



Arapaima gigas (Schinz, 1822)



Foto: L. Lovshin. Fuente: Fishbase (Froese & Pauly, 2018).

El paiche (*Arapaima gigas*) es una especie de pez sudamericano que se ha introducido en varios países del mundo, principalmente por la vía del acuarismo. Esto ha resultado en el establecimiento de poblaciones en Bolivia y Tailandia, y probablemente también en Singapur. Igualmente, se ha establecido en el alto río Paraná y áreas del sureste de Perú cercanas a su área nativa. No se ha reportado su establecimiento en México. Se reporta que puede afectar potencialmente peces de silvestres. El modelo de distribución potencial muestra algunas regiones con riesgo de establecimiento medio a alto. La evaluación general del riesgo para esta especie en México es media.

Información taxonómica

Reino:	Animalia
Phylum:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Osteoglossiformes
Familia:	Arapaimidae
Género:	<i>Arapaima</i>
Nombre científico:	<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)

Nombre común: Paiche (Froese & Pauly, 2018).



Sinónimos: *Sudis gigas*, *Sudis pirarucu*, *Vastres cuvieri*, *Vastres arapaima* (Froese & Pauly, 2018).

Valor de invasividad: 19.5

Resultado de la evaluación: Medio

Descripción de la especie

Arapaima gigas es uno de los peces de agua dulce más grandes del mundo. Se han reportado individuos de más de 3 metros y hasta 150 kilogramos de peso. Las escamas pueden alcanzar los 6 centímetros de longitud. Suelen ser de color gris con un moteado naranja cerca de su extremo posterior, presentan dos aletas simétricas a cada lado del cuerpo en el extremo posterior. Alcanzan la madurez sexual a la edad de 4-5 años. (ADW, 2020).

Distribución original

América del Sur: cuenca del río Amazonas (Froese & Pauly, 2018).

Estatus: Exótica presente confinada en México

En México, *Arapaima gigas* es comercializado como especie de ornato. No se han encontrado reportes de poblaciones establecidas.

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: Existen pesquerías establecidas para la especie, es cultivada de manera comercial, es popular en el acuarismo y en los acuarios públicos de exhibición. También ha sido introducida con propósitos de biocontrol para evitar la proliferación de poblaciones de pirañas en lagos del sureste de Brasil (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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

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



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
***Arapaima gigas* (Schinz, 1822)**, CONABIO, 2020

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se encuentra establecida en Bolivia y Tailandia, y probablemente también en Singapur. Igualmente, se ha establecido en el alto río Paraná y áreas del sureste de Perú cercanas a su área nativa (Vidthayanon, 2005; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Existen cuatro especies en el género *Arapaima*, todas con características similares. En la actual invasión en Bolivia existen dudas sobre el status taxonómico de *Arapaima* y se cree que se trata de dos especies. El argumento más sólido es que algunas poblaciones tienen dos filas de dientes en la mandíbula inferior, mientras que en otras poblaciones tienen solo una (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012). No obstante, no se encontraron reportes de razas, variedades o subespecies invasoras de *Arapaima gigas*.



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: Medio

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 baja para una parte del país y media a alta para ciertas regiones del noroeste, noreste y sureste del país.

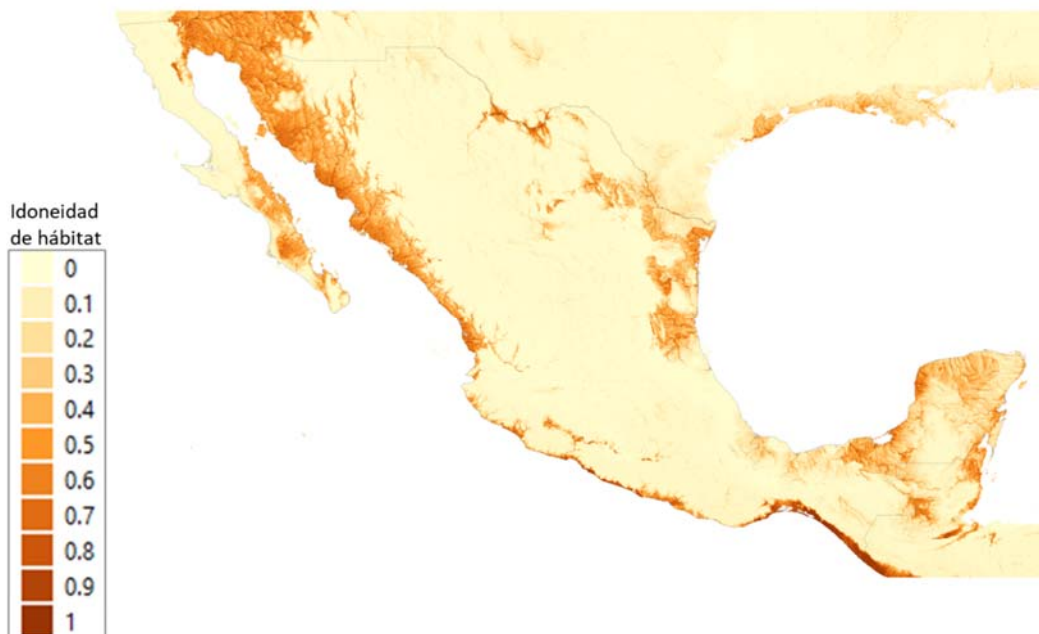


Figura 1. Distribución potencial de *Arapaima gigas* en condiciones climáticas presentes en México de acuerdo al modelo de nicho generado por Maxent. Valores cercanos a 1 indican mayor idoneidad de hábitat.

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

Respuesta: Media

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 0.754 (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 con la base de datos de GBIF la especie se reporta en dos zonas climáticas Köppen-Geiger (A y B) y en un total de cuatro subcategorías climáticas (Fig. 2; Peel *et al.*, 2007; GBIF, 2020).

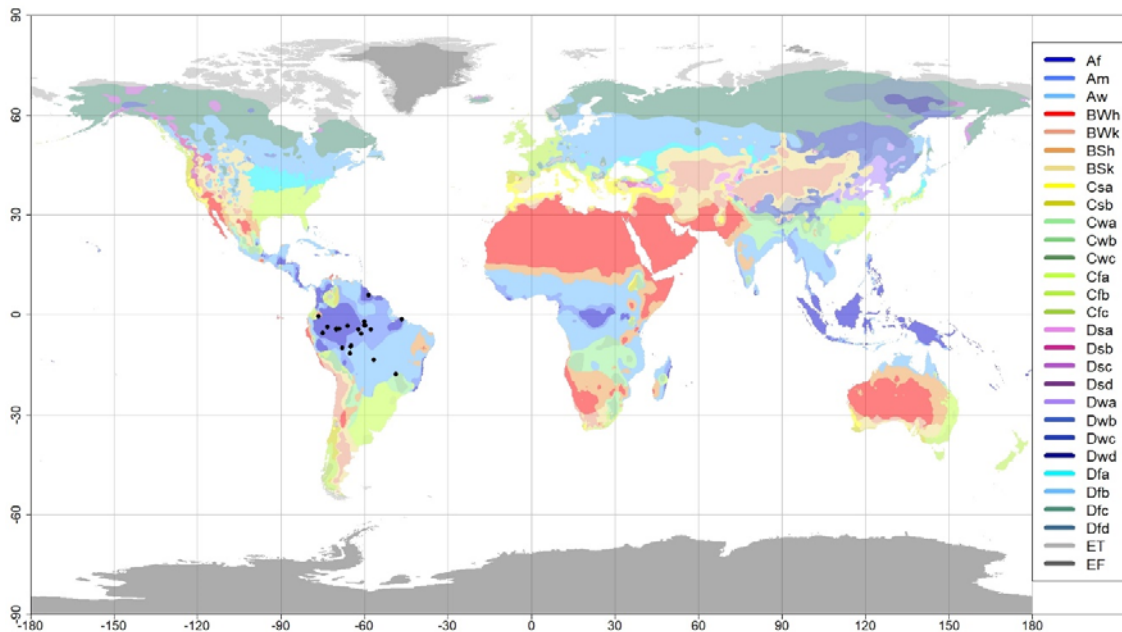


Figura 2. Registros de presencia de *Arapaima gigas* en el mundo (GBIF, 2020). Se muestran las zonas climáticas Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007).

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: La especie es nativa de la zonas climáticas Köppen-Geiger Af, Am y Aw, las cuales se encuentran presentes en México (Fig. 2).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto



Justificación: La especie ha sido introducida en Malasia, Tailandia, México, Cuba, China, Filipinas Singapur y Bolivia (Vidthayanon, 2005; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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 se ha establecido en varios cuerpos de agua en Bolivia, Tailandia y probablemente en Singapur. Igualmente, se ha establecido en el alto río Paraná y áreas del sureste de Perú de donde no es nativa (Vidthayanon, 2005; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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: La especie es un depredador tope que puede llegar a consumir 8% de su biomasa por día y se ha documentado la depredación de pequeños carácidos nativos en Bolivia. En éste país también se ha reportado afectaciones a las poblaciones de peces nativos con repercusiones negativas para las pesquerías de éstos. Se le considera una de las principales amenazas para la diversidad de peces nativos. Su introducción con propósitos de biocontrol para evitar la proliferación de poblaciones de pirañas en lagos del sureste de Brasil fue exitosa, pero también causó la disminución de poblaciones nativas. Su espectro alimenticio en Bolivia es más amplio que en su área de distribución natural, e incluye el consumo de varias especies de peces, aves, reptiles (tortugas y pequeños caimanes) e incluso pequeños mamíferos (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Aunque no hay evidencia, se reporta que puede potencialmente afectar peces de ornato silvestres en Bolivia (Hill & Lawson, 2015).



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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: No se encontró información al respecto.

13- ¿Tiene la especie congéneres invasivos?

Respuesta: Sí

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Existen cuatro especies en el género *Arapaima*, todas con características similares. En la actual invasión en Bolivia existen dudas sobre el estatus taxonómico de *Arapaima* y se cree que se trata de dos especies. El argumento más sólido es que algunas poblaciones tienen dos filas de dientes en la mandíbula inferior, mientras que otras poblaciones tienen solo una (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012).

B. Biología/Ecología

4. Rasgos indeseables (o de persistencia)

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente incierto

Justificación: Aunque la especie generalmente presenta niveles de mercurio menores a los considerados seguros para el humano (0.5 ug/g), se consume seguido y podría haber afectaciones a la salud a largo plazo (Crossa & Mc Grath, 1999; Peixoto Boischio & Henshel, 2000).

15- ¿La especie compite con especies nativas?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: En la cuenca amazónica de Bolivia algunas especies de importancia en la pesca artesanal, de subsistencia y comercial como el pacu (*Colossoma macropomum*), tambaqui (*Piaractus brachypomus*) y el surubí pintado (*Pseudoplatystoma spp.*) son muy vulnerables a la degradación del hábitat acuático. Se argumenta que el paiche provoca un impacto negativo a las poblaciones nativas de peces (Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011).



16- ¿La especie es parásito de otras especies?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie de vida libre (Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Las larvas y juveniles son depredados principalmente por aves como *Anhinga anhinga* y *Phalacrocorax brasilianus*, o por peces carnívoros como las pirañas *Serrasalmus* spp., otros caraciformes como *Erythrinus erythrinus* y cíclidos como *Astronotus ocellatus* y *Cichla monoculus*, aunque se considera que sus principales depredadores son el jaguar *Panthera onca* y el cocodrilo del Amazonas *Melanosuchus niger*. Es una especie de gran aceptación. Desde el siglo XVIII, fue blanco de las pesquerías a lo largo del eje principal del Amazonas y sostuvo una fuerte actividad extractiva para cubrir la demanda de proteína en las ciudades ribereñas más grandes. La buena consistencia de la carne y la ausencia de huesos intermusculares, permitió a la gente almacenar y transportar filetes salados y secos, similar al bacalao. Su gran popularidad y aceptación están al origen de la disminución de sus poblaciones al grado que la especie fue indexada en el Apéndice II del Tratado Internacional de Conservación de Especies Comerciales Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) (Rebaza *et al.*, 1999; Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011; Torati, 2017; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: La especie es un depredador tope que puede llegar a consumir 8% de su biomasa por día y se ha documentado la depredación de pequeños carácidos nativos en Bolivia. En éste país también se ha reportado afectaciones a las poblaciones de peces nativos con repercusiones negativas para las pesquerías de éstos. Se le considera una de las principales amenazas para la diversidad de peces nativos. Su introducción con propósitos de biocontrol para evitar la proliferación de poblaciones de pirañas en lagos del sureste de Brasil fue exitosa, pero también causó la disminución de poblaciones nativas. Su espectro alimenticio en Bolivia es más amplio que en su área de distribución natural, e incluye el consumo de varias especies de peces, aves, reptiles (tortugas y pequeños caimanes) e incluso pequeños mamíferos (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).



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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Se ha identificado que la especie es hospedera de los parásitos monogéneos *Dawestrema cyclancistrum* y *D. cycloancistrioides* localizados en piel, aletas y branquias, y los protozoos *Piscinodinium pillulare*, *Ichthyophthirius multifiliis* y *Trichodina* sp. Se encuentran en piel, aletas y branquias, digéneos (*Caballerotrema brasiliense*) en intestinos, céstodos (*Schizocoelus liquloides*) localizados en cavidad abdominal y el nematodo (*Nilonema senticosum*) en vejiga natatoria (Araújo *et al.*, 2009; Serrano-Martínez *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: *Arapaima gigas* es uno de los dos peces más grandes de América del Sur, pudiendo llegar a medir más de 2 m de longitud y pesar más de 100 kg. La longitud máxima reportada es de 4.5 m TL. (Serrano-Martínez *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie dulceacuícola (Froese & Pauly, 2018). No se encontraron reportes de tolerancia a salinidades altas, aunque puede soportar al menos 4 ppt durante sus etapas tempranas (Araújo da Silva *et al.*, 2019).

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

Respuesta: Sí

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie es capaz de respirar aire atmosférico y puede vivir en cuerpos de agua anóxicos. Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria, la cual ocupa todo el techo de la cavidad abdominal. El aire lo consiguen a través de tragos regulares tomados de la superficie del agua, con una frecuencia (10-20 min) que depende del tamaño del espécimen. También tolera altos niveles de amonio. Se reporta que tienen

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



gran resistencia fuera del agua hasta por una hora y media (Campos Baca, 2001; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Torati, 2017).

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: Mayormente cierto

Justificación: La especie tiene preferencia por cuerpos de agua lénticos. Generalmente habita ríos de corriente suave y lagunas poco profundas con abundante vegetación (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015).

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: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie es carnívora. Los juveniles de *Arapaima* se alimentan principalmente de peces pequeños, decápodos, moluscos e insectos, pero pueden ser oportunistas tomando sus presas del ambiente (e.g. partes vegetales). Los adultos son más selectivos con las presas y prefieren peces de tamaños medianos (Characidae, Cichlidae, Prochilodontidae, Anostomidae y Loricariidae), decápodos (*Macrobrachium* spp.) y algunas veces tortugas pequeñas (Podocnemidae) (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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



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: Muy cierto

Justificación: La especie es carnívora (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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 carnívora (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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 carnívora (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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: Muy cierto

Justificación: La especie exhibe cuidado parental. Las larvas y post-larvas quedan al cuidado del macho hasta que se convierten en juveniles capaces de defenderse. Los padres cuidan agresivamente a su descendencia y exudan una sustancia blanca por la cabeza, que contiene una feromona que los atrae y mantiene cerca. Esta sustancia lechosa posee valores elevados de proteína y pH, y podría representar un alimento para las crías, así como lo sugieren los habitantes de las riberas. Cuando un peligro amenaza, los padres abren los opérculos y los pequeños ingresan dentro para protegerse. Las crías permanecen con los padres hasta que alcanzan un tamaño cercano a los 25 cm (3-4 meses), antes de la próxima



época reproductiva (dos Santos de Souza *et al.*, 2010; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Froese & Pauly, 2018).

31- ¿La especie produce gametos viables?

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La especie es capaz de producir gametos viables (Godinho *et al.*, 2005; Van Damme *et al.*, 2012).

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 sabe que hay distintos grupos genéticos en simpatria en múltiples sitios por lo que la posibilidad de hibridación es alta en Sudamérica (Watson *et al.*, 2016). Sin embargo, no hay especies relacionadas en el área de análisis.

33- ¿La especie es hermafrodita?

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Es una especie dióica (Torati, 2017; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: No se encontraron reportes sobre la dependencia de otra especie o de características específicas del hábitat para completar su ciclo de vida.

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 especie desova todo el año y con mayor intensidad de septiembre a diciembre en Perú, en otros lugares del mismo país el pico de desove es en Noviembre y se extiende hasta julio. En Brasil el desove puede ocurrir de octubre a febrero o de diciembre a mayo. La reproducción se intensifica cuando las aguas comienzan a subir de nivel y las áreas para la construcción de nidos están disponibles en el bosque. Se ha sugerido que los cambios en la conductividad y pH de las aguas al comienzo de la época lluviosa son los factores que desencadenan la época de reproducción en estos peces. La fecundidad es variable y sólo el 25% de los huevos totales (47 000-68 300 por hembra madura) son liberados (Godinho *et al.*, 2005).

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

Respuesta: 4 años

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: La madurez sexual de la hembra se alcanza a 1,7 m de longitud y 40 a 45 kg de peso corporal cuando los peces tienen entre 4 y 5 años (Godinho *et al.*, 2005; Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011).

7. Mecanismos de dispersión

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se considera poco probable.

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: Existen pesquerías establecidas para la especie, es cultivada de manera comercial, es popular en el acuarismo y en los acuarios públicos de exhibición. También ha sido introducida con propósitos de biocontrol para evitar la proliferación de poblaciones de pirañas en lagos del sureste de Brasil (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Froese & Pauly, 2018).

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: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Los huevos y larvas son cuidados por los padres durante los primeros meses de vida (dos Santos de Souza *et al.*, 2010; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Froese & Pauly, 2018).

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: Los huevos y larvas son cuidados por los padres durante los primeros meses de vida (dos Santos de Souza *et al.*, 2010; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Froese & Pauly, 2018).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: La especie realiza migraciones laterales que le permiten explorar y eventualmente colonizar nuevos lagos y ríos poco caudalosos. Este comportamiento le permitió la especie colonizar el Amazonas Boliviano, avanzando 20 km/año. Se han registrado migraciones de 64 km (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Torati, 2017).

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

Respuesta: No

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Los huevos y larvas son cuidados por los padres durante los primeros meses de vida (dos Santos de Souza *et al.*, 2010; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Froese & Pauly, 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 es capaz de respirar aire atmosférico y puede vivir en cuerpos de agua anóxicos. Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria, la cual ocupa todo el techo de la cavidad abdominal. El aire lo consiguen a través de tragos regulares tomados de la superficie del agua, con una frecuencia (10-20 min) que depende del tamaño del espécimen. Se reporta que tienen gran resistencia fuera del agua hasta por una hora y media (Campos Baca, 2001; Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Torati, 2017). Los juveniles pueden ser transportados sin mortalidad después de 6 h en bolsas con aire (de Carvalho Gomes *et al.*, 2003).

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: La especie es capaz de respirar aire atmosférico y puede vivir en cuerpos de agua anóxicos. Casi el 90% del oxígeno que requiere es obtenido por la vejiga natatoria, la cual ocupa todo el techo de la cavidad abdominal. El aire lo consiguen a través de tragos regulares tomados de la superficie del agua, con una frecuencia (10-20 min) que depende del tamaño del espécimen. Sin embargo, no tolera las bajas temperaturas, se distribuye normalmente en aguas con temperaturas entre los 24 y 30 °C y las temperaturas por debajo de los 16°C resultan letales. También es capaz de tolerar altos niveles de amonio (Miranda-Chumacero *et al.*, 2012; Van Damme *et al.*, 2015; Torati, 2017).

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

Respuesta: Se desconoce



CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD



Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para México
Arapaima gigas (Schinz, 1822), CONABIO, 2020

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: Se considera poco probable que se puedan eliminar con venenos de cadena respiratoria como la rotenona, por su capacidad de respirar aire atmosférico. En un reporte mencionan la captura de varias especies de peces con diferentes artes de pesca y rotenona, pero no especifican si en el caso de la *Arapaima gigas* se usó este veneno (Watkins *et al.*, 2005).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Mayormente cierto

Justificación: La especie se puede beneficiar de las inundaciones ya que su temporada de reproducción se intensifica cuando las aguas comienzan a subir de nivel y las áreas para la construcción de nidos están disponibles en el bosque (Carvajal-Vallejos *et al.*, 2011).

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

Respuesta: Si

Certidumbre: Muy cierto

Justificación: Si, existen predadores de la especie en el país como especies de cormoranes del género *Phalacrocorax* (Froese & Pauly, 2018).



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

Puntuación:		19.5
Puntuación desglosada:		
A. Biogeografía/Histórico		8.5
1. Domesticación/Cultivo		3.0
2. Climático y distribución		1.0
3. Invasividad en otros lugares		4.5
B. Biología/Ecología		11.0
4. Rasgos indeseables		6.0
5. Alimentación		2.0
6. Reproducción		1.0
7. Mecanismos de dispersión		0.0
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	14
	Medio ambiente	17
	Molestia/Nociva	3
	Factor de certidumbre	0.91

Referencias

- ADW. 2020. *Arapaima gigas*. Arapaima (Also: Giant arapaima) https://animaldiversity.org/accounts/Arapaima_gigas/
- Araújo, C.S.O., Gomes, A.L., Tavares-Dias, M., Andrade, S.M.S., Belem-Costa, A., Borges, J.T. & Barbosa, M. 2009. Parasitic infections in pirarucu fry, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae) kept in a semi-intensive fish farm in Central Amazon, Brazil. *Embrapa Amapá- Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Araújo da Silva, T.B., Epifânio, C.M.F., Dantas, F.D.M., Rocha, T.L.P.D., Gonçalves, L.U. & Dairiki, J.K. 2019. Slightly salinized water enhances the growth and survival of *Arapaima gigas* larvae. *Aquaculture Research*, 50(3):951-956.
- Campos-Baca, L. 2001. Historia biológica del Paiche o Pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier) y bases para su cultivo en la Amazonía, Iquitos - Peru. *Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana Programa de Biodiversidad*. 27 pp
- Carvajal-Vallejos, F.M., Van-Damme, P.A., Cordova, L. & Coca, C. 2011. La introducción de *Arapaima gigas* (paiche) en la Amazonía boliviana. Peces y Delfines de la Amazonía boliviana: Hábitats, potencialidades y amenazas. Cochabamba: Editorial INIA, 367-396.
- Crossa, M. & Mc Grath, D. 1999. Mercury accumulation in the pirarucu *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829) in the lower Amazonian varzea. *Bol. Zool. Museu Emílio Goeldi* 15(1):7-22 Belém, Pará. (Especial Ictiología sobre os 500 Anos do Rio Amazonas).
- de Carvalho-Gomes L., RoubachII, R., Adan-Sagratzki, C.B., Pereira-Filho, M. & Criscuolo-Urbinati E. 2003. Transport of Pirarucu *Arapaima gigas* juveniles in plastic bag. *Acta Amaz*, 33(4):637-
- Forma de citar: Mendoza, R. et al. 2020. Evaluación Freshwater Fish Invasiveness Scoring Kit (FISK) para *Arapaima gigas*. 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.



642.

- dos Santos de Souza C.E., Bevilacqua, L. & de Queiroz, H.L. 2010. Population Dynamics Modeling of *Arapaima gigas*. *Acta Amazonica*, 40(2):333–346.
- Froese, R. & Pauly, D. 2018. *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). Fishbase. World Wide Electronic publication. <https://www.fishbase.se/summary/Arapaima-gigas.html>
- GBIF. 2020. *Arapaima gigas*. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.aosrqp>
- Godinho, H.P., Santos, J.E., Formagio, P.S. & Guimarães-Cruz, R.J. 2005. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish *Arapaima gigas* (Schinz, 1822). *Acta Zoologica (Stockholm)* 86: 289–294.
- Hill, J.E. & Lawson, K.M. 2015. Risk Screening of *Arapaima*, a New Species Proposed for Aquaculture in Florida. *North American Journal of Fisheries Management*, 35:885–894.
- Miranda-Chumacero, G., Wallace, R., Calderón, H., Calderón, G., Willink, P., Guerrero, M., Siles, T., Lara, M.K. & Chuqui, D. 2012 Distribution of arapaima (*Arapaima gigas*) (Pisces: Arapaimidae) in Bolivia: implications in the control and management of a non-native population. *BioInvasions Records*, 1(2):129–138.
- 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.
- Peixoto-Boischio, A.A. & Henshel, D. 2000. Fish Consumption, Fish Lore, and Mercury Pollution-Risk Communication for the Madeira River People. *Environmental Research Section A*, 84:108–126.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4):231–259.
- Rebaza, A.M., Alcántara, B.F. & Valdivieso, G.M. 1999. Manual de Piscicultura del paiche *Arapaima gigas*. Tratado de cooperación Amazónica. Secretaria Pro Tempore. (TCA)–IIAP–FAO. Caracas-Venezuela. 72pp.
- Serrano-Martínez, E., Tantaleán, M., Leguía, G., Quispe, M. & Casas, G.C. 2015. Parásitos en *Arapaima gigas* de la Amazonía Peruana según grupo etario. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2):303–309.
- Torati, L.S. 2017. Reproductive physiology of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and development of tools for broodstock management. *Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland*, 321 pp.
- Van-Damme, P.A., Coca Méndez, C., Zapata M., Carvajal-Vallejos, F.M., Carolsfeld, J. & Olden, J.D. 2015. The expansion of *Arapaima cf. gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the Bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, 6(4):375–383.
- Vidthayanon, C. 2005. Aquatic alien species in Thailand (Part1). Country Reports. pp113–117. In: International mechanisms for the control and responsible use of alien species in aquatic ecosystems Report of an Ad Hoc Expert Consultation, Xishuangbanna, People's Republic of China, 27–30 August 2003. D.M. Bartley (ed.). FAO, Rome.
- Watkins, G., Saul, W., Holm, E., Watson, C., Arjoon, D. & Bicknell, J. 2005. The fish fauna of the Iwokrama Forest. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 154(1):39–53.
- Watson, L.C., Stewart, D.J. & Kretzer, A.M. 2016. Genetic Diversity and Population Structure of the Threatened Giant *Arapaima* in Southwestern Guyana: Implications for Their Conservation. *Copeia*, 104(4):864–872.