning migration of mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. *Environmental Biology of Fishes*, 68:388–395.
- GBIF. 2020. *Misgurnus anguillicaudatus*. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.zljwr9>
- GISD. 2020. Global Invasive Species Database.



<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Misgurnus+anguillicaudatus>

- Gomes, C.I.D.D.A., Peressin, A., Cetra, M. & Barrella, W. 2011. First adult record of *Misgurnus anguillicaudatus*, Cantor 1842 from Ribeira de Iguape River Basin, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(3):229-232.
- Gonçalves, A.F., Castro, L.F.C., Pereira-Wilson, C., Coimbra, J. & Wilson, J.M. 2007. Is there a compromise between nutrient uptake and gas exchange in the gut of *Misgurnus anguillicaudatus*, an intestinal air-breathing fish? *Comparative Biochemistry and Physiology - Part D: Genomics and Proteomics*, 2(4):345–355. <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2007.08.002>
- Hinlo, R., Lintermans, M., Gleeson, D., Broadhurst, B. & Furlan, E. 2018. Performance of eDNA assays to detect and quantify an elusive benthic fish in upland streams. *Biological Invasions*, 20(11):3079–3093. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1760-x>
- Huo, B., Xie, C.X., Madenjian, C.P., Ma, B.S., Yang, X.F. & Huang, H.P. 2014. Feeding habits of an endemic fish, *Oxygymnocypris stewartii*, in the Yarlung Zangbo River in Tibet, China. *Environmental biology of fishes*, 97(11):1279-1293.
- Ip, Y.K., Chew, S.F. & Randall, D.J. 2004. Five tropical air-breathing fishes, six different strategies to defend against ammonia toxicity on land. *Physiological and Biochemical Zoology*, 77(5):768–782. <https://doi.org/10.1086/422057>
- Itono, M., Morishima, K., Fujimoto, T., Bando, E., Yamaha, E. & Arai, K. 2006. Premeiotic endomitosis produces diploid eggs in the natural clone loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Teleostei: Cobitidae). *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, 305(6):513-523.
- Katayama, N., Goto, T., Narushima, F., Amano, T., Kobori, H. & Miyashita, T. 2013. Indirect positive effects of agricultural modernization on the abundance of Japanese tree frog tadpoles in rice fields through the release from predators. *Aquatic Ecology*, 47(2):225–234. <https://doi.org/10.1007/s10452-013-9437-0>
- Keller, R.P. & Lake, P.S. 2007. Potential impacts of a recent and rapidly spreading coloniser of Australian freshwaters: Oriental weatherloach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Ecology of Freshwater Fish*, 16(2):124–132. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00204.x>
- Kim, D.S., Nam, Y.K. & Park, I.S. 1995. Survival and karyological analysis of reciprocal diploid and triploid hybrids between mud loach (*Misgurnus mizolepis*) and pound loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Aquaculture*, 135:257–265.
- Kobayashi, H. 1964. On a hermaphroditic mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor). *J. Hokkaido Gakugei Univ*, 14:23–25.
- Koetsier, P. & Urquhart, A.N. 2012. Desiccation tolerance in a wild population of the invasive oriental weatherfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 141(2):365–369. <https://doi.org/10.1080/00028487.2012.664946>
- Koizumi, N., Mizutani, M., Watabe, K., Mori, A., Nishida, K. & Takemura, T. 2013. Genetic Diversity and Population Structure of the Hotoke Loach, *Lefua echigonia*, a Japanese Endangered Loach. In G. Rádis Baptista (Ed.), *An integrated view of the molecular recognition and toxinology - from analytical procedures to biomedical applications* (p. 546). InTech.
- Koster, W.M., Raadik, T.A. & Clunie, P. 2002. *Scoping study of the potential spread and impact of the exotic fish oriental weatherloach in the Murray-Darling basin, Australia: a resource document* (Issue January 2016).
- Laird, C.A. & Page, L.M. 1996. Non-native fishes inhabiting the streams and lakes of Illinois /. In *Non-native fishes inhabiting the streams and lakes of Illinois /*. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.50306>
- Lintermans, M. 2004. Human-assisted dispersal of alien freshwater fish in Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(3):481–501. <https://doi.org/10.1080/00288330.2004.9517255>
- Lintermans, M. 2007. *Fishes of the Murray-Darling Basin: An introductory guide*. Murray-Darling Basin Authority.
- Lodi, E. 1980. Hermaphroditic and gonochoric populations of *Cobitis taenia bilineata canestrini* (Cobitidae osteichthyes). *Monitore Zoologico Italiano - Italian Journal of Zoology*, 14(4):235–243. <https://doi.org/10.1080/00269786.1980.10736360>
- Logan, D.J., Bibles, E.L. & Markle, D.F. 1996. Recent collections of exotic aquarium fishes in the freshwaters of Oregon and thermal tolerance of oriental weaterfish and pirapatinga. *California Fish and Game*, 82:66–80.



- Long, L., Zhao, Z.S. & Tang, B. 2000. Analysis of genetic variation in hybrids between *Misgurnus anguillicaudatus* cross *Paramisgurnus dabryanus* reciprocally by using RAPD. *Acta Hydrobiol Sin*, 24:659–662.
- Magalhães, A.L.B. & Jacobi, C.M. 2010. E-commerce of freshwater aquarium fishes: potential disseminator of exotic species in Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 32(3):243-248.
- Malek, M. & Mobedi, I. 2001. Occurrence of *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1819) (Digenea: Clinostomatidae) in *Capoeta capoeta gracilis* (Osteichthys: Cyprinidae) from Shiroud River, Iran. *Iranian J. Publ. Health*, 30(3):95–98.
- McMahon, B. & Burggren, W.W. 1987. Respiratory Physiology of Intestinal Air Breathing in the Teleost Fish *Misgurnus Anguillicaudatus*. *Journal of Experimental Biology*, 133(1):371–393.
- Melo, K.M., Oliveira, R., Grisolia, C.K., Domingues, I., Pieczarka, J.C., de Souza Filho, J. & Nagamachi, C.Y. 2015. Short-term exposure to low doses of rotenone induces developmental, biochemical, behavioral, and histological changes in fish. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(18):13926–13938. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4596-2>
- Morishima, K., Horie, S., Yamaha, E. & Arai, K. 2002. A cryptic clonal line of the loach *Misgurnus anguillicaudatus* (Teleostei: Cobitidae) evidenced by induced gynogenesis, interspecific hybridization, microsatellite genotyping and multilocus DNA fingerprinting. *Zoological science*, 19(5):565-575.
- Naruse, M. & Oishi, T. 1996. Annual and daily activity rhythms of loaches in an irrigation creek and ditches around paddy fields. *Environmental Biology of Fishes*, 47(1):93–99. <https://doi.org/10.1007/BF00002382>
- Ng, H.H. 2010. *Oxygymnocypris stewartii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T168408A6487005. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T168408A6487005.en>
- Nico, L., Fuller, P., Neilson, M., Larson, J., Fusaro, A., Makled, T.H. & Loftus, B. 2019, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=498>
- Nico, L.G., Fuller, P. & Neilson, M.E., 2020, *Misgurnus mizolepis* Günther, 1888: U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=499>, Revision Date: 8/15/2017
- Peel, M., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 4:439-473.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4):231-259.
- Schultz, E.E. 1960. Establishment and early dispersal of a loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor), in Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 89(4):376-377.
- Seo, B.S., Park, Y.H. & Chai, J.Y. 1984. Studies on intestinal trematodes in Korea. XIV. Infection status of loaches with metacercariae of *Echinostoma cinetorchis* and their development in albino rats. *Korean Journal of Parasitology*, 22(2):181–189. <https://doi.org/10.3347/kjp.1984.22.2.181>
- Simon, T.P., Bright, G., Veraldi, F., Smith, J.R. & James, R. 2006. New Records for the Alien Oriental Weatherfish, in the Lake Michigan. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 115(1):32–36.
- St. Amant, J. & Hoover, F. 1969. Addition of *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor) to the California fauna. *California Fish and Game*, 55(4):330–331.
- Strecker, A.L., Campbell, P.M. & Olden, J.D. 2011. The aquarium trade as an invasion pathway in the Pacific Northwest. *Fisheries*, 36(2):74-85.
- Tabor, R.A., Warner, E. & Hager, S. 2001. An oriental weatherfish (*Misgurnus anguillicaudatus*) population established in Washington state. *Northwest Science* 75(1):72-76. <https://www.fws.gov/wafwo/fisheries/Publications/FP228.pdf>
- Tsui, T.K.N. 2005. Mechanisms of Ammonia Tolerance in the Weatherloach, *Oriental Misgurnus anguillicaudatus* 泥鰌的耐氨機制. City University of Hong Kong.
- Urquhart, A.N. 2013. Life history and environmental tolerance of the invasive Oriental Weatherfish (*Misgurnus anguillicaudatus*) in southwestern Idaho, USA. University Theses and Dissertations. 595.
- Urquhart, A.N. & Koetsier, P. 2014a. Diet of a Cryptic but Widespread Invader, the Oriental Weatherfish (*Misgurnus anguillicaudatus*) in Idaho, USA. *Western North American Naturalist*,



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), CONABIO, 2020**

- 74(1):92–98. <https://doi.org/10.3398/064.074.0109>
- Urquhart, A.N., & Koetsier, P. 2014b. Low-Temperature Tolerance and Critical Thermal Minimum of the Invasive Oriental Weatherfish *Misgurnus anguillicaudatus* in Idaho, USA. *Transactions of the American Fisheries Society*, 143(1):68–76. <https://doi.org/10.1080/00028487.2013.829124>
- U.S. Fish & Wildlife Service. 2012. *Oriental Weatherfish (Misgurnus anguillicaudatus) Ecological Risk Screening Summary: Vol. Web version.*
- Van-Kessel, N., Dorenbosch, M., Crombaghs, B., Niemeijer, B. & Binnendijk, E. 2013. First record of asian weather loach *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842) in the River Meuse Basin. *BiolInvasions Records*, 2(2):167–171. <https://doi.org/10.3391/bir.2013.2.2.14>
- Wang, T., Fujiwara, M., Gao, X. & Liu, H. 2019. Minimum viable population size and population growth rate of freshwater fishes and their relationships with life history traits. *Scientific Reports*, 9(1): 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40340-z>
- Wang, Y., Hu, M., Cao, L., Yang, Y. & Wang, W. 2008. Effects of daphnia (*Moina micrura*) plus chlorella (*Chlorella pyrenoidosa*) or microparticle diets on growth and survival of larval loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). *Aquaculture International*, 16(4):361–368. <https://doi.org/10.1007/s10499-007-9150-x>
- White, L.M. & Meade, M.E. 2015. Occurrence of the Asiatic weatherfish, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842), in Alabama, USA. *BiolInvasions Records*, 4(2):125–132. <https://doi.org/10.3391/bir.2015.4.2.09>
- Wolf, K. 1988. *Fish viruses and fish viral diseases*. Comstock Publishing Associates.
- Yin, J., Zhao, Z.S. & Chen, X. 2005. Karyotype comparison of diploid and tetraploid loach *Misgurnus anguillicaudatus*. *Acta Hydrobiol Sin*, 29(4):469–472.
- You, C., Yu, X. & Tong, J. 2009. Detection of hybridization between two loach species (*Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*) in wild populations. *Environmental Biology of Fishes*, 86(1):65–71. <https://doi.org/10.1007/s10641-007-9282-x>
- Zhao, Z.S., Gao, G. & Sun, W. 1999. Studies on insemination cytology in hybridization between *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*. *Journal of Huazhong Agriculture University*, 18:75–77.