

Tres nuevos hospederos para el parásito *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda, Cyclopoida) en una laguna del occidente de México

Three new hosts for the parasite *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda, Cyclopoida) in a lagoon of western Mexico

Karl Velázquez-Ornelas*✉, Eduardo Suárez-Morales **

Velázquez-Ornelas, K., & Suárez-Morales, E. (2022). Tres nuevos hospederos para el parásito *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda, Cyclopoida) en una laguna del occidente de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(85), e3314, <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022853314>

RESUMEN

El copépodo ergasíido *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) es un parásito originario de Asia oriental, con alta prevalencia en teleósteos de agua dulce y considerado como invasor en otras regiones. En el Neotrópico, esta especie se ha registrado en México (en los estados de Aguascalientes, Chiapas y Jalisco), en Cuba y en Perú. En este trabajo documentamos la infección por este copépodo en tres especies de peces ciprinodontiformes a partir de material recolectado con arrastres de plancton en la laguna de Cajititlán, considerado un sistema eutrófico. Se observaron hasta 11 copépodos por pez, con una mayor incidencia en la especie *Goodea atripinnis* (principalmente en las aletas dorsales). No se encontró relación entre el tamaño de los hospederos y el número de parásitos. La presencia de *N. japonicus* en América se atribuye a eventos de introducción por actividades humanas, por lo que es necesario documentar su incidencia y efecto en especies nativas.

Palabras clave: especie invasora; copépodos parásitos; eutrofización; aguas continentales; ergasíidos.

ABSTRACT

The ergasilid *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) is a parasite originary from East Asia, with a high prevalence in freshwater teleosteans and is considered invasive in other regions. In the Neotropics, this species has been recorded in Mexico (in the Aguascalientes, Chiapas, and Jalisco states), Cuba and Peru. In this work, we document the infection by

Recibido: 5 de agosto de 2021 Aceptado: 1 de diciembre de 2021

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) Unidad académica Mazatlán. Av. Joel Montes Camarena S/N, Mazatlán, C. P. 82040, Sinaloa, México. Correo electrónico: kevelazquez@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6986-6844>

** El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Av. Centenario km. 5.5, Chetumal, C. P. 77014, Quintana Roo, México. Correo electrónico: esuarez@ecosur.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2051-8707>

✉ Autor para correspondencia

this copepod in three cyprinodontiform fish species after the analysis of plankton samples collected with plankton tows in Lake Cajititlán, considered a eutrophic system. We observed up to 11 copepods per fish, with the major incidence in the species *Goodea atripinnis* (mainly in the dorsal fins). The presence of *N. japonicus* in America is attributed to introduction events due to human activities, so that documenting its incidence and effect in native species is necessary.

Keywords: invasive species; parasitic copepods; eutrophization; continental waters; ergasilidos.

INTRODUCCIÓN

Los ergasilidos son copépodos ectoparásitos que infectan de manera inespecífica (Oldewage & van As, 1987) a diferentes familias de teleósteos de agua dulce, estuarinos y costeros tanto en entornos naturales como en condiciones de cultivo (Boxshall & Defaye, 2008; Nagasawa & Inoue, 2012); estos copépodos causan patologías importantes a los peces (Kilian & Avenant-Oldewage, 2013). Entre los 27 géneros actualmente contenidos en la familia Ergasilidae, los miembros de *Neoergasilus* se distinguen por poseer una espina digitiforme en el segundo segmento exopodal de las primeras patas (Boxshall & Halsey, 2004; Suárez-Morales et al., 2020). *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) es una especie con una muy amplia distribución que parasita numerosas especies de peces, principalmente en Asia oriental, Europa y América del Norte (Hudson & Bowen, 2002; Mirzaei, Khovand, & Kheirandish, 2016; Suárez-Morales & Mercado-Salas, 2013).

La propagación de esta especie asiática ha sido monitoreada desde que se registró por primera vez en Taiwán en la década de 1920. Se detectó en Europa en la década de 1960 y los últimos registros europeos incluyen Alemania, Italia y Turquía (Suárez-Morales & Mercado-Salas, 2013). El primer registro de *N. japonicus* en América fue en Cuba (Prieto, Tajer, & Vinjoy, 1985) y posteriormente se reportó en Estados Unidos (Hayden & Rogers, 1998). En México se ha reportado en la región sureste (Chiapas) como parásito de tres especies de peces amenazadas o en peligro de extinción (Suárez-Morales, Paredes-Trujillo, & González-Solís, 2010). El segundo reporte de esta especie en México fue en el estado de Aguascalientes, donde se registró a partir de muestras de plancton obtenidas en 1990, por lo que se puede considerar como el primer material recolectado de este parásito en el continente (Suárez-Morales & Mercado-Salas, 2013). También fue registrada en el estado de Jalisco por Velázquez-Ornelas, Juárez-Carrillo y Ayón-Parente (2021). Recientemente fue registrado en Perú (Mendes-Marques & Murrieta-Morey, 2018), el cual es el primer registro de esta especie en Sudamérica.

En este trabajo se documenta la infección por *N. japonicus* en tres especies de peces ciprinodontiformes nativos de América del Norte, recolectados a partir de arrastres de plancton en la laguna de Cajititlán, Jalisco, México. Se discute la relevancia de este registro en términos de su biología y la distribución actualizada de este parásito en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se examinaron 200 ejemplares de peces de las familias Atherinopsidae, Goodeidae y Poeciliidae. Estos fueron capturados incidentalmente en arrastres de zooplancton en la Laguna de Cajititlán, Jalisco (20°25'0.90"N; 103°19'1.87"O) (figura 1), la cual cuenta con una superficie total de aproximadamente 42 km². En este sistema se han reportado valores

altos de materia orgánica, nitratos y fosfatos; lo cual favorece los florecimientos algales continuos e incluso provoca la muerte de peces en el verano (Vizcaíno-Rodríguez et al., 2017). Esto se atribuye principalmente a la descarga de aguas residuales debido a las distintas actividades que se realizan alrededor de la laguna (Gradilla-Hernández et al., 2019).

Los peces fueron recolectados de manera incidental con una red para zooplancton con luz de malla de 50 μm y con un diámetro de apertura de 30 cm. Los arrastres realizados fueron de 1 a 2 minutos a velocidad de 1 nudo en 5 puntos de la laguna y de manera mensual durante un ciclo interanual, desde mayo de 2015 hasta abril de 2016. Las muestras fueron fijadas in situ con una solución de formalina al 4%. Para la determinación taxonómica de los copépodos se realizaron disecciones y preparaciones conforme a lo descrito por Reid y Williamson (2009) y se comparó el material con las ilustraciones publicadas en el trabajo de Hayden y Rogers (1998).

Se observó la presencia de *N. japonicus* sobre el tegumento de 17 individuos de las familias Goodeidae y Poeciliidae; no se registró ningún ejemplar de la familia Atherinopsidae con parásitos. Además, 50 individuos no anclados a un hospedero fueron obtenidos directamente de los arrastres de zooplancton en esta misma localidad. Se tomaron medidas de las hembras ancladas sobre los peces para estimar el intervalo de tallas y se hicieron conteos para estimar el número de parásitos por pez y por zona afectada (aletas dorsal y anal). También se midió la longitud de los peces infectados desde el margen anterior de la boca hasta el margen distal de la aleta caudal. Se evaluó la relación entre la longitud de los peces y el número de copépodos anclados con una correlación de Pearson.

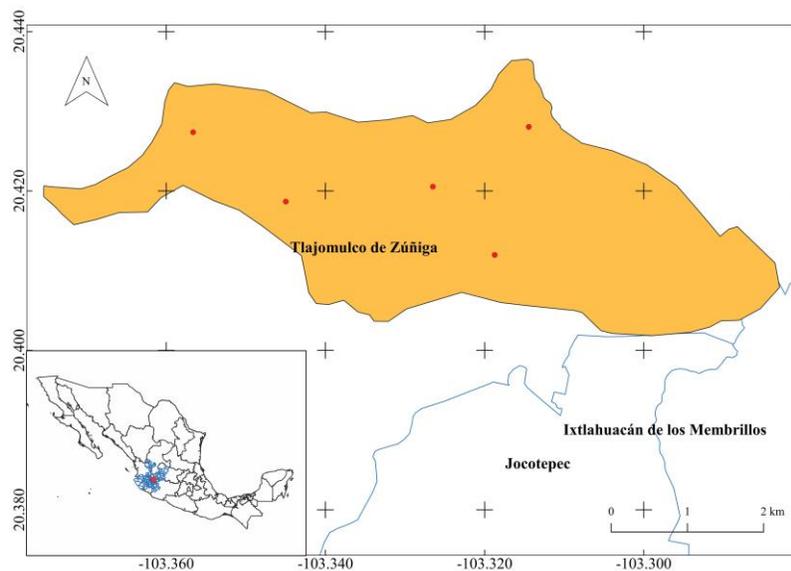


Figura 1. Área de estudio: Laguna de Cajititlán, Jalisco, México. Este es considerado el segundo cuerpo de agua superficial más grande de Jalisco. Los sitios de muestreo se marcan con color rojo.
Elaboración propia.

Familia Ergasilidae (von Nordmann, 1832)

Neoergasilus (Yin, 1956)

Neoergasilus japonicus (Harada, 1930)

Material examinado

4 hembras adultas sin disectar, preservadas en etanol a 70% de muestras de plancton de la Laguna de Cajititlán, Jalisco, México recolectadas el 18 de junio de 2015 y cuatro hembras adultas, disectadas, preservadas en etanol a 70%, depositadas en viales. Los ejemplares fueron depositados en el Laboratorio de Ecología Molecular, Microbiología y Taxonomía (LEMITAX) del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, en Guadalajara, México.

Morfología

El promedio de longitud de los ejemplares recolectados en Jalisco fue de 0.60 mm (intervalo: 0.41-0.78 mm, $n=44$) medido desde el margen anterior del cefalotórax hasta el margen distal de las ramas caudales (sin incluir las setas caudales). La morfología de los apéndices bucales y las patas natatorias en los especímenes de Jalisco es como la descrita en los trabajos de Hayden y Rogers (1998), Kim y Choi (2003) y Suárez-Morales y Mercado-Salas (2013) (figura 2).

Observaciones

Los especímenes examinados fueron determinados como *N. japonicus* por la presencia de una característica segunda antena prensil, en forma de garra (figura 2A) y típica de los ergasilidos (Suárez-Morales et al., 2020), seis segmentos en las anténulas (figura 2B), una espina digitiforme modificada sobre el margen interno del tercer segmento exopodal de la pata 1 (figura 2C) y los márgenes posterolaterales del cefalotórax redondeados (figura 2D). Todos los ejemplares de *N. japonicus* de este trabajo fueron recolectados en el mes de junio, el resto del año no se observaron ejemplares en vida libre ni anclados a algún hospedero. El porcentaje de peces infectados en relación con los ejemplares capturados fue de 8.5%. Se registró que 70% de las hembras ancladas eran ovígeras al momento de ser recolectadas.

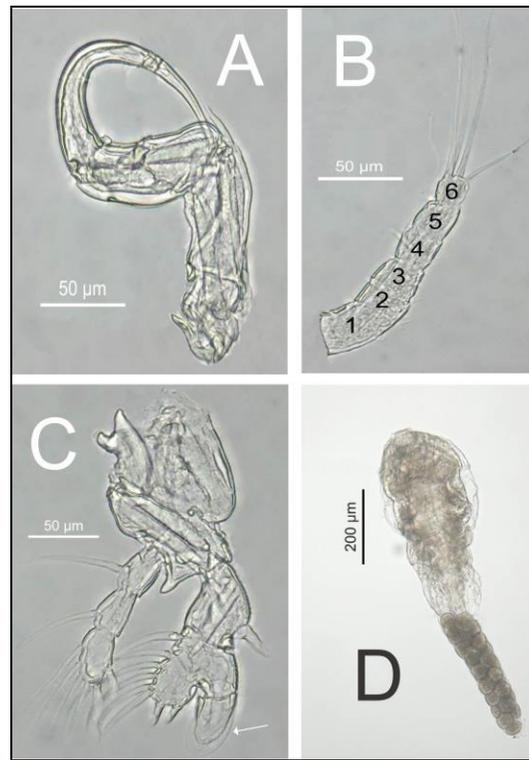


Figura 2. *N. japonicus*. Hembra ovígera recolectada en la laguna de Cajititlán, Jalisco. Morfología: A. antena; B. anténula; C. pata 1 mostrando la espina exopodal modificada (flecha); D. hábito y saco ovígero, vista ventral. Imágenes adaptadas de Velázquez-Ornelas et al. (2021).

Hospederos

En Jalisco los ejemplares de peces parasitados por *N. japonicus* corresponden a ejemplares de *Chapalichthys encaustus* (Jordan & Snyder, 1899) (4 ejemplares infectados), de *Goodea atripinnis* Jordan, 1980 (9 ejemplares infectados) y de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853) (4 ejemplares infectados) (figura 3). La intensidad de la infección fue mayor en *G. atripinnis*, con un promedio de 4 copépodos por individuo y hasta 11 parásitos anclados sobre un solo ejemplar; mientras que para *C. encaustus* este parámetro varió entre 1 y 4 organismos por pez y en *G. affinis* se observó un máximo de un ejemplar anclado a cada individuo. Se observó que los parásitos tuvieron preferencia por la aleta dorsal en las tres especies (87% de los parásitos estaban anclados sobre la aleta dorsal), aunque no se encontró relación significativa entre la longitud de los hospederos y el número de parásitos ($p=0.6290$).



Figura 3. Especies de peces de la laguna de Cajititlán parasitadas por *N. japonicus*. A. Se muestran en orden descendente ejemplares de *G. affinis*, *C. encaustus* y *G. atripinnis*. B. Se muestran algunos copépodos anclados sobre un ejemplar de *C. encaustus* sobre la aleta dorsal. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Si se compara el tamaño de los ejemplares registrados en esta laguna con los valores reportados para otras poblaciones de *N. japonicus*, es relativamente pequeño. Los individuos de Aguascalientes muestran un intervalo similar al de los especímenes de Chiapas (0.67-0.71 mm) (Suárez-Morales et al., 2010); mientras que los ejemplares de esta laguna son más similares en longitud a los de la cuenca Grandes Lagos (Lago Superior, Lago Hurón, Lago Michigan) (0.59-0.76 mm) (Hudson & Bowen, 2002). El intervalo observado en la población de Jalisco (0.41-0.78 mm) es más amplio que los reportados por Suárez-Morales y Mercado-Salas (2013) en Aguascalientes y por Suárez-Morales et al. (2010) en Chiapas. En general, las poblaciones mexicanas de *N. japonicus*, incluyendo las de Chiapas, Aguascalientes y Jalisco, son relativamente pequeñas. De acuerdo con los datos de Suárez-Morales et al. (2010), las poblaciones de Alabama (0.74-0.79 mm) (Hayden & Rogers, 1998), Corea (0.75 mm en promedio) (Kim & Choi, 2003) y Turquía (0.75-0.79 mm) (Soylu & Soylu, 2012) son las de mayor talla registradas para esta especie.

La mayor parte de la investigación sobre este parásito aborda los parámetros de la infección y sus efectos sobre las poblaciones de peces naturales y de cultivo (Nagasawa & Inoue, 2012; Nagasawa & Obe, 2013), pero este ergasílido también es interesante en otros aspectos. Aunque en otras familias de copépodos parásitos (e.g., Caligidae, Lernaecidae) las hembras se mantienen fijas a su hospedero, las hembras adultas de *N. japonicus* pueden nadar libremente, lo que se ha descrito como un modo de vida doble, que implica cambiar sucesivamente entre el hospedero y la columna de agua (El-Rashidy & Boxshall, 2009; Ohtsuka & Nagasawa, 2004; Ohtsuka et al., 2018; Pónyi & Molnár, 1969).

En los ergasílicos, algunas especies muestran este modo de vida doble. Generalmente, las etapas de copepodito I-V de *Ergasilus* y otros géneros relacionados forman parte del plancton; mientras que los machos adultos mueren después del apareamiento en la columna de agua y las hembras adultas fertilizadas se vuelven

parásitas. Las formas inmaduras son de vida libre, por lo que tienen relevancia ecológica en la columna de agua (Alekseev, Cuoc, Jamet, Jamet, & Chappaz, 2021; Urawa, Muroga, & Kasahara, 1991).

Tuuha, Valtonen y Taskinen (1992) sugirieron que los estudios parasitológicos hechos directamente sobre los ejemplares infectados pueden no revelar la presencia de este parásito, ya que generalmente están débilmente anclados a las aletas de sus huéspedes y pueden desprenderse fácilmente; algo que pudo observarse en los ejemplares de Jalisco. Si se consideran las prevalencias bajas (Mirzaei, Khovand, & Kheirandish, 2015), la dificultad para observar a estos parásitos (Hudson & Bowen, 2002) y la disponibilidad limitada de conocimiento taxonómico y claves de identificación regionales (Suárez-Morales et al., 2020), es muy probable que la distribución real de este parásito sea más amplia que la que se ha reportado.

Suárez-Morales et al. (2010) mencionan que *N. japonicus* se ha registrado como parásito de una amplia variedad de especies de peces de agua dulce; principalmente ciprínidos, pércidos, centráquidos e ictalúridos (e.g. Hayden & Rogers, 1998; Hudson & Bowen, 2002; Knopf & Höllker, 2005; Lescher-Moutoué, 1979; Mugridge, Stallybrass, & Hollman, 1982; Pónyi & Molnár, 1969; Tuuha et al., 1992). Esto es posible gracias a su facilidad para cambiar de hospedero (El-Rashidy & Boxshall, 2009), por lo que no es sorpresivo que se hayan observado tres especies afectadas en esta laguna. La lista de hospederos conocidos para *N. japonicus* incluye especies de distintas regiones, tanto nativas como introducidas (Nagasawa & Uyeno, 2012). Según Suárez-Morales et al. (2010) las especies parasitadas por *N. japonicus* en las localidades de Chiapas fueron: *Vieja hartwegi* (Taylor and Miller, 1980), *Vieja breidohri* (Taylor and Miller, 1980), y *Cichlasoma grammodes* Taylor & Miller, 1980. Éstas se consideran como especies amenazadas o en peligro de extinción (Suárez-Morales et al., 2010), aunque hay pocos datos sobre cómo la infección por esta especie podría afectar a la salud de sus poblaciones.

La intensidad de la infección que se observó en la especie *G. atripinnis* (de hasta 11 individuos por pez) es relativamente baja si se compara, por ejemplo, con los datos reportados por Urawa et al. (1991) y Mugridge et al. (1982), donde registraron hasta 700 y 250 parásitos por pez, respectivamente. Esto depende de factores como son la estacionalidad, el tamaño de los hospederos y las características ambientales del cuerpo de agua (Alekseev et al., 2021; Marshall et al., 2019).

En el trabajo de Alekseev et al. (2021) se analizó la variación poblacional de *N. japonicus* en un lago kárstico en Francia, en el que registraron abundancias de hasta 4,000 org/m³ en la columna de agua. Ellos atribuyen el éxito de esta especie en el área a la alta densidad de hospederos debido al descenso en el nivel del agua, a la simplicidad de la red trófica zooplanctónica (ausencia de invertebrados depredadores) y a la dominancia del perifiton en la zona litoral, que favorece a que la mayor densidad de hospederos se localice en las mismas zonas en las que predominan las formas juveniles de este parásito.

Aunque es poco probable que las malas condiciones del agua en la laguna de Cajititlán puedan favorecer a la proliferación y establecimiento de *N. japonicus*, el porcentaje de hembras ovígeras fue mayor al reportado por Hudson y Bowen (2002). Esto sugiere que, aún si las condiciones de la laguna son negativas para algunos grupos, como los peces, permiten que esta especie se reproduzca de manera eficiente. A pesar de que

N. japonicus solo fue registrada en uno de los meses de muestreo, no puede descartarse su presencia en la laguna durante el resto del año. Alfonso y Belmonte (2010) mencionan haber registrado a esta especie únicamente en verano y otoño, lo cual parece tener una relación con su ciclo reproductivo, el cual comienza en junio en las poblaciones europeas (e.g. Baud, Cuoc, Grey, Chappaz, & Alekseev, 2004).

La gran capacidad adaptativa que presenta *N. japonicus* para cambiar de hospedero podría ser el principal factor que ha acelerado su dispersión a nivel mundial. De acuerdo con Suárez-Morales et al. (2010) es muy probable que *N. japonicus* pueda dispersarse hacia el norte de México, al sur de EE. UU. y a otras áreas de la región neotropical, como ya ocurrió en Perú. También es probable que ya esté presente en nuevas localidades, aunque todavía no haya sido detectado. La acuicultura es uno de los medios más relevantes para la introducción de especies (Naylor, Williams, & Strong, 2001). Los peces vivos no autóctonos, principalmente los ciprínidos, fueron probablemente el vector por el cual *N. japonicus* llegó a México (Suárez-Morales et al., 2010). La ocurrencia de esta especie en diferentes localidades de México sugiere una introducción antropogénica por tratarse de áreas con actividad acuícola (Zambrano & Macías-García, 1999). Es probable que la población registrada en Jalisco también haya sido introducida junto a especies de peces exóticas consumidas en esta región como recurso pesquero, como *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Según Suárez-Morales y Mercado-Salas (2013) la expansión en la distribución de este parásito es resultado del rápido aumento en las tasas de introducción de peces asociadas con las actividades acuícolas (e.g. Gozlan, Britton, Cowx, & Copp, 2010; Naylor et al., 2001); así como por otras actividades, como es el transporte en el agua de lastre (Drake & Lodge, 2007). Es probable que las poblaciones de *N. japonicus* en México se hayan producido a partir de eventos de introducción independientes, aunque existe evidencia de que esta especie puede dispersarse de manera natural (Suárez-Morales et al., 2010).

CONCLUSIONES

Se observó la presencia de *N. japonicus* sobre las aletas de tres especies de peces teleósteos nativos de América del Norte, por lo que se añaden a la lista de hospederos conocidos para este copépodo. La especie más afectada en la laguna fue *G. atripinnis* y la región corporal preferida por *N. japonicus* fue la aleta dorsal en las tres especies. No se observó relación significativa entre el tamaño de los peces y el número de parásitos por hospedero. Este parásito solo fue registrado en la temporada de verano, aunque no se descarta su presencia en la laguna durante el resto del año debido a su dinámica reproductiva. La población de la laguna de Cajititlán es la localidad más norteña conocida actualmente para *N. japonicus* en México.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Universidad de Guadalajara por el apoyo en la recolecta del material de la Laguna de Cajititlán y proveer el equipo necesario para obtener las fotografías, especialmente a Eduardo Juárez-Carrillo y a Manuel Ayón-Parente.

REFERENCIAS

- Alekseev, V., Cuoc, C., Jamet, D., Jamet, J.- L., & Chappaz, R. (2021). Biological invasion of fish parasite *Neogarsilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda: Ergasilidae) in Lake Grand Laouicien, France: A field study on life cycle parameters and reasons for unusual high population density. *Life*, 11, 1100. doi: 10.3390/life11101100
- Alfonso, G., & Belmonte, G. (2010). *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930): A new non-indigenous copepod for the Italian fauna. *Italian Journal of Zoology*, 77(2), 172-178. doi: 10.1080/11250001003591783
- Baud, A., Cuoc, C., Grey, J., Chappaz, R., & Alekseev, V. (2004). Seasonal variability in the gut ultrastructure of the parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Copepoda, Poecilostomatoida). *Canadian Journal of Zoology*, 82(10), 1655-1666. doi: 10.1139/z04-149
- Boxshall, G. A., & Defaye, D. (2008). Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 195-207. doi: 10.1007/s10750-007-9014-4
- Boxshall, G. A., & Halsey, S. H. (2004). *An introduction to copepod diversity*. Londres, Inglaterra: Ray Society.
- Drake, J. M., & Lodge, D. M. (2007). Rate of species introductions in the Great Lakes via ships' ballast water and sediments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64(3), 549-553. doi: 10.1139/f07-029
- El-Rashidy, H. H., & Boxshall, G. A. (2009). Parasites gained: Alien parasites switching to native hosts. *Journal of Parasitology*, 95(6), 1326-1329. doi: 10.1645/GE-2190.1
- Gozlan, R. E., Britton, J. R., Cowx, I., & Copp, G. H. (2010). Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology*, 76(4), 751-786. doi: 10.1111/j.1095-8649.2010.02566.x
- Gradilla-Hernández, M. S., de Anda, J., Garcia-Gonzalez, A., Meza-Rodríguez, D., Yebra Montes, C., & Perfecto-Avalos, Y. (2019). Multivariate water quality analysis of Lake Cajititlán, Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1), 5. doi: 10.1007/s10661-019-7972-4
- Hayden, K. J., & Rogers, W. A. (1998). *Neoergasilus japonicus* (Poecilostomatoida: Ergasilidae), a parasitic copepod new to North America. *Journal of Parasitology*, 84(1), 88-93. doi: 10.2307/3284535
- Hudson, P. L., & Bowen, C. A., 2nd (2002). First record of *Neoergasilus japonicus* (Poecilostomatoida: Ergasilidae), a parasitic copepod new to the Laurentian Great Lakes. *Journal of Parasitology*, 88(4), 657-663. doi: 10.1645/0022-3395(2002)088[0657:FRONJP]2.0.CO;2
- Kilian, E., & Avenant-Oldewage, A. (2013). Infestation and pathological alterations by *Ergasilus sarsi* (Copepoda) on the Tanganyika killifish from Africa. *Journal of Aquatic Animal Health*, 25(4), 237-242. doi: 10.1080/08997659.2013.812874
- Kim, I.-H., & Choi S.-K. (2003). Copepod parasites (Crustacea) of freshwater fishes in Korea. *The Korean Journal of Systematic Zoology*, 19(1), 57-93. Recuperado de <http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200311921620766.pdf>
- Knopf, K., & Hölker, F. (2005). First report of *Philometra obturans* (Nematoda) and *Neoergasilus japonicus* (Copepoda) in Germany. *Acta Parasitologica*, 50(3), 261-262. Recuperado de <http://actaparasitologica.pan.pl/archive/PDF/Knopf.pdf>
- Lescher-Moutoué, F. (1979). Présence en France du Copépode Ergasilidae *Neoergasilus japonicus* (Harada). *Crustaceana*, 37(1), 109-112. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20103425>

- Marshall, C. C., Hudson, P. L., Jackson, J. R., Connolly, J. K., Watkins, J. M., & Rudstam, L. G. (2019). First record of the non-indigenous parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) in the Lake Ontario Watershed: Oneida Lake, New York. *Journal of Great Lakes Research*, 45(6), 1348-1353. doi: 10.1016/j.jglr.2019.09.017
- Mendes Marques, T., & Murrieta Moray, G. A. (2018). First record of *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) (Copepoda, Cyclopoida) infecting a fish species in South America. *FOLIA Amazónica*, 27(1), 111-117. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330876565_FIRST_RECORD_OF_Neoergasilus_japonicus_HARADA_1930_COPEPODA_CYCLOPOIDA_INFECTING_A_FISH_SPECIES_IN_SOUTH_AMERICA
- Mirzaei, M., Khovand, H., & Kheirandish, R. (2016). The prevalence of non-indigenous parasitic copepod (*Neoergasilus japonicus*) spreads with fishes of pet trade in Kerman, Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1283-1288. doi: 10.1007/s12639-015-0669-x
- Mugridge, R. E. R., Stallybrass, H. G., & Hollman, A. (1982). *Neoergasilus japonicus* (Crustacea Ergasilidae). A parasitic copepod new to Britain. *Journal of Zoology*, 197(4), 551-557. doi: 10.1111/jzo.1982.197.4.551
- Nagasawa, K., & Inoue, A. (2012). Variations in the infection level of *Neoergasilus japonicus* (Copepoda: Ergasilidae) between freshwater fishes at different sites in the Ashida River system, western Japan. *Zoosymposia*, 8, 106-116. doi: 10.11646/zoosymposia.8.1.13
- Nagasawa, K., & Obe, M. (2013). Spatial distribution of *Neoergasilus japonicus* (Copepoda: Ergasilidae) on the fins of bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Journal of Natural History*, 47(5-12), 543-552. doi: 10.1080/00222933.2012.747635
- Nagasawa, K., & Uyeno, D. (2012). Utilization of alien freshwater fishes by the parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Ergasilidae) on Okinawa-jima Island, Japan, with a list of its known hosts. *Zoosymposia*, 8, 81-96. doi: 10.11646/zoosymposia.8.1.11
- Naylor, R. L., Williams, S. L., & Strong, D. R. (2001). Aquaculture: A gateway for exotic species. *Science*, 294(5547), 1655-1656. doi: 10.1126/science.1064875
- Ohtsuka, S., Ho, J.-S., & Nagasawa, K. (2004). Ergasilid copepods (Poecilostomatoida) in plankton samples from Hokkaido, Japan, with reconsideration of the taxonomic status of *Limnoncaea* Kokubo, 1914. *Journal of Natural History*, 38(4), 471-498. doi: 10.1080/0022293021000034778
- Ohtsuka, S., Madinabeitia, J., Yamashita, H., Maran, B. A. V., Suárez-Morales, E., & Ho, J.-S. (2018). Planktonic phases of symbiotic copepods: A review. *Bulletin, Southern California Academy of Sciences*, 117(2), 104-119. doi: 10.3160/3616.1
- Oldewage, W. H., & van As, J. G. (1987). Observations on the attachment of a piscine gill parasitic ergasilid (Crustacea: Copepoda). *South African Journal of Zoology*, 22(4), 313-317. doi: 10.1080/02541858.1987.11448063
- Pónyi, J., & Molnár, K. (1969). Studies on the parasite fauna of fish in Hungary V. Parasitic copepods. *Parasitologia Hungarica*, 2, 137-148. Recuperado de http://publication.nhmus.hu/pdf/parhung/Parasit_Hung_1969_Vol_2_137.pdf
- Prieto, A., Fajer, E., & Vinjoy, M. (1985). *Neoergasilus japonicus* (Copepoda: Ergasilidae) en peces en cultivo intensivo en Cuba. *Revista de Salud Animal*, 7, 407-410.
- Reid, J. W., & Williamson, C. E. (2009). Copepoda. In J. H. Thorp, & A. P. Covic (Eds.), *Ecology and classification of North American fresh water invertebrates* (3rd ed., pp. 829-899). Jamestown Road: Elsevier.

- Soylu, E., & Soylu, M. P. (2012). First record of the non-indigenous parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada, 1930) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 36(5), 662-667, doi: 10.3906/zoo-1101-92
- Suárez-Morales, E., & Mercado-Salas, N. (2013). The non-indigenous parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada) (Cyclopoida) from central Mexico: The earliest invasion in continental America. *BioInvasions Records*, 2(3), 201-206. doi: 10.3391/bir.2013.2.3.05
- Suárez-Morales, E., Paredes-Trujillo, A., & González-Solís, D. (2010). The introduced Asian parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Harada) (Cyclopoida: Ergasilidae) from endangered cichlid teleosts in Mexico. *Zoological Science*, 27(11), 851-855. doi: 10.2108/zsj.27.851
- Suárez-Morales, E., Gutiérrez-Aguirre, M. A., Gómez, S., Perbiche-Neves, G., Previattelli, D., dos Santos-Silva, E. N., ... Santana-Piñeros, A. M. (2020). Class Copepoda. En D. C. Rogers, C. Damborenea, & J. Thorp (Eds.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (4ª ed., pp. 663-796). MA, US: Academic Press.
- Tuuha, H., Valtonen, E. T., & Taskinen, J. (1992). Ergasilid copepods as parasites of perch *Perca fluviatilis* and roach *Rutilus rutilus* in Central Finland: Seasonality, maturity and environmental influence. *Journal of Zoology*, 228(3), 405-422.
- Urawa, S., Muroga, K., & Kasahara, S. (1991). Growth and fecundity of the parasitic copepod *Neoergasilus japonicus* (Ergasilidae). En S. Uye, S. Nishida, & J.-S. Ho (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Copepoda: Bulletin of the Plankton Society of Japan (Special Volume)* (pp.619-625). Higashihiroshima, Japón: Plankton Society of Japan.
- Velázquez-Ornelas, K. E., Juárez-Carrillo, E., & Ayón-Parente, M. (2021). Zooplancton (Cladocera y Copepoda) de la laguna de Cajititlán. *e-CUCBA*, 8(16), 12-20. doi: 10.32870/ecucba.vi16.193
- Vizcaíno-Rodríguez, L. A., Juárez-Carrillo, E., Caro-Becerra, J. L., Baltazar-Díaz, T. A., Luján-Godínez, R., & Lara-González, M. A. (2017). Contaminación ambiental y biodiversidad de fitoplancton en el lago Cajititlán. *Revista de Salud Ambiental*, 17(2), 130-138. Recuperado de <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/833>
- Zambrano, L., & Macías-García, C. (1999). Impact of introduced fish for aquaculture in Mexican freshwater systems. En R. Claudi, & J. H. Leach (Eds.), *Non-indigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts* (pp. 113-124). FL, US: Lewis Publishers.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material
La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.