

***Danio rerio* (Hamilton, 1822)**

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

Danio rerio es una especie omnívora, su dieta consiste principalmente de zooplancton e insectos, aunque también se ha reportado que se alimentan de fitoplancton, algas filamentosas y materia de plantas vasculares, esporas y huevos de invertebrados, peces y artrópodos (McClure *et al.*, 2006; Spence & Smith, 2007). Puede afectar a peces nativos por competencia e invertebrados por depredación (Froese & Pauly, 2020). A pesar de esto se desconoce si su hábito alimenticio pueda causar daños en el ambiente.

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Craniata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Cypriniformes
Familia:	Cyprinidae
Género:	<i>Danio</i>
Nombre científico:	<i>Danio rerio</i> (Hamilton, 1822)

Nombre común: Pez cebra o Danio cebra (Froese & Pauly, 2020).

Sinónimos: *Brachydanio rerio*, *Cyprinus rerio* (Froese & Pauly, 2020).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

Valor de invasividad: 9.5

Resultado de la evaluación: Medio

Descripción de la especie

El pez cebra (*Danio rerio*) toma su nombre por las rayas en la lateral de su cuerpo donde presenta cinco rayas azules y amarillas-plateadas alternadas (Reed & Jennings, 2010). El pez adapta sus niveles de pigmentación para mezclarse con el fondo como camuflaje. Como todos los pequeños peces, tiene una sola aleta dorsal. Los machos son generalmente más delgados y de color más oscuro que las hembras, y tienen una coloración más amarilla en la aleta anal (Reed & Jennings, 2010). Usualmente, miden máximo 5 cm de longitud y en cautiverio tiene una vida máxima de 5 años mientras que en la naturaleza no se tiene evidencia de que los individuos sobrevivan más de dos años (Reed & Jennings, 2010).

Distribución original

Asia tropical. Paquistán, India, Bangladesh y Nepal. También ha sido reportada en Myanmar y Bután (Nico *et al.*, 2020).

Estatus: Exótica presente en México, en cautiverio

En México, *Danio rerio* es una especie cultivada para ser empleada como pez ornamental (FAO, 2014). No se ha reportado su presencia en el medio silvestre.

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: Por décadas, *Danio rerio* ha sido una especie de acuario popular y ampliamente comercializado alrededor del mundo y un modelo de investigación importante en múltiples campos de la biología (Castillo *et al.*, 2009; Shapiro, 2012; Vargas-Vargas, 2017). En algunos sitios se encuentra en más del 50% de las tiendas de acuarismo (Rixon *et al.*, 2005).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se han observado individuos del pez cebra en California, Connecticut y Florida, además se registró una población establecida en Nuevo México (Castillo *et al.*, 2009; U.S. Fish & Wildlife Service, 2016). Otros reportes mencionan que la especie ha sido introducida y se ha establecido poblaciones en Colombia al escaparse de instalaciones de cría de peces de acuario (Froese & Pauly, 2020). También se ha reportado como establecida en Japón y Singapur (Froese & Pauly, 2020).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: A pesar de que existen variedades de la especie, ninguna se reporta como invasora. Entre ellas están el pez cebra dorado, arena, aleta larga, aleta corta y leopardo (Watanabe *et al.*, 2006). Desde finales del 2003 también se comercializan peces cebra transgénicos, denominados Danio glofish, los cuales expresan proteínas de colores fluorescentes por lo que resultan más llamativos (Spence *et al.*, 2008; Parr *et al.*, 2014).



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: Bajo

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 un riesgo de establecimiento muy bajo prácticamente en México.



Figura. 1. Distribución potencial de *Danio rerio* 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 0.848 (validación cruzada, partición aleatoria de los datos, n=5).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

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

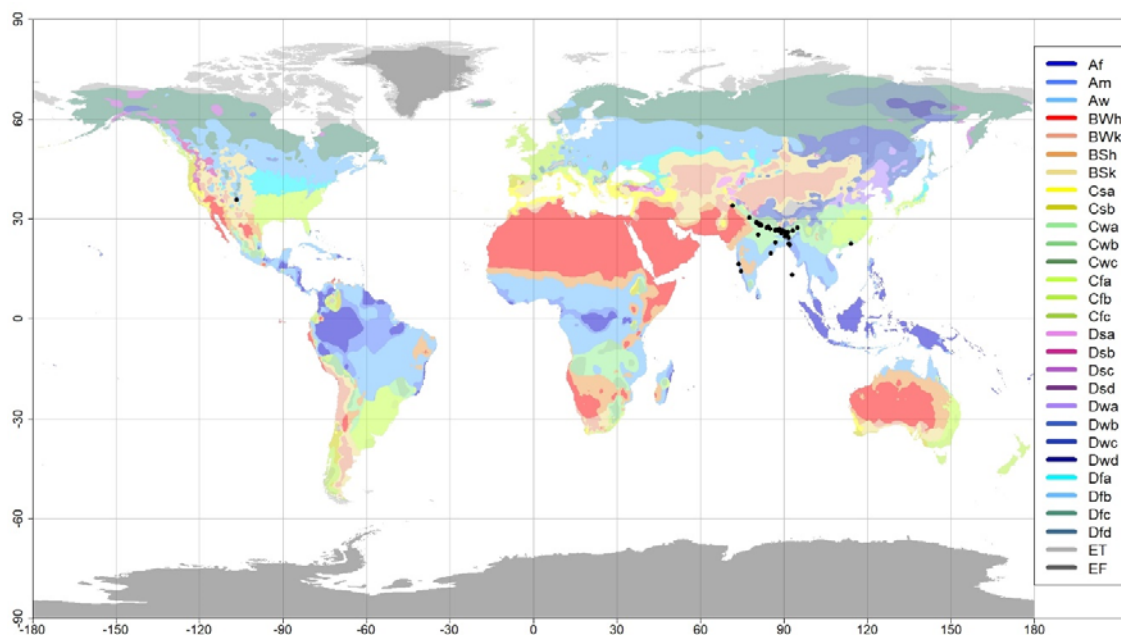


Figura. 2. Registros de presencia de *Danio rerio* en el mundo (GBIF, 2020). Se muestran las zonas climáticas Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007).

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: Es nativa de Pakistán, India, Bangladesh, Nepal y Myanmar. Dichos países concuerdan con algunas de clasificaciones climáticas de Köppen-Geiger presentes en México (Peel *et al.*, 2007; Castillo *et al.*, 2009; Nico *et al.*, 2018; Froese & Pauly, 2020).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha registrado la introducción de esta especie en California, Connecticut, Florida, Nuevo México y Colombia (Courtenay & Hensley, 1979; Fuller *et al.*, 1999; Shapiro, 2012), Así como Japón, Singapur, Sri Lanka, Filipinas, España y Canadá (Froese & Pauly, 2020).

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: La especie ha sido introducida y se ha establecido en Colombia, Japón, Singapur y Estados Unidos (Froese & Pauly, 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: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los impactos son desconocidos y su estudio es limitado (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los impactos son desconocidos y su estudio es limitado (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: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los impactos son desconocidos y su estudio es limitado (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018).

13- ¿Tiene la especie congéneres invasivos?

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: *D. albolineatus* ha sido introducido en reservorios de Okinawa, sin embargo, al igual que *D. rerio*, se desconoce si esta especie ocasiona impactos negativos (NIES, 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: La especie es inofensiva para el humano (Froese & Pauly, 2020).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

15- ¿La especie compite con especies nativas?

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Los impactos son desconocidos y su estudio es limitado (U.S. Fish & Wildlife Service, 2018).

16- ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie de vida libre (Spence *et al.*, 2008; Parr *et al.*, 2014; U.S. Fish & Wildlife Service, 2018; Froese & Pauly, 2020).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Los depredadores más comunes del pez cebra son los cabeza de serpiente, *Channa* sp. y el pez aguja de agua dulce, *Xenentodon cancila* (Spence *et al.*, 2006; Spence *et al.*, 2008). Otros depredadores son peces siluriformes, peces cuchillo, anguilas espinosas, garzas indias y martines pescadores (Engeszer *et al.*, 2007).

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.



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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *D. rerio* es portador de diversos parásitos como *Acanthostomum* sp., *Centrocestus* sp., *Oodinium pillularis* y *Trichodina* sp. (Álvarez-León, 2007; Spence *et al.*, 2008). En laboratorio, es común la infección por microsporidios como *Pseudoloma neurophilia* (Spitzbergen & Kent, 2003), al igual que por nemátodos tal como *Pseudocapillaria tomentosa*, los cuales se alojan en los intestinos y son fácilmente dispersados ya que pueden hospedarse en todas las clases de vertebrados (Kent *et al.*, 2002). Estos parásitos llegan a causar inflamación, adelgazamiento y carcinoma en el hospedador (Kent *et al.*, 2002).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La longitud máxima alcanzada por la especie es de 3.8 cm SL (Kaushik *et al.*, 2011; Froese & Pauly, 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: *D. rerio* es una especie estenohalina adaptada para vivir en condiciones de muy baja salinidad (Boisen *et al.*, 2003; Craig *et al.*, 2007). Además, se ha comprobado que las altas salinidades tienen un efecto negativo en las branquias de esta especie (Uliano *et al.*, 2010).



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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se ha demostrado que los peces cebra, en todas sus etapas, pueden sobrevivir durante 24h a la ausencia de oxígeno, debido a un efectivo mecanismo fisiológico que involucra a su metabolismo aeróbico y anaeróbico (Padilla & Roth, 2001; Barrionuevo *et al.*, 2010). No obstante, es poco probable que pueda sobrevivir mucho tiempo fuera del agua.

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Los peces cebra han sido típicamente descritos como organismos de aguas con flujo lento o inmóviles, sin embargo se han registrado también en ríos de alta velocidad (Spence *et al.*, 2008; Arunachalam *et al.*, 2013). Algunos estudios han demostrado que *D. rerio* posee una gran capacidad de ajustar sus comportamientos de acuerdo a la estimulación ambiental (Olszewski *et al.*, 2012), por lo que se ha sugerido que pueden adaptar sus patrones locomotores en respuesta a la corriente del agua (Suriyampola *et al.*, 2016; Mwaffo *et al.*, 2017). Debido a esto, los peces cebra pueden vivir en un amplio rango de velocidades de flujo (Suriyampola *et al.*, 2016; Depasquale y Leri, 2018).

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.



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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.

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 (McClure *et al.*, 2006; Spence & Smith, 2007).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: El pez cebra es omnívoro, su dieta consiste principalmente de zooplancton e insectos, aunque también se ha reportado que se alimentan de fitoplancton, algas filamentosas y materia de plantas vasculares, esporas y huevos de invertebrados, peces y arácnidos (McClure *et al.*, 2006; Spence & Smith, 2007). A pesar de esto se desconoce si su hábito alimenticio pueda causar daños en el ambiente.

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 (McClure *et al.*, 2006; Spence & Smith, 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 (McClure *et al.*, 2006; Spence & Smith, 2007).

6. Reproducción

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Los peces cebras no presentan cuidado parental de sus crías, ya que los dispersan en el sustrato (Spence *et al.*, 2008; Froese & Pauly, 2020).

31- ¿La especie produce gametos viables?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie es capaz de producir gametos viables (Engeszer *et al.*, 2007; Lawrence *et al.*, 2012; Kucharczyk *et al.*, 2018).

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 ha reportado que *Danio rerio* puede hibridar con especies del mismo género (Parichy & Johnson, 2001; Parichy, 2006; Wong *et al.*, 2011). Sin embargo, no se tiene registro de estas especies en México.



33- ¿La especie es hermafrodita?

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Es una especie dioica, sin embargo, presentan hermafroditismo durante la fase juvenil y algunos estudios demuestran que puede ser permanente al exponer a la especie a ciertas concentraciones de estrógenos (Hill & Janz, 2003; Maack *et al.*, 2003). Lamentablemente, se sabe que se liberan altas cantidades de estrógeno al medio ambiente por medio de descargas de aguas residuales, efluentes de plantas de tratamiento o por escurrimiento con desechos de actividades pecuarias (Ramírez-Sánchez *et al.*, 2015). Por lo anterior se sugiere que, a pesar de no ser naturalmente hermafrodita, los estrógenos libres en el ambiente podrían inducir esta condición en la especie.

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: Mayormente cierto

Justificación: Se considera poco probable, ya que es una especie muy fácil de reproducir en cautiverio (Lawrence, 2007; Segner, 2009).

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: Distintos estudios demuestran que el pez cebrá es una especie prolífica (Spence & Smith, 2006; Lawrence *et al.*, 2007; Markovich *et al.*, 2007; Spence *et al.*, 2007; Spence *et al.*, 2008). Las hembras pueden desovar cada 2-3 días y cada desove puede contener varios cientos de huevos (Spence *et al.*, 2008). En un estudio, Spence & Smith (2006) observaron intervalos de desoves de 1-6 días, en los cuales cada hembra producía de 1 hasta 700 huevos.



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

Respuesta: 1 año

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *Danio rerio* se caracteriza por presentar un tiempo de generación de 2 a 4 meses (Lawrence, 2007; Markovich *et al.*, 2007; Spence *et al.*, 2008; Lawrence *et al.*, 2012).

7. Mecanismos de dispersión

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No hay reportes de que la especie sea utilizada como carnada.

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: La especie es un organismo modelo por sus características de alta fecundidad, corto tiempo de generación y embriones transparentes durante el desarrollo; por lo que es utilizado para diversos estudios, principalmente enfocados a la biología del desarrollo y genética. Además de ser una especie ornamental altamente comercializada (Vascotto *et al.*, 1997; Briggs, 2002; Lawrence, 2007; Spence *et al.*, 2008; Segner, 2009; Norton & Bally-Cuif, 2010).

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.



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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Las hembras desovan directamente en el sustrato sin previa preparación del sitio y carecen de adhesividad, por lo que pueden ser fácilmente arrastrados por la corriente (Spence *et al.*, 2008).

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontraron reportes de migración por parte de esta especie (Froese & Pauly, 2020).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Debido a que los huevos de la especie no son adhesivos y el desove de la hembra ocurre en zonas demersales (Spence *et al.*, 2008), es poco probable que ocurra este tipo de dispersión.



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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No hay información sobre dispersión dependiente de la densidad en esta especie. Sin embargo, se conoce que el éxito reproductivo es afectado por dicha densidad. Las hembras producen menos huevos al incrementar el tamaño de la población, evitando la necesidad de dispersarse (Spence & Smith, 2005).

8. Atributos de tolerancia

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente incierto

Justificación: Los peces cebrá logran tolerar la ausencia de oxígeno (anoxia) durante 24 h (Padilla & Roth, 2001; Barrionuevo *et al.*, 2010). Sin embargo, no existen registros que confirmen que esta especie puede sobrevivir fuera del agua durante un largo periodo de tiempo, como lo es un viaje en transporte.

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 peces cebras presentan una tolerancia para amplios rangos de temperatura (6.7-41.7 °C) (Cortemeglia & Beitinger, 2005; Schaefer & Ryan, 2006), además de soportar condiciones anóxicas durante 24 horas (Padilla & Roth, 2001; Barrionuevo *et al.*, 2010).



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Al igual que otras especies de peces, *Danio rerio* es susceptible a la rotenona. Algunos estudios muestran que este pesticida es embriotóxico para el pez cebra, provocando cambios en el desarrollo de las larvas (Hanisch *et al.*, 2010; Knöbel *et al.*, 2012; Dos Santos *et al.*, 2016; Cheuka *et al.*, 2016), incluso en bajas concentraciones (Melo *et al.*, 2015). No se encontraron referencias sobre su regulación en México.

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

Respuesta: Se desconoce

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se desconoce si la especie se beneficia de los disturbios ambientales.

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: De entre los depredadores mencionados en la pregunta 17, se sabe que en México existen poblaciones de siluriformes y peces cuchillo (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007; Tagliacollo *et al.*, 2016). además de diversas especies de garzas y martines pescadores.



Tabla 1. Reporte para el análisis de riesgo de <i>Danio rerio</i> en México mediante FISK v2.0		
Puntuación:		9.5
Puntuación desglosada:		
A. Biogeografía/Histórico		4.5
1. Domesticación/Cultivo		3.0
2. Climático y distribución		1.0
3. Invasividad en otros lugares		0.5
B. Biología/Ecología		5.0
4. Rasgos indeseables		2.0
5. Alimentación		0.0
6. Reproducción		3.0
7. Mecanismos de dispersión		2.0
8. Atributos de persistencia		-2.0
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		9
Medio ambiente		11
Molestia/Nociva		0
Factor de certidumbre		0.90



Referencias

- Álvarez-León, R. 2007. Asociaciones y patologías en los peces dulceacuícolas, estuarinos y marinos de Colombia: aguas libres y controladas. *Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 11:81-129.
- Arunachalam, M., Raja, M., Vijayakumar, C., Malaïammal, P. & Mayden, R.L. 2013. Natural history of zebrafish (*Danio rerio*) in India. *Zebrafish*. 10(1):1–14. doi: 10.1089/zeb.2012.0803.
- Barrionuevo, W.R., Fernandes, M.N. & Rocha, O. 2010. Aerobic and anaerobic metabolism for the zebrafish, *Danio rerio*, reared under normoxic and hypoxic conditions and exposed to acute hypoxia during development. *Brazilian Journal of Biology*, 70(2):425-434.
- Boisen, A.M., Amstrup, J., Novak, I. & Grosell, M., 2003. Sodium and chloride transport in soft water and hard water acclimated zebrafish (*Danio rerio*). *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1618(2):207-218.
- Briggs, J.P. 2002. The zebrafish: a new model organism for integrative physiology. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(1):R3-R9.
- Castillo, S., Sánchez, F., Mendoza, R. & Koleff, P. 2009. Los peces bioluminiscentes en México: ¿Un riesgo para el ambiente? *CONABIO. Biodiversitas*, 85:11-15.
- Cheuka, P.M., Mayoka, G., Mutai, P. & Chibale, K. 2016. The role of natural products in drug discovery and development against neglected tropical diseases. *Molecules*, 22(1):58.
- Cortemeglia, C. & Beiting, T.L. 2005. Temperature tolerances of wildtype and red transgenic zebrafish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 134:1431–1437.
- Courtenay, W.R. & Hensley, D.A. 1979. Survey of introduced non-native fishes. Phase I. Introduced exotic fishes in North America: Status 1979. Report submitted to National Fisheries Research Laboratory, US Fish and Wildlife Service, Gainesville.
- Craig, P.M., Wood, C.M. & McClelland, G.B. 2007. Gill membrane remodeling with softwater acclimation in zebrafish (*Danio rerio*). *Physiol. Genomics*. 30:53–60.
- DePasquale, C. & Leri, J. 2018. The influence of exercise on anxiety-like behavior in zebrafish (*Danio rerio*). *Behavioural Processes*, 157:638-644.
- dos Santos, I.V.F., Duarte, J.L., Fernandes, C.P., Keita, H., Amado, J.R.R., Velázquez-Moyado, J.A., Navarrete, A. & Carvalho, J.C.T. 2016. Use of zebrafish (*Danio rerio*) in experimental models for biological assay with natural products. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 10 (42):883-891.
- Engeszer, R., Patterson, L., Rao, A. & Parichy, D. 2007. Zebrafish in the wild: a review of natural history and new notes from the field. *Zebrafish*, 4:21-40.
- FAO. 2014. Visión general del sector acuícola nacional México. Departamento de Pesca y Acuicultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Froese, R. & Pauly, D. 2020. *Danio rerio* Hamilton, 1822. FishBase. <http://www.fishbase.se/summary/Danio-rerio.html> Consultado en febrero de 2020.
- Fuller, P.L., Nico, L.G. & Williams, J.D. 1999. Nonindigenous fishes introduced into inland waters of



the United States. Assessment and management of alien species that threaten, 27 p.

GBIF. 2020. *Danio rerio*. GBIF Occurrence Download. <https://doi.org/10.15468/dl.27elys>

Hanisch, K., Küster, E., Altenburger, R. & Gündel, U. 2010. Proteomic signatures of the zebrafish (*Danio rerio*) embryo: sensitivity and specificity in toxicity assessment of chemicals. *International Journal of Proteomics*: 630134. doi:10.1155/2010/630134

Hill, Jr, R.L. & Janz, D.M. 2003. Developmental estrogenic exposure in zebrafish (*Danio rerio*): I. Effects on sex ratio and breeding success. *Aquatic Toxicology*, 63(4):417-429.

Kaushik, S., Georga, I. & Koumoundouros, G. 2011. Growth and body composition of zebrafish (*Danio rerio*) larvae fed a compound feed from first feeding onward: toward implications on nutrient requirements. *Zebrafish*, 8(2):87-95.

Kent, M.L., Bishop-Stewart, J.K., Matthews, J.L. & Spitzbergen, J.M. 2002. *Pseudocapillaria tomentosa*, a nematode pathogen and associated neoplasms of zebrafish (*Danio rerio*) kept in research colonies. *Comparative Medicine*, 52:354- 358.

Knöbel, M., Busser, F.J., Rico-Rico, A., Kramer, N.I., Hermens, J.L., Hafner, C., Tanneberger, K., Schirmer, K. & Scholz, S. 2012. Predicting adult fish acute lethality with the zebrafish embryo: relevance of test duration, endpoints, compound properties, and exposure concentration analysis. *Environmental Science & Technology*, 46(17):9690-9700.

Kucharczyk, D., Stępień, P., Nowosad, J., Kupren, K., Targońska, K. & Kujawa, R. 2018. The optimization of wide-type zebrafish, *Danio rerio* (hamilton, 1822) reproduction in low temperatures under controlled conditions. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1):49-55.

Lawrence, C. 2007. The husbandry of zebrafish (*Danio rerio*): a review. *Aquaculture*, 269(1-4):1-20.

Lawrence, C., Adatto, I., Best, J., James, A. & Maloney, K. 2012. Generation time of zebrafish (*Danio rerio*) and medakas (*Oryzias latipes*) housed in the same aquaculture facility. *Lab animal*, 41(6):158.

Lawrence, C., Ebersole, J.P. & Kesseli, R.V. 2007. Rapid growth and outcrossing promote female development in zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Biology of Fishes*, 81:239–246. DOI: 10.1007/s10641-007-9195-8.

Maack, G., Segner, H. & Tyler, C.R. 2003. Ontogeny of sexual differentiation in different strains of zebrafish (*Danio rerio*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4):125-128.

Markovich, M.L., Rizzuto, N.V. & Brown, P.B. 2007. Diet affects spawning in zebrafish. *Zebrafish*, 4(1):69-74.

Mcclure, M.M., McIntyre, P.B. & Mccune, A.R. 2006. Notes on the natural diet and habitat of eight danionin fishes, including the zebrafish, *Danio rerio*. *Journal of Fish Biology*, 69:553-570.

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.

Mwaffo, V., Zhang, P., Cruz, S.R. & Porfiri, M. 2017. Zebrafish swimming in the flow: a particle image



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822), CONABIO, 2020**

velocimetry study. *PeerJ*, 5:e4041.

Nico, L., Fuller, P. & Loftus, B. 2020. *Danio rerio* Hamilton, 1822. U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, Florida. <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=505>. Consultado en febrero de 2020.

NIES: National Institute for environmental Studies. 2020. Invasive Species of Japan. *Danio albolineatus*. <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/50040e.html>. Consultado en febrero de 2020.

Norton, W. & Bally-Cuif, L. 2010. Adult zebrafish as a model organism for behavioural genetics. *BMC neuroscience*, 11(1):90.

Olszewski, J., Haehnel, M., Taguchi, M. & Liao J.C. 2012. Zebrafish larvae exhibit rheotaxis and can escape a continuous suction source using their lateral line. *PLOS ONE*, 7(5):e36661. doi: 10.1371/journal.pone.0036661.

Padilla, P.A., & Roth, M.B. 2001. Oxygen deprivation causes suspended animation in the zebrafish embryo. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(13):7331-7335.

Parichy, D.M. & Johnson, S.L. 2001. Zebrafish hybrids suggest genetic mechanisms for pigment pattern diversification in *Danio*. *Development, Genes and Evolution*, 211:319-328.

Parichy, D.M. 2006. Evolution of danio pigment pattern development. *Heredity*, 97(3):200–210. doi: 10.1038/sj.hdy. 6800867.

Parr, C.S., Wilson, N., Leary, P., Schulz, K.S., Lans, K., Walley, L., Hammock, J.A., Goddard, A., Rice, J., Studer, M., Holmes, J.T.G. & Corrigan Jr., R.J. 2014. The Encyclopedia of Life v2: Providing global access to knowledge about life on earth. *Biodiversity Data Journal*, 2:e1079, doi:10.3897/BDJ.2.e1079

Peel, M.C., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(2):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.

Ramírez-Sánchez, I.M., Martínez-Austria, P., Quiroz-Alfaro, M.A. & Bandala, E.R. 2015. Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(5):31-42.

Reed, B. & Jennings, M. 2010. Guidance on the housing and care of Zebrafish *Danio rerio*. Research Animals Department, Science Group, RSPCA. Wilberforce, Horsham.

Rixon, C.A.M., Duggan, I.C., Bergeron, N.M.N., Ricciardi, A. & Macisaac, H.J. 2005. Invasion risks posed by the aquarium trade and live fish markets on the Laurentian Great Lakes. *Biodiversity Conservation*, 14:1365-1381.

Schaefer, J. & Ryan, A. 2006. Developmental plasticity in the thermal tolerance of zebrafish *Danio rerio*. *Journal of Fish Biology*, 69(3):722-734.

Segner, H. 2009. Zebrafish (*Danio rerio*) as a model organism for investigating endocrine disruption. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 149 (2): 187-

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



- Shapiro, L. 2012. *Danio rerio*, Zebrafish. Encyclopedia of Life. Available: <http://eol.org/pages/204011/overview>. Consultado en febrero de 2020.
- Spence, R. & Smith, C. 2005. Male territoriality mediates density and sex ratio effects on oviposition in the zebrafish, *Danio rerio*. *Anim. Behav.*, 69:1317–1323.
- Spence, R. & Smith, C. 2006. Mating preference of female zebrafish, *Danio rerio*, in relation to male dominance. *Behavioral Ecology*, 17:779–783.
- Spence, R. & Smith, C. 2007. The role of early learning in determining social preferences based on visual cues in the zebrafish, *Danio rerio*. *Ethology*, 113:62–67.
- Spence, R., Fatema, M.K., Ellis, S., Ahmed, Z.F. & Smith, C. 2007. The diet, growth and recruitment of wild zebrafish (*Danio rerio*) in Bangladesh. *Journal of Fish Biology*, 71:304–309.
- Spence, R., Fatema, M.K., Reichard, M., Huq, K.A., Wahab, M.A., Ahmed, Z.F. & Smith, C. 2006. The distribution and habitat preferences of the zebrafish in Bangladesh. *Journal of Fish Biology*, 69:1435–1448.
- Spence, R., Gerlach, G., Lawrence, C. & Smith, C. 2008. The behaviour and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. *Biological R*, 83(1):13–34.
- Spitzbergen, J.M. & Kent, M.L. 2003. The state of the art of the zebrafish model for toxicology and toxicologic pathology research - advantages and current limitations. *Toxicologic Pathology*, 31S:62–87.
- Suriyampola, P.S., Sykes, D.J., Khemka, A., Shelton, D.S., Bhat, A. & Martins, E.P. 2016. Water flow impacts group behavior in zebrafish (*Danio rerio*). *Behavioral Ecology*, 28(1):94–100. doi: 10.1093/beheco/arw138
- Tagliacollo, V.A., Bernt, M.J., Craig, J.M., Oliveira, C. & Albert, J.S. 2016. Model-based total evidence phylogeny of Neotropical electric knifefishes (Teleostei, Gymnotiformes). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 95:20–33.
- U.S. Fish & Wildlife Service. 2018. Ecological Risk Screening Summary, Zebra Danio (*Danio rerio*).
- Uliano, E., Cataldi, M., Carella, F., Migliaccio, O., Iaccarino, D. & Agnisola, C. 2010. Effects of acute changes in salinity and temperature on routine metabolism and nitrogen excretion in gambusia (*Gambusia affinis*) and zebrafish (*Danio rerio*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 157(3):283–290.
- Vargas-Vargas, R.A. 2017. Pez cebra (*Danio rerio*) y anestesia. Un modelo animal alternativo para realizar investigación biomédica básica. *Anestesia en México*, 29:86–96.
- Vascotto, S.G., Beckham, Y. & Kelly, G.M. 1997. The zebrafish's swim to fame as an experimental model in biology. *Biochemistry and Cell Biology*, 75:479–485.
- Wakida-Kusunoki, A.T., Ruiz-Carus, R. & Amador-del-Angel, E. 2007. Amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 52(1):141–144.
- Watanabe, M., Iwashita, M., Ishii, M., Kurachi, Y., Kawakami, A., Kondo, S. & Okada, N. 2006. Spot



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Danio rerio* (Hamilton, 1822)**, CONABIO, 2020

pattern of leopard *Danio* is caused by mutation in the zebrafish connexin41.8 gene. *EMBO reports*, 7(9):893-897.

Wong, T.T., Saito, T., Crodian, J. & Collodi, P. 2011. Zebrafish germline chimeras produced by transplantation of ovarian germ cells into sterile host larvae. *Biology of Reproduction*, 84(6):1190-1197.