

***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**



Foto: Eduardo Soto Galera. Fuente: CONABIO.

Hay preocupación acerca de los impactos que *Carassius auratus* tiene sobre la comunidad acuática, incluyendo el aumento de la turbidez, la depredación sobre los peces nativos y su papel en la facilitación de la proliferación de algas (Global Invasive Species Database, 2019).

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Craniata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Cypriniformes
Familia:	Cyprinidae
Género:	<i>Carassius</i>
Nombre científico:	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)

Forma de citar: Mendoza, R. *et al.* 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Carassius auratus*. 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.

Nombre común: Carpa dorada, pez dorado o goldfish (Froese & Pauly, 2019).

Sinónimos: *Cyprinus auratus*, *Carassius auratus auratus* (Froese & Pauly, 2019).

Valor de Invasividad: 36

Resultado de la evaluación: Alto

Descripción de la especie

Carassius auratus posee un cuerpo fuerte y robusto. La cabeza no presenta escamas. Las aletas dorsales y anales tienen espinas huesudas serradas, mientras que las aletas pélvicas y torácicas son cortas y amplias. La pigmentación en especies, tanto en cautiverio como en vida silvestre, es de un café aceituna, verde-aceituna con brillo en bronce, plateado, grisáceo amarillento, gris plata, oro (a menudo con manchas negras) al blanco cremoso, blanco amarillento. Las formas cultivadas varían de color escarlata, rojo rosado, plata, marrón, blanco, negro y las combinaciones de estos colores. Su tamaño es de hasta 59 cm TL. El peso máximo publicado es de 3 Kg, y la edad máxima reportada es de 41 años. Se alimenta de plantas, pequeños crustáceos, insectos y detritos (Froese & Pauly, 2019).

Distribución original

Asia oriental. China, Hong Kong, Japón, Laos, Macau y Birmania (Froese & Pauly, 2019).

Estatus: Exótica presente en México

Carassius auratus fue introducido en aguas de California entre 1882 y 1884, y actualmente se ha expandido en dicho estado (Dill & Cordone, 1997 citado por Ruíz-Campos *et al.*, 2014). Su presencia en el bajo Colorado y en Sonora es considerada rara. Existen registros recientes en Baja California: río Hardy; laguna Salada y canal de irrigación entre el ejido Nayarit y Sonora, y en Sonora: río Magdalena (Ruíz-Campos *et al.*, 2014).



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 para pesca comercial, pesca deportiva, acuicultura, sumamente popular en el acuarismo, ocasionalmente se comercializa como carnada viva, control biológico, para su uso en laboratorios con fines experimentales, en parques para “propósitos estéticos” y para balancear la fauna carnívora/omnívora (De Silva, 1989; Welcomme, 1992; Crivelli, 1995; Lintermans, 2004; Innal & Erk’akan, 2006; Ribeiro *et al.*, 2009; Strecker *et al.*, 2011; Kilian *et al.*, 2012; CABI, 2019; Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha introducido en todo el mundo. Es la especie más ampliamente expandida en Europa (29 países) y se ha establecido en más de 70 países y esta probablemente establecida en otros 6: Afganistán, Albania, Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bangladesh, Belarús, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China, Chipre, Colombia, Corea, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, EEUU continental, EEUU (Hawái), EEUU (Islas Vírgenes), Eslovaquia, España, Estonia, Etiopía, Fiji, Filipinas, Francia continental, Francia (La Reunión), Grecia, Holanda, Hungría, India, Indonesia, Irán, Iraq, Israel, Italia, Kazajistán, Letonia, Líbano, Lituania, Madagascar, Malasia, Mauricio, México, Moldavia, Namibia, Noruega, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Pakistán, Papua Nueva Guinea, Perú, Polonia, Portugal, Puerto Rico, Reino Unido, República Checa, Rumania, Rusia, Samoa, Seychelles, Singapur, Sudáfrica, Suiza, Tailandia, Taiwán, Turquía, Ucrania, Uruguay, Uzbequistán, Vietnam, Yugoslavia, Zimbabue (Savini *et al.*, 2010; Froese y Pauly, 2019).



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

Respuesta: Sí

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: En Norteamérica además de *C. auratus*, se encuentran establecidos *C. gibelio* y *C. langsdorfii*, todas consideradas invasoras. Los híbridos *C. auratus* x *C. carassius*, *C. auratus* x *Cyprinus carpio* y *C. carassius* son reportadas también como especies invasoras. *C. auratus gibelio* has sido reportado además como especie invasora en la Republica Checa, Turquía y Suecia. Por otra parte, la especie se compone de dos super-linajes que contienen a su vez 7 linajes representados por varias poblaciones de Eurasia y Asia del Este, incluyendo triploides exclusivamente femeninos, resultado de la reproducción por ginogénesis. Algunas subespecies consideradas invasoras son *Carassius auratus cuvieri* y *Carassius auratus gibelio*. Los organismos triploides y poliploides son de la subespecie *Carassius auratus gibelio*. Los diploides (*C. auratus* y *C. auratus cuvieri*) tienen 100 cromosomas, mientras que los triploides tienen 150 cromosomas o más. En ciertas regiones en donde se encuentran ambos tipos de poliploidía (e.g. Croacia), se postula que puede existir flujo génico uni o bidireccional entre diploides y triploides. Se ha considerado que las formas diploides están más eficientemente adaptadas a una gran variedad de condiciones del ecosistema, en comparación con las triploides. En Inglaterra se han registrado diferentes introducciones de variedades provenientes de diferentes países (Portugal, Singapur, Taiwán, USA, Croacia, Holanda, Israel, Italia, China). Además de diferentes variedades transgénicas (e.g. resistencia a la neomicina, resistencia al frío, etc.) (De Silva, 1989; Yoon *et al.*, 1990; Wang *et al.*, 1995; Copp *et al.*, 2005; Özcan, 2007; Grabowska *et al.*, 2010; Lusková *et al.*, 2010; Mikumi *et al.*, 2010; Bai *et al.*, 2011; Jakovlić & Gui, 2011; Liasko *et al.*, 2011; Wouters *et al.*, 2012; Panicz *et al.*, 2016; Tarkan *et al.*, 2017; Halas *et al.*, 2018).



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

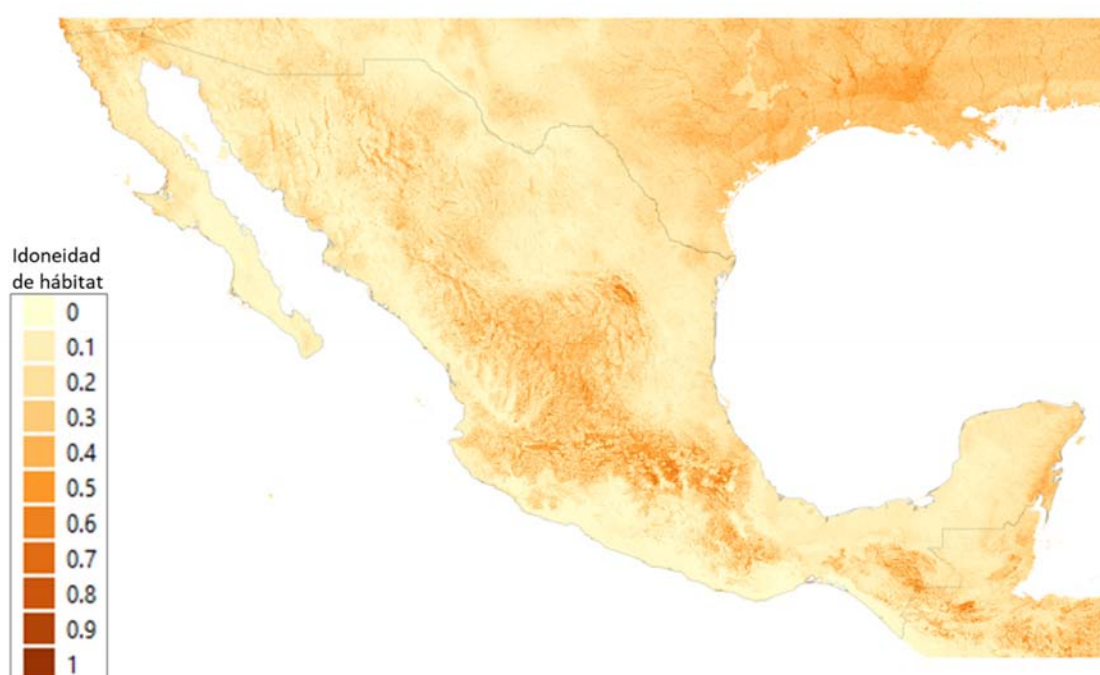


Figura. 1. Distribución potencial de *Carassius auratus* en condiciones climáticas presentes en México de acuerdo al modelo de nicho generado por Maxent. Valores cercanos a 1 indican mayor idoneidad de hábitat.



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 0.881 (validación cruzada, partición aleatoria de los datos, n=5).

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 de las 5 zonas climáticas Köppen-Geiger (A, B, C y D) y en un total de 11 subcategorías climáticas (Fig. 2; Peel *et al.*, 2007).

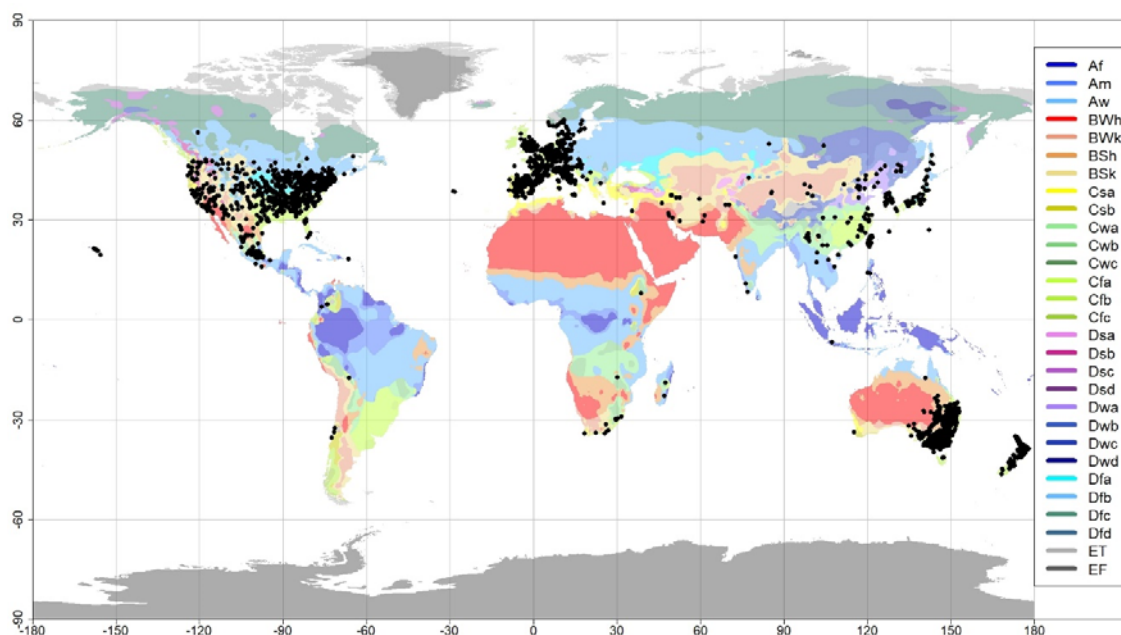


Figura 2. Registros de presencia de *Carassius auratus* en el mundo (GBIF, 2020). Se muestran las zonas climáticas Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007).

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

Forma de citar: Mendoza, R. *et al.* 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Carassius auratus*. 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.



Justificación: Se encuentra establecida en el área del Análisis de Riesgo (Fig. 2), incluyendo Áreas Naturales Protegidas (Soto-Galera *et al.*, 1999; García *et al.*, 2014; Lozano & García, 2014; Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha reportado como introducida en más de 80 países y en algunos países como Samoa se desconoce como llegó (Casal, 2006; Froese & Pauly, 2019; ISSG, 2019).

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 ha establecido en más de 70 países y esta probablemente establecida en otros 6. En algunos países, como Inglaterra, es la especie exótica de más amplia distribución (Copp *et al.*, 2010; Froese & Pauly, 2019).

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: Esta especie resistente y omnívora ha sido implicada en provocar cambios al ambiente tales como la modificación de las comunidades naturales bentónicas, el aumento de la turbidez, el facilitamiento de florecimientos algales nocivos y la depredación de peces nativos. Se ha demostrado que el crecimiento de cianobacterias se ve estimulado por el paso de éstas a través del intestino del goldfish. Se ha observado un crecimiento significativo de la cianobacteria *Microcystis aeruginosa* estimulado por el paso a través del intestino del goldfish, mientras que otras cianobacterias como *Anabaena flos-aquae* y *Planktothrix agardhii* que pasaban por el intestino de los peces exhibieron mayor crecimiento en comparación con los controles. El proceso de estimulación de las cianobacterias se desconoce, sin embargo se considera que el paso por el intestino puede aportar enriquecimiento de nutrientes o que puede ocurrir una reaglutinación de células en colonias.

El comportamiento de esta especie también favorece los florecimientos algales, ya que al alimentarse de materiales del fondo de los cuerpos de agua, contribuye a volver a suspender los nutrientes, haciéndolos disponibles para las algas e incrementando la

turbidez del agua. A este respecto, se han reportado descensos en la abundancia de poblaciones de *Esox lucius* como resultado de la turbidez que generan. Por sus atributos y sus impactos ha sido clasificado como la tercer especie de mayor riesgo en Inglaterra, la segunda especie acuática invasora más peligrosa de Europa, solo después de la carpa común y en la Península Ibérica resultó ser la especie de mayor riesgo, seguido de *C. gibelio* y *Cyprinus carpio*. Aunque al complejo *Carassius auratus*/*C. gibelio* se le ha considerado también el de mayor riesgo para Europa. A *C. auratus* se le atribuye la disminución de poblaciones de carpas de valor comercial en el bajo y medio Danubio en Europa central (Holčík, 1991; Lorenzoni *et al.*, 2007; Corfield *et al.*, 2007; Morgan & Beatty, 2007; Britton *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2013; van der Veer & Nentwig, 2015; CABI, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha reportado que causa daños en las granjas de peces compitiendo con las carpas (Bartley, 2006).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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: Muy cierto

Justificación: Incrementan la turbidez del agua y puede alterar los ciclos biogeoquímicos al resuspender los nutrientes. Hay lagos como el lago Mikri Prespa en Grecia en donde se ha visto afectado todo el ecosistema por la turbidez generada por el goldfish. Aunque normalmente la causa de turbidez en los lagos es la eutroficación, en el caso del lago Mikri Prespa se demostró mediante un análisis de diatomeas depositadas en los sedimentos durante un periodo de 70 años que el lago había sido afectado mínimamente por la carga de nutrientes. Esta conclusión fue confirmada por los análisis de agua que mostraron una baja concentración de fósforo y al mismo tiempo se demostró en estanques experimentales que el goldfish provocaba turbidez (Crivelli, 1995; Richardson *et al.*, 1995; Wittenberg, 2005; Lorenzoni *et al.*, 2010).

13- ¿Tiene la especie congéneres invasivos?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *Carassius carassius*, *C. gibelio* y *C. langsdorfii* son especies relacionadas consideradas invasoras. Además los híbridos *Carassius auratus* x *C. Carassius* y *Carassius auratus* x *Cyprinus carpio* también están consideradas como variedades invasoras (Lenhardt *et al.*, 2011; Nico *et al.*, 2019).

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 humano (Froese & Pauly, 2019).



15- ¿La especie compite con especies nativas?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie compite con especies nativas por alimento y espacio, afectando el ecosistema. En Canadá se le atribuye la disminución de poblaciones nativas. En Nevada, EE. UU., se estableció en el manantial Manse, en donde se le atribuye el descenso de las poblaciones de una subespecie de *Empetrichthys latos*, actualmente en peligro, posiblemente compitiendo con los adultos y depredando a los juveniles y también se le asocia con el desplazamiento de *Catostomus occidentalis*. Por su manera de alimentarse remueve el sustrato provocando que el limo elimine a las plantas acuáticas y que cubra los huevos de especies nativas impidiéndoles eclosionar. Dentro de las especies que ha desplazado, infectándolas, monopolizando los recursos y depredándolas están algunas especies amenazadas enlistadas por IUCN (*Eremichthys acros*, *Gila nigra*, *Gila robusta*). En Europa se reporta que ha desplazado a *C. carassius* y *Tinca tinca*. El descenso de poblaciones de peces de pozas del desierto se ha atribuido a la competencia con el goldfish. También se les ha asociado al descenso de varias poblaciones de invertebrados y la eradicación de macrófitas acuáticas a través de su consumo. Por su rápido crecimiento a una talla mayor que algunas especies nativas escapan a la depredación desde los primeros meses de vida. Tiene la capacidad de reconocer las señales químicas de sus depredadores, aun fuera de su área de repartición natural, para evitarlos. Adicionalmente, sus hábitos pueden reducir la disponibilidad de sitios de anidación y refugio para las especies nativas. Se han reportado efectos negativos a las poblaciones nativas de anfibios al competir por alimento y espacio, afectando su éxito reproductivo aunado a la ingestión de huevos y larvas (Richardson *et al.*, 1995; Monello & Wright, 2001; Copp *et al.*, 2005, 2016; Copp *et al.*, 2007; Lorenzoni *et al.*, 2007; Lusková *et al.*, 2010; Fengjin *et al.*, 2011; Winandy *et al.*, 2015).

16- ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie de vida libre (Froese & Pauly, 2019).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se conocen varios predadores *Siniperca chuatsi*, *Butorides striatus*, *Channa argus warpachowskii*. En la Bahía de Chesapeake son presas comunes de los peces para pesca deportiva. Son ingeridos raramente por las truchas, pero son presas comunes de las anguilas, cormoranes y garzas. La especie se utiliza comúnmente como carnada para lobina y otras especies de pesca deportiva (FAO, 1997; Kilian *et al.*, 2012; Chesapeake Bay Introduced Species Database, 2019; Froese & Pauly, 2019).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: En el manantial Manse, Nevada, ha ocasionado la disminución de poblaciones de la subespecie *Empetrichthys latos latos* durante 1960, presumiblemente debido a competencia con adultos y depredación de los juveniles. Actualmente la especie esta considerada en peligro (Nico *et al.*, 2019). Además se ha reportado la depredación de huevos, larvas e incluso adultos de especies nativas (Morgan *et al.*, 2004).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto



Justificación: Los goldfish son conocidos por ser portadores de numerosas enfermedades, algunas enlistadas en la OIE. *Carassius auratus* es un vector de varias especies de Myxozoa (*Myxobolus cultus*, *M. diversus*, *Sphaerospora* sp. y *Hofereilus carassii*) y de Trichodinidae (*Trichodinella epizootica*, *Trichodina reticulata*). Además son portadores de *Lernaea cyprinacea*, *L. elegans*, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Eimeria carpelli*, *Dactylogyrus* sp., *D. wegneri*, *D. intermedioides*, *D. intermedius*, *D. vastator*, *D. formosus*, *D. extensus*, *D. dulikeity*, *Gyrodactylus* sp., *G. medius*, *G. kobayashii*, *G. chinensis*, *G. gurleyi*, *G. katharineri*, *G. longoacuminatus*, *Argulus japonicus*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Pellucidhaptor kritskyia*, *Cryptobia* sp., *Cryptobia salmositica*, *Goussia carpelli*, *Apiosoma* sp., *Ichthyobodo* sp., *Trypanosoma danilewskyi*, *T. borelli*, *Aeromonas* sp., *A. salmonicida*, *Chilodonella* sp., *Rhabdovirus carpio*, *Flexibacter columnaris*, *Aeromonas hydrophila*, *Saprolegnia* sp., *Mycobacterium fortuitum*, *Yersinia ruckeri*, *Sphaerospora renicola* y *S. carassii*. También son portadores de varios virus entre otros del virus de la viremia primaveral de las carpas (Spring Viremia of Carps – SVC). Recientemente, el servicio de inspección y cuarentena Australiano (AQIS) modificó sus requisitos para la importación de goldfish. Todos los envíos a Australia ahora deben ser acompañados de un certificado emitido por el gobierno del país exportador con un certificado de salud apropiado en el que se de fe que los goldfish en el envío han sido examinados y no muestran rasgos clínicos de evidencia de la enfermedad y que los peces proceden de un país considerado libre de viremia primaveral de la carpa y en el cual no haya habido evidencia de la presencia de SVC durante los tres meses inmediatamente antes del envío. Son portadores también del virus de la necrosis hematopoyética (Goldfish haematopoietic necrosis virus - GFHNV), un herpesvirus que causa mortalidades de hasta el 100%. Los peces enfermos parecen débiles pero no presentan otros signos externos. Internamente, el bazo y el riñón se decoloran y se desarrollan focos necróticos en el tejido hematopoyético, bazo, páncreas y lámina propia del intestino. Igualmente son portadores de uno de los virus más letales para los ciprínidos en la actualidad, el koi herpes virus (Cyprinid herpesvirus-3, CyHV- 3 o KHV). Este virus puede persistir por largos periodos antes de generar mortalidades masivas (Humphrey & Ashburner, 1993; Fletcher & Whittington, 1998; Kahn *et al.*, 1999; Mouton *et al.*, 2001; Ricciardi, 2001; Salgado-Maldonado & Pineda-López, 2003; Harris *et al.*, 2004; Woo, 2006; Marina *et al.*, 2008; Sadler *et al.*, 2008; Kandarashova, 2008; Shamsi *et al.*, 2009; Sandilyan, 2016; OIE, 2018; Trujillo-González *et al.*, 2018; Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Típicamente crece de 12 a 22 cm SL y pesa de 100 a 300 g, aunque puede alcanzar los 59 cm y llegar a pesar hasta 3 kg. Normalmente viven entre 6 y 7 años, pero se ha reportado que llegan a vivir hasta 30 años (Nico *et al.*, 2019).



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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Soporta una salinidad máxima de 17 ppt durante poco tiempo, aunque no es capaz de resistir salinidades mayores a 15 ppt por un tiempo prolongado. En fishbase se reporta como una especie de agua dulce y salobre (Froese & Pauly, 2019). No obstante, Küçük (2013) reporta una puede tolerar hasta 20 ppt durante al menos un mes con una supervivencia de 83%, aunque su crecimiento se ve reducido.

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

Respuesta: Sí

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Puede soportar periodos prolongados de anoxia, esto se debe a que por debajo del contenido crítico de oxígeno en la columna de agua pueden hacer uso de un metabolismo anaeróbico o aeróbico-anaeróbico. La retención de aire atmosférico y la ingestión de burbujas de aire ("respiración superficial") contribuyen al aumento de la saturación de O₂ arterio-venoso. Además, existe evidencia anecdótica de que pueden sobrevivir fuera del agua de 7 a 13 horas (Burggren, 1982; Lorenzoni *et al.*, 2007; Sawyer, 2008; Macrae, 2010).

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: Típicamente se encuentra en las partes estancadas o de poco flujo de ríos, lagos, estanques y otros cuerpos de agua (Froese & Pauly, 2019; Nico *et al.*, 2019).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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: Compite con las especies nativas provocando altos niveles de turbidez en el agua, lo que a menudo resulta en detrimento de la vegetación acuática. Los niveles de turbidez están en función de la temperatura (hasta los 25 °C y declina a los 30 °C) y el tamaño corporal de los individuos. Así grupos de algunos peces grandes producen mayor turbidez que grupos importantes de peces pequeños de una biomasa equivalente. El aumento en la turbidez se debe a que remueven el sedimento al alimentarse y también a la depredación del zooplancton, lo que resulta en un aumento desmedido de la cantidad de fitoplancton. Como consecuencia de estos efectos sobre el ecosistema se han registrado afectaciones a las especies endémicas del Lago Mikri Prespa en Grecia (Richardson & Whoriskey, 1992; Crivelli, 1995; Richardson *et al.*, 1995; Wittenberg, 2005; Rowe, 2007; Nico *et al.*, 2019).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontraron referencias sobre descenso poblacional debido a un bajo número de individuos.

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: La especie es omnívora.



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: La dieta omnívora incluye algas filamentosas, diatomeas, crustáceos planctónicos, fitoplancton, larvas de insectos, huevos de otros peces, vegetación bentónica y detritus. El ramoneo de los goldfish puede generar altos niveles de turbidez lo que puede resultar en el descenso de la vegetación acuática. Se consideran alimentadores especializados, lo que les permite co-existir con otras especies invasoras (e.g. *Tilapia zilli*) sin que su dieta se traslape (Al-Lamy *et al.*, 2012; Nico *et al.*, 2019).

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: La especie es omnívora.

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: La especie es omnívora.

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: No presentan cuidado parental. No obstante, se reporta que la especie empieza a madurar sexualmente entre los 225 y 233 días en Italia y se reporta que en Inglaterra sólo maduran después de un año, por lo que tanto la temperatura como el fotoperiodo están considerados factores determinantes para el desarrollo de la gametogénesis en la especie (Gillet *et al.*, 1977; Lorenzoni *et al.*, 2010; Tarkan *et al.*, 2010).

31- ¿La especie produce gametos viables?

Forma de citar: Mendoza, R. *et al.* 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Carassius auratus*. 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.



Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha registrado reproducción natural tanto en su área de distribución nativa, como en las regiones en las que ha sido introducida. La especie empieza a madurar sexualmente entre los 225 y 233 días, aunque también se reporta que sólo maduran después de un año. La fecundidad varía de 286 a 219,104 huevos, la fecundidad media absoluta es de 2,347 huevos por gónada y la fecundidad media relativa es de 63.44 huevos/gramo de peso de la hembra. Desovan de 3 a 10 lotes de huevos en intervalos de 8 a 10 días durante la temporada de reproducción. Los huevos eclosionan en 48-72 hrs (Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006; Lorenzoni *et al.*, 2010; Tarkan *et al.*, 2010; Froese & Pauly, 2019).

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: Mayormente cierto

Justificación: Se hibridiza fácilmente con *Cyprinus carpio*, la carpa común, y con *Carassius carassius*, dando lugar a híbridos fértiles y la introgresión entre los híbridos y los goldfish es común. Aunque se ha reportado que en caso de la hibridación entre *C. auratus* y *C. carassius* mientras los híbridos F1 son viables y vigorosos, las progenies F2 no son tan exitosas. Sin embargo, se ha reportado que las poblaciones de goldfish en Europa representan una mezcla de linajes de diferentes orígenes (varios linajes clonales, así como híbridos entre *C. auratus* y *C. carassius*), lo que ha contribuido a la confusión taxonómica del género *Carassius*. Por otra parte, se reporta que en el Reino Unido los híbridos han desplazado a las especies parentales. Se ha señalado la posibilidad de hibridación con otras carpas como *Ctenopharingodon idella* e *Hypophthalmichthys nobilis*. Se presume igualmente la hibridación de *C. auratus* y *C. langsdorfii*. Y aunque en ocasiones se han documentado menores ventajas adaptativas en los híbridos como fertilidad reducida y otros efectos, también se ha reportado que híbridos de *Cyprinus carpio* y *C. gibelio* tienen menores cargas parasitarias que las especies parentales, a pesar de ser hospederos de los parásitos de ambos padres, lo cual se atribuye a la herencia de los mecanismos inmunológicos complementarios de cada especie. Igualmente en Australia está provocando preocupación la hibridación de *C. auratus* y *Cyprinus carpio* debido a que la cruce puede llevar a la transferencia de resistencia del virus herpes de las koi (KHV) del goldfish a la carpa común, la cual es susceptible al virus. Esto complicaría los esfuerzos de control de las carpas en Australia en donde se había considerado utilizar este virus. Las hembras de *Carassius auratus gibelio* son capaces de utilizar el esperma de ciprínidos fitófilos (*Rutilus ylikiensis*, *C. auratus* y *Cyprinus carpio*) e inclusive de salmónidos (Taylor & Mahon, 1977; Peñáz *et al.*, 1979; Pullan & Smith, 1987; Wheeler, 2000; Mandrak & Cudmore, 2004; Paschos *et al.*, 2004; Hänfling, 2007; Lorenzoni *et al.*, 2007; Smartt, 2007; Halas *et al.*, 2018; Nico *et al.*, 2019). No obstante, ninguna de estas especies es nativa de México.



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

33- ¿La especie es hermafrodita?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Aunque no son propiamente hermafroditas se pueden reproducir por ginogénesis (Paschos *et al.*, 2004; Lorenzoni *et al.*, 2007; Grabowska *et al.*, 2010; Lusková *et al.*, 2010; Liasko *et al.*, 2011; Takada *et al.*, 2010; Jakovlic & Gui, 2011; Panicz *et al.*, 2016).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: La conectividad entre canales de drenaje, campos de cultivo de arroz y lagos es determinante para el desove, mientras que la abundancia de huevos depende de la conectividad y calidad del hábitat. En contraste, la presencia de larvas depende más de la calidad del hábitat, mientras que la abundancia de larvas depende tanto de la conectividad y calidad del hábitat, aunque el efecto de la conectividad es más bajo. Por otra parte, la abundancia de las larvas se ve influida negativamente por la presencia de otras especies invasoras (*Procambarus clarkii* y *Rana catesbeiana*). Las bajas temperaturas durante los meses de invierno son necesarias para el desarrollo adecuado de los ovocitos y el desove en la vegetación sumergida (Matsuzaki *et al.*, 2011).

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: La fecundidad media relativa es de 63,440 huevos/kg. Desovan de 3 a 10 lotes de huevos en intervalos de 8 a 10 días durante la temporada de reproducción. Los huevos eclosionan en 48-72 h (Lorenzoni *et al.*, 2010; Tarkan *et al.*, 2010).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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

Respuesta: 1 año

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie empieza a madurar sexualmente entre los 225 y 233 días, aunque también se reporta que sólo maduran después de un año (Ortega-Salas & Reyes-Bustamante, 2006; Froese & Pauly, 2019).

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: La especie puede escapar al ser utilizada como carnada (Kilian *et al.*, 2012; Froese & Pauly 2019; Nico *et al.*, 2019).



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: Podría ser dispersada de forma intencional debido a su uso en diversas actividades como pesquerías comerciales, acuacultura, pesca deportiva, acuarismo, como carnada y para fines experimentales (De Silva, 1989; Welcomme, 1992; Lintermans, 2004; Chang *et al.*, 2009; Kilian *et al.*, 2012; Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se han realizado muchas introducciones de manera no intencional al repoblar cuerpos de agua con juveniles de carpa de los cuales es muy difícil distinguir al goldfish. *C. auratus gibelio* fue introducido en Irán accidentalmente al confundirlo con otras carpas. Se han reportado en la Base de datos y atlas de peces de agua dulce del Reino Unido (Database and Atlas of Freshwater Fishes) errores en la identificación entre *Carassius carassius* y la variedad café de *Carassius auratus*. Igualmente, se considera que la introducción de *C. gibelio* pasó inadvertida durante algún tiempo en Norteamérica por su gran parecido con *C. auratus*. De la misma manera se han introducido ejemplares de *C. langsdorfii* en Europa con embarques de *Cyprinus carpio*. Se introdujo de manera accidental en el lago Lysmacheia, oeste de Grecia (Halacka *et al.*, 2003; Copp *et al.*, 2006; Perdikaris *et al.*, 2010; Shamsi *et al.*, 2009; Docherty *et al.*, 2017; Halas *et al.*, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los huevos son adheridos a las plantas acuáticas y objetos sumergidos (Froese & Pauly, 2019).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Las larvas, al igual que los huevos, se adhieren a la vegetación hasta que se absorbe el saco vitelino (Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Son potámodromos. Se desplazan en promedio 300 m/día. Se han reportado desplazamientos de hasta 231.3 km en un año, incluyendo desplazamientos de 5.4 km en 24 hrs. Los patrones de movimiento durante la época reproductiva incluyen desviaciones hacia hábitats lénticos. De manera similar, se ha reportado que especies cercanas como *C. gibelio* son capaces de migrar hasta 85 km durante la temporada de reproducción (Beatty *et al.*, 2016; Halas *et al.*, 2018; Froese & Pauly, 2019).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los huevos son adherentes a las plantas acuáticas y objetos sumergidos y aunque se ha sugerido que pueden ser dispersados por aves, no existe aún suficiente evidencia científica para probar esto (Hirsch *et al.*, 2018).

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.



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: La especie puede soportar periodos prolongados de anoxia, esto se debe a que por debajo del contenido crítico de oxígeno en la columna de agua pueden hacer uso de un metabolismo anaeróbico o aeróbico-anaeróbico. La retención de aire atmosférico y la ingestión de burbujas de aire (“respiración superficial”) contribuyen al aumento de la saturación de O₂ arterio-venoso. Además, existe evidencia anecdótica de individuos que sobreviven fuera del agua de 7 a 13 horas (Burggren, 1982; Lorenzoni *et al.*, 2007; Sawyer, 2008; Macrae, 2010).

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: Los goldfish son tolerantes a altos niveles de turbidez, fluctuaciones de temperatura y bajos niveles de oxígeno disuelto. Resultados experimentales reportan una tolerancia a pH de 4.5 a 10.5. Los adultos pueden sobrevivir en temperaturas de 0 a 43.6 °C. Son capaces de disminuir su temperatura interna al exponerse a temperaturas elevadas (e.g. 38 °C), manteniéndose entre 33.5 y 36.5 °C la mayor parte del tiempo. Puede persistir en ambientes de baja salinidad (≤ 10 ‰) por largos periodos de tiempo y mayores salinidades por periodos cortos. Se han capturado en aguas con salinidad de 17 ‰. Pueden soportar periodos prolongados (varios meses a 2 °C) de anoxia total. Esto se debe a que por debajo del contenido crítico de oxígeno en la columna de agua pueden hacer uso de un metabolismo anaeróbico o aeróbico-anaeróbico. La retención de aire atmosférico y la ingestión de burbujas de aire (“respiración superficial”) contribuyen al aumento de la saturación de O₂ arterio-venoso. Se ha demostrado que los atributos anteriores son factores claves en el éxito de establecimiento de la especie y como predictores de invasividad. Por sus atributos y sus impactos ha sido clasificada como la segunda especie invasoras más peligrosa de Europa, solo después de la carpa común. En función de sus atributos relacionados con la dieta, ciclo de vida y tolerancia fisiológica se consideran de las especies menos vulnerables a la sequía producto del cambio climático y son de las pocas especies que se asegura que podrán subsistir tanto en escenarios de baja como de alta temperatura. De aquí, que se considere que en cuerpos de agua como el río Rhin las alteraciones de temperatura por contaminación térmica y el cambio climático limiten la recuperación de la fauna nativa y favorezcan especies como *C. auratus* (Rozin & Mayer, 1961; Burggren, 1982; Ford & Beitinger, 2005; Schofield *et al.*, 2006; Lorenzoni *et al.*, 2007; Webb, 2008; Chang *et al.*, 2009; Leuven *et al.*, 2011; Chessman, 2013; Nico *et al.*, 2019).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), CONABIO, 2020**

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Es susceptible a algunos piscicidas, tóxicos y pesticidas (Gersdorff, 1937; Adelman *et al.*, 1976; Fernandez-Casalderrey *et al.*, 1991; Ling, 2003; Li *et al.*, 2008). No se encontraron referencias sobre su prohibición en México.

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Esta especie es más tolerante a la contaminación acuática que la mayoría de los peces Norteamericanos. En el oeste de Australia los sitios en donde los goldfish fueron capturados normalmente eran ambientes perturbados y a menudo eutróficos. En Illinois, EE. UU. también se les encontró establecidos en varias áreas perturbadas. En Australia se ha reportado el establecimiento en cuerpos de agua artificiales o altamente modificados (Robison & Buchanan, 1988; Morgan & Beatty, 2004; Morgan *et al.*, 2004; Nico *et al.*, 2019).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie ha sido a menudo utilizada como forraje para la lobina, *Micropterus salmoides*, la cual es una especie nativa de México (FAO, 1997).



Tabla 1. Reporte para el análisis de riesgo de <i>Carassius auratus</i> en México mediante FISK v2.0		
Puntuación:		36.0
Puntuación desglosada:		
A. Biogeografía/Histórico		20.0
1. Domesticación/Cultivo		4.0
2. Climático y distribución		2.0
3. Invasividad en otros lugares		14.0
B. Biología/Ecología		16.0
4. Rasgos indeseables		8.0
5. Alimentación		1.0
6. Reproducción		2.0
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		25
Medio ambiente		27
Molestia/Nociva		3
Factor de certidumbre		0.92



Referencias

- Adelman, I.R., Smith Jr, L.L. & Siesennop, G.D. 1976. Effect of size or age of goldfish and fathead minnows on use of pentachlorophenol as a reference toxicant. *Water Research*, 10(8):685-687.
- Almeida, D., Ribeiro, F., Leunda, P.M., Vilizzi, L. & Copp, G.H. 2013. Effectiveness of FISK, an invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes, to perform risk identification assessments in the Iberian Peninsula. *Risk Analysis*, 33(8):1404-1413.
- Al-Lamy, J.H., Kadhum Resen, A., Makky Taher, M. & Jawad Muhammed, S. 2012. Species (*Carrasius auratus* and *Tilapia zilli*) and Native Species (*Barbus luteus*) in East Hammar Marsh, Southern Iraq. *JKAU: Mar. Sci.*, 23(2):25-37.
- Bai, Z., Liu, F., Li, J. & Yue, G.H. 2011. Identification of triploid individuals and clonal lines in *Carassius auratus* complex using microsatellites. *International Journal of Biological Sciences*, 7(3):279-285.
- Bartley, D.M. (comp./ed.). 2006. Introduced species in fisheries and aquaculture: information for responsible use and control (CD-ROM). Rome, FAO.
- Beatty, S.J., Allen, M. G., Whitty, J. M., Lymbery, A. J., Keleher, J. J., Tweedley, J. R., Ebner, B. C., Morgan, D. L. 2016. First evidence of spawning migration by goldfish (*Carassius auratus*); implications for control of a globally invasive species. *Ecol. Freshw. Fish.*, 26: 444–455
- Britton, J.R., Cucherousset, J., Davies, G.D., Godard, M.J. & Copp, G.H. 2010. Non-native fishes and climate change: predicting species responses to warming temperatures in a temperate region. *Freshwater Biology*, 55(5):1130-1141.
- Burggren, W.W. 1982. Air-gulping improves blood oxygen transport during aquatic hypoxia in the goldfish, *Carassius auratus*. *Physiological Zoology*, 55: 327-334.
- CABI. 2019. *Carassius auratus auratus* (goldfish). Invasive Species Compendium. Detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide. Datasheet Additional resources. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/90563>
- Casal, C.M.V. 2006. Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*, 8(1):3-11.
- Chang, A.L., Grossman, J.D., Sabol Spezio, T., Weiskel, H.W., Blum, J.C., Burt, J.W., Muir, A.A., Piovio-Scott, J., Veblen, K.E. & Grosholz, E.D. 2009. Tackling aquatic invasions: risks and opportunities for the aquarium fish industry. *Biol Invasions*, 11: 773–785.
- Chesapeake Bay Introduced Species Database. 2019. *Carassius auratus*. http://invasions.si.edu/nemesis/CH-LNK.jsp?Species_name=Carassius+auratus
- Chessman, B.C. 2013. Identifying species at risk from climate change: Traits predict the drought vulnerability of freshwater fishes. *Biological Conservation*, 160: 40-49.
- Copp, G.H., Stakénas, S. & Davison, P.I. 2006. The incidence of non-native fishes in water courses: example of the United Kingdom. *Aquatic Invasions*, 1(2):72-75.
- Copp, G.H., Vilizzi, L. & Gozlan, R.E. 2010. The demography of introduction pathways, propagule pressure and occurrences of non-native freshwater fish in England. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(5):595-601.
- Copp, G.H., Wesley, K.J., Verreycken, H. & Russell, I.C. 2007. When an «invasive» fish species fails to invade! example of the topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva*. *Aquatic Invasions*, 2(2):107-112.
- Copp, G.H., Wesley, K.J. & Vilizzi, L. 2005. Pathways of ornamental and aquarium fish introductions into urban ponds of Epping Forest (London, England): the human vector. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(4):263-274.
- Corfield, J., Diggles, B., Jubb, C., McDowall, R.M., Moore, A., Richards, A. & Rowe, D.K. 2007. Draft final report for the project 'Review of the impacts of introduced aquarium fish species that have established wild populations in Australia'. Prepared for the Australian Government Department of the Environment and Water Resources.
- Crivelli, A.J. 1995. Are fish introductions a threat to endemic freshwater fishes in the Northern Mediterranean region? *Biological Conservation*, 72: 311-319.
- De Silva, S.S. 1989. Exotic aquatic organisms in Asia. Proceedings of a Workshop on Introduction of Exotic Aquatic Organisms in Asia (Vol. 3). Asian Fisheries Society. Recuperado de: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/123/IDL-123.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Forma de citar: Mendoza, R. et al. 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Carassius auratus*. 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.



- Docherty, C., Ruppert, J., Rudolfson, T., Hamann, A. & Poesch, M.S. 2017. Assessing the spread and potential impact of Prussian Carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) to freshwater fishes in western North America. *BiolInvasions Records*, 6(3):291–296.
- FAO. 1997. FAO Database on Introduced Aquatic Species. FAO Database on Introduced Aquatic Species, FAO, Rome.
- Fengjin, C., Wu, Z., He, N., Wang, Z. & Huang, C. 2011. Can native species crucian carp *Carassius auratus* recognizes the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii*? *Current Zoology*, 57(3):330–339.
- Fernandez-Casalderrey, A., Andreu-Moliner, E.S., Cebrian, C., Ferrando, M.D. & Gamon, M. 1991. Acute toxicity of pentachlorophenol (PCP) on goldfish (*Carassius auratus*) under laboratory conditions. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 31: 395–400.
- Fletcher, A.S. & Whittington, I.D. 1998. A parasite-host checklist for Monogenea from freshwater fishes in Australia, with comments on biodiversity. *Systematic Parasitology*, 41: 159–168.
- Ford, T. & Beiting, T.L. 2005. Temperature tolerance in the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Thermal Biology*, 30: 147–152.
- Froese, R. & Pauly, D. 2019. *Carassius auratus* (Goldfish). Consultado en enero de 2019 de: <http://www.fishbase.org/summary/271>
- García, M., Ramírez, O., Ruiz, T. & March, I. 2014. Especies invasoras acuáticas en áreas naturales protegidas, en Mendoza, R. & Koleff, P. (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 445–468.
- Gersdorff, W.A. 1937. Relative toxicity of the cresols as demonstrated by tests with *Carassius auratus*. *Journal of Agricultural Research*, 54(6):469–478.
- Gillet, C., Billard, R. & Breton, B. 1977. Influence de la température sur la reproduction du poisson rouge (*Carassius auratus* L.). *Cah. Lab. Montereau*, 5: 25–42.
- GBIF. 2020. *Carassius auratus*, GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.s79siv>
- Global Invasive Species Database. 2019. *Carassius auratus*. Consultado en junio de 2019 en: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=368&fr=1&sts=sss&lang=EN>
- Grabowska, J., Kotusz, J. & Witkowski, A. 2010. Alien invasive fish species in Polish waters: an overview. *Folia Zoologica*, 59(1):73–85.
- Halacka, K., Luskova, V. & Lusk, S. 2003. *Carassius gibelio* in fish communities of the Czech Republic. *Ecology and Hydrobiology*, 3: 133–138.
- Halas, D., Lovejoy, N. & Mandrak, N.E. 2018. Undetected diversity of goldfish (*Carassius* spp.) in North America. *Aquatic Invasions*, 13(2):211–219.
- Hänfling, B. 2007. Understanding the establishment success of non-indigenous fishes: lessons from population genetics. *Journal of Fish Biology*, 71(suppl. D):115–135.
- Harris, P.D., Shinn, A.P., Cable, J. & Bakke, T.A. 2004. Nominal species of the genus *Gyrodactylus* von Nordmann 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae), with a list of principal host species. *Systematic Parasitology*, 59: 1–27.
- Hirsch, P.E., N'Guyen, A., Muller, R., Adrian-Kalchhauser, I. & Burkhardt-Holm, P. 2018. Colonizing Islands of water on dry land—on the passive dispersal of fish eggs by birds. *Fish and Fisheries*, 19: 502–510.
- Holčík, J. 1991. Fish introductions in Europe with particular reference to its Central and Eastern part. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(suppl. 1):13–23.
- Humphrey, J.D. & Ashburner, L.D. 1993. Spread of the bacterial fish pathogen *Aeromonas salmonicida* after importation of infected goldfish, *Carassius auratus*, into Australia. *Australian Veterinary Journal*, 70: 453–454.
- Innal, D. & Erk'akan, F. 2006. Effects of exotic and translocated fish species in the inland waters of Turkey. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16(1):39–50.
- ISSG. 2019. *Carassius auratus*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group. Global Invasive Species Database. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=368&fr=1&sts&lang=FR>
- Jakovlić, I. & Gui, J.F. 2011. Recent invasion and low level of divergence between diploid and triploid forms of *Carassius auratus* complex in Croatia. *Genetica*, 139(6):789–804.



- Kahn, S.A., Wilson, D.W., Perera, R.P., Hayder, H. & Gerrity, S.E. 1999. Import risk analysis on live ornamental finfish. Australian Quarantine and Inspection Service. Commonwealth of Australia. 187 pp.
- Kandarashova, S. 2008. The introduction of myxozoan parasites through the release of feeder goldfish (*Carassius auratus*). Tesis. Oregon State University.
- Kilian, J.V., Klauda, R.J., Widman, S., Kashiwagi, M., Bourquin, R., Weglein, S. & Schuster, J. 2012. An assessment of a bait industry and angler behavior as a vector of invasive species. *Biological Invasions*, 14(7):1469-1481.
- Küçük, S. 2013. The effects of salinity on growth of goldfish, *Carassius auratus* and crucian carp, *Carassius carassius*. *African Journal of Biotechnology*, 12(16):2082-2087.
- Lenhardt, M., Markovic, G., Hegedis, A., Maletin, S., Cirkovic, M. & Markovic, Z. 2011. Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(3):407-421.
- Leuven, R.S.E.W., Hendriks, A.J., Huijbregts, M.A.J., Lenders, H.J.R., Matthews, J. & Van Der Velde G. 2011. Differences in sensitivity of native and exotic fish species to changes in river temperature. *Current Zoology*, 57(6):852-862.
- Li, T., Zhou, Q., Zhang, N & Luo, Y. 2008. Toxic effects of chlorpromazine on *Carassius auratus* and its oxidative stress. *J. Environ Sci Health B*. 43(8):638-43.
- Liasko, R., Koulis, A., Pogrebniak, A., Papiggioti, O., Taranenko, L. & Leonardos, I. 2011. Influence of environmental parameters on growth pattern and population structure of *Carassius auratus gibelio* in Eastern Ukraine. *Hydrobiologia*, 658(1):317-328.
- Ling, N. 2003. Rotenone a review of its toxicity and use for fisheries management. Science For Conservation 211. 40 pp.
- Lintermans, M. 2004. Human-assisted dispersal of alien freshwater fish in Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(3):481-501.
- Lorenzoni, M., Corboli, M., Ghetti, L., Pedicillo, G. & Carosi, A. 2007. Growth and reproduction of the goldfish *Carassius auratus*: a case study from Italy. En: Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. pp. 259-273.
- Lorenzoni, M., Dolci, R., Ghetti, L., Pedicillo, G. & Carosi, A. 2010. Fishery biology of the goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 396: 01.
- Lozano, M. & García, M. 2014. Peces invasores en el noreste de México. En: Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 401-412.
- Lusková, V., Lusk, S., Halačka, K. & Vetešník, L. 2010. *Carassius auratus gibelio* - the most successful invasive fish in waters of the Czech Republic. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1(3):24-28.
- Macrae, F. 2010. Fins are looking up: miracle goldfish survives out of water for SEVEN hours. The Daily Mail. 26 March, 2010.
- Mandrak, N.E. & Cudmore, B. 2004. Risk Assessment for Asian Carps in Canada. Research Document 2004/103. Canadian Science Advisory Secretariat. Fisheries and Oceans, Canada. 52 pp
- Marina, H., Beatty, S.J., Morgan, D.L., Doupé, R.G. & Lymbery A.J. 2008. An introduced parasite, *Lernaea cyprinacea* L., found on native freshwater fishes in the south west of Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 91: 149-153.
- Matsuzaki, S.S., Terui, A., Kodama, K., Tada, M. & Yoshida, T. 2011. Influence of connectivity, habitat quality and invasive species on egg and larval distributions and local abundance of crucian carp in Japanese agricultural landscapes. *Biological Conservation*, 144: 2081-2087.
- Mikumi, T., Katsunori, T., Takeshi, K., Gunji, Y., Kei'ichiro, I., Masaki, M. & Mutsumi, N. 2010. Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 7.
- Monello, R. & Wright, R. 2001. Predation by goldfish (*Carassius auratus*) on eggs and larvae of the Eastern Long-Toed Salamander (*Ambystoma macrodactylum columbianum*). *Journal of Herpetology*, 35(2):350-353.



- Morgan, D. & Beatty, S. 2004. Fish fauna of the Vasse River and the colonisation by feral goldfish (*Carassius auratus*). Report to Fishcare WA and Geocatch. http://www.cffr.murdoch.edu.au/reports/VASSE_RIVER_FINAL_REPORT.pdf
- Morgan, D.L., Gill, H.S., Maddern, M.G. & Beatty, S.J. 2004. Distribution and impacts of introduced freshwater fishes in Western Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(3):511-523.
- Morgan, D.L. & Beatty, S.J. 2007. Feral goldfish (*Carassius auratus*) in Western Australia: A case study from the Vasse River. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90(3):151-156.
- Mouton, A., Basson, L. e Impson, D. 2001. Health status of ornamental freshwater fishes imported to South Africa: a pilot study. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3: 327-333.
- Moyle, P.B. 1976. Inland fishes of California. University of California Press, Berkeley, CA.
- Nico, L.G., Schofield, P.J., Larson, J., Makled, T.H. & Fusaro, A. 2019, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=508>, Revision Date: 6/4/2018, Peer Review Date: 4/1/2016
- OIE. 2018. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. Chapter 2.3.7. Koi Herpesvirus Disease. 18 pp.
- Ortega-Salas, A.A. & Reyes-Bustamante, H. 2006. Initial sexual maturity and fecundity of the goldfish *Carassius auratus* (Perciformes: Cyprinidae) under semi-controlled conditions. *Rev. Biol. Trop.* 54(4):1113-1116.
- Özcan, G. 2007. Distribution of non-indigenous fish species, prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the Turkish freshwater systems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(23):4241-4245.
- Panicz, R., Keszka, S., Rybczyk, A. & Zawal, A. 2016. Molecular study of Prussian carp – an invasive species in the lakes of the Leszno Lakeland. *Acta Biologica*, 23: 47-54.
- Paschos, I., Nathanailides, C., Tsoumani, M., Perdikaris, C., Gouva, E. & Leonardos, I. 2004. Intra and inter-specific mating options for gynogenetic reproduction of *Carassius gibelio* (Bloch, 1783) in Lake Pamvotis (NW Greece). *Belg. J. Zool.*, 134(1):55-60.
- 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.
- Peňáz, M., Prokeš, M. & Petr, R. 1979. Cytological analysis, gynogenesis and early development of *Carassius auratus gibelio*. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovacae - Brno*, 13: 1-33.
- Perdikaris, C., Gouva, E. & Paschos, I. 2010. Alien fish and crayfish species in Hellenic freshwaters and aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 2: 111–120.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4):231-259.
- Pullan, S. & Smith, P.J. 1987. Identification of hybrids between koi (*Cyprinus carpio*) and goldfish (*Carassius auratus*), *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21(1):41-46.
- Ribeiro, F., Collares-Pereira, M.J. & Moyle, P.B. 2009. Non-native fish in the fresh waters of Portugal, Azores and Madeira Islands: a growing threat to aquatic biodiversity. *Fisheries Management and Ecology*, 16(4):255-264.
- Ricciardi, A. 2001. Facilitative interactions among aquatic invaders: is an "invasional meltdown" occurring in the Great Lakes? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 2513–2525.



- Richardson, M.J. & Whoriskey, F.G. 1992. Factors influencing the production of turbidity by goldfish (*Carassius auratus*). *Canadian Journal of Zoology*, 70(8):1585-1589.
- Richardson, M.J., Whoriskey, F.G. & Roy, L.H. 1995. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*, 47: 576-585.
- Robison, H.W. & Buchanan, T.M. 1988. Fishes of Arkansas. University of Arkansas Press. Fayetteville, AR.
- Rowe, D.K. 2007. Exotic fish introductions and the decline of water clarity in small North Island, New Zealand lakes: a multi-species problem. *Hydrobiologia*, 583: 345–358.
- Rozin, P.N. & Mayer, J. 1961. Thermal reinforcement and thermoregulatory behavior in the goldfish, *Carassius auratus*. *Science*, 134(3483):942-943.
- Ruíz-Campos, G., Varela-Romero, A., Sánchez-Gonzales, S., Camarena-Rosales, F., Maeda-Martínez, A.M., González-Acosta, A.F., Andreu-Soler, A., Campos-González, E. & Delgadillo-Rodríguez, J. 2014. Peces invasores en el Noroeste de México. En: Mendoza, R. y Koleff, P. (coords). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Sadler, J., Marecaux, E. & Goodwin A.E. 2008. Detection of koi herpes virus (CyHV-3) in goldfish, *Carassius auratus* (L.), exposed to infected koi. *Journal of Fish Diseases*, 31: 71–72.
- Salgado-Maldonado, G. & Pineda-López, R.F. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions*, 5: 261–268.
- Sandilyan, S. 2016. Occurrence of ornamental fishes: a looming danger for Inland fish diversity of India. *Current Science*, 110(11):2099-2104.
- Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Marchini, A., Tricarico, E., Gherardi, F., Olenin, S. & Gollasch, S. 2010. The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(suppl. 2):1-7.
- Sawer, P. 2008. Goldfish leaves owner gasping by surviving 13 hours out of water. The Telegraph, 27 December, 2008.
- Schofield, J.P., Brown, M.E. & Fuller, P.L. 2006. Salinity tolerance of the goldfish *Carassius auratus* L., a non-native fish in the United States. *Florida Scientist*, 69(4):258-268.
- Shamsi, S., Jalali, B. & Aghazadeh Meshgi, M. 2009. Infection with *Dactylogyrus* spp. among introduced cyprinid fishes and their geographical distribution in Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 10(1):70-74.
- Smartt, J. 2007. A possible genetic basis for species replacement: preliminary results of interspecific hybridisation between native crucian carp *Carassius carassius* (L.) and introduced goldfish *Carassius auratus* (L.). *Aquatic Invasions*, 2(1):59-62.
- Soto-Galera, E., Paulo-Maya, J., López-López, E. & Serna-Hernández, J. 1999. Change in fish fauna as indication of aquatic ecosystem condition in Rio Grande de Morelia-Lago de Cuitzeo Basin, Mexico. *Environmental Management*, 24(1):133-140.
- 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.
- Takada, M., Tachihara, K., Kon, T., Yamamoto, G., Iguchi, K., Miya, M. & Nishida, M. 2010. Biogeography and evolution of the *Carassius auratus*-complex in East Asia. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 7.
- Tarkan, S., Cucherousset, J., Zieba, G., Godard, M.J. & Copp, G.H. 2010. Growth and reproduction of introduced goldfish *Carassius auratus* in small ponds of southeast England with and without native crucian carp *Carassius carassius*. *J. Appl. Ichthyol.* 26(suppl. 2):102–108.
- Tarkan, A.S., Sari, H.M., İlhan, A., Kurtul, I. & Vilizzi, L. 2017. Risk screening of non-native and translocated freshwater fish species in a Mediterranean-type shallow lake: Lake Marmara (West Anatolia). *Zoology in the Middle East*, 63(1):48-57.
- Taylor, J. & Mahon, R. 1977. Hybridization of *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*, the first two exotic species in the lower Laurentian Great Lakes. *Env. Biol. Fish.* 1(2):205-208.



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)**, CONABIO, 2020

- Trujillo-González, A., Becker, J.A., Hutson, K.S. 2018. Parasite dispersal from the ornamental goldfish trade. En: *Advances in Parasitology* vol. 100, Chapter 7, pp. 240-281., Elsevier.
- van der Veer, G. & Nentwig, W. 2015. Environmental and economic impact assessment of alien and invasive fish species in Europe using the generic impact scoring system. *Ecology of Freshwater Fish*, 24(4):646-656.
- Wang, R., Zhang, P., Gong, Z. & Hew, C.L. 1995. Expression of the antifreeze protein gene in transgenic goldfish (*Carassius auratus*) and its implication in cold adaptation. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 4(1):20-26.
- Webb, A. 2008. Risk assessment model development for establishment success and impact of non-native freshwater fishes in the wet tropics bioregion, northern Queensland Australia. Report No. 08/23 to the Marine and Tropical Science Research Facility (MTSRF) and Terrain Pty. Ltd. 39 pp.
- Welcomme, R.L. 1992. A history of international introductions of inland aquatic species. *ICES Marine Science Symposium*, 194: 3-14.
- Wheeler, A. 2000. Status of the crucian carp, *Carassius carassius* (L.), in the UK. *Fisheries Management and Ecology*, 7: 315-322.
- Winandy, L., Darnet, E. & Denoël, M. 2015. Amphibians forgo aquatic life in response to alien fish introduction. *Animal Behaviour*, 109: 209-216.
- Wittenberg, R. (ed.), 2005. An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland. CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape. The environment in practice no. 0629. Federal Office for the Environment, Bern. 155 pp.
- Woo, P.T.K. 2006. *Trichodinella epizoótica*. En: *Fish diseases and disorders*. Volume 1: protozoan and metazoan infections. CAB International.
- Wouters, J., Janson, S., Lusková, V. & Olsén, K.H. 2012. Molecular identification of hybrids of the invasive gibel carp *Carassius auratus gibelio* and crucian carp *Carassius carassius* in Swedish waters. *Journal of Fish Biology*, 80(7):2595-2604.
- Yoon, S.J., Hallerman, E.M., Gross, M.L., Liu, Z., Schneider, J.F., Faras, A.J., Hackett, P.B., Kapuscinski, A.R. & Guise, K.S. 1990. Transfer of the gene for neomycin resistance into goldfish, *Carassius auratus*. *Aquaculture*, 85(1-4):21-33.