

Gardí – *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)

Cristina Galobart y Anna Vila Gispert

GRECO, Instituto de Ecología Acuática, Universidad de Girona, 17003 Girona

Versión 10-06-2020



(C) E. Aparicio

Sinónimos

Cyprinus erythrophthalmus Linnaeus, 1758. *Leuciscus erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758). *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758). *Scardinius erithrophthalmus* (Linnaeus, 1758). *Cyprinus erythroptus* Pallas, 1814. *Cyprinus compressus* Hollberg, 1822. *Cyprinus scardula* Nardo, 1827. *Scardinius scardafa* (Bonaparte, 1832). *Cyprinus caeruleus* (Yarrell, 1833). *Cyprinus fuscus* Vallot, 1837. *Leuciscus scardafa* (Bonaparte, 1837). *Scardinius hesperidicus* (Bonaparte, 1845). *Scardinius platizza* Heckel, 1845. *Leuciscus apollonitis* Richardson, 1857. *Scardinius dergle* (Heckel y Kner, 1858). *Scardinius macrophthalmus* Heckel y Kner, 1858. *Scardinius plotizza* (Heckel y Kner, 1858). *Scardinius crocophthalmus* Walecki, 1863. *Scardinius erythrophthalmus* var. *dojranensis* Karan, 1924. *Scardinius scardafa ohridana* Vladykov y Petit, 1930. *Scardinius erythrophthalmus rutiloides* Vladykov, 1931. *Scardinius erythrophthalmus achrus* Stephanidis, 1950. *Scardinius erythrophthalmus racovitzai* Müller, 1958. *Scardinius racovitzai* Müller, 1958.

Nombres comunes

Castellano y catalán: gardí. Vasco: eskardinio begigorria. Francés: rotengle. Inglés: common rudd.

Descripción

Scardinius erythrophthalmus (Linnaeus, 1758), de la familia Cyprinidae, es la especie más ampliamente distribuida del género *Scardinius* en Europa. Es un pez de tamaño pequeño-mediano dentro de la familia de los ciprínidos.

Presenta un cuerpo alto de forma ovalada, lateralmente comprimido y recubierto por escamas grandes. La cabeza es pequeña, con ojos grandes, la boca en posición súpera y sin barbillones. Las aletas dorsal y anal presentan un perfil cóncavo y la aleta caudal está fuertemente bifurcada. El inicio de la aleta dorsal se encuentra situado por detrás del inicio de las aletas pelvianas. Este hecho es el carácter más distintivo para diferenciar el gardí del rutilo (*Rutilus rutilus*), que en general presentan un aspecto muy parecido (Aparicio et al., 2016). El dorso es de color marrón/gris oscuro y los flancos son de color dorado en adultos y plateados en juveniles. En vida, las aletas pelvianas, anal y caudal son coloreadas con tonos anaranjados o rojizos (Aparicio et al., 2016). La quilla del gardí se presenta siempre de forma escamada (Burkhead y Williams, 1991).

La línea lateral está formada por 40-45 escamas. Los dientes faríngeos están fuertemente serrados y están colocados en un arco robusto. Suelen estar distribuidos siguiendo la fórmula dental 3,5-5,3, aunque puede haber variabilidad entre individuos y mostrar otro patrón parecido (Burkhead y Williams, 1991).

Aletas: D III/8-9, A III/8-12, Pt I/14-16, Pv II/7-8, C 18-19; LL 40-45 (Aparicio et al., 2016).

Tamaño

El gardí alcanza un tamaño aproximadamente entre 300-450 mm de longitud total y unos 350 mm de longitud estándar (Kottelat y Freyhof, 2007), pero en la Península Ibérica no suele superar los 200 mm de longitud total. En Europa, se conocen ejemplares que llegan a medir 50 cm de longitud total y 2000 g de peso (Doadrio, 2001). El individuo más grande encontrado fue una hembra que alcanzó los 617 mm de longitud y pesó 3623 g, procedente del lago Vrana, Croacia (Šprem et al., 2010). La edad máxima encontrada en el gardí ha sido de 19 años (Froese y Pauly, 2019).

El ancho de la cabeza representa el 13-14% de la longitud estándar del pez, mientras que el largo representa alrededor del 24-28%. La profundidad del pedúnculo caudal alcanza 1.5-2 veces el tamaño del individuo, es decir, 11-12% de la longitud estándar.

Dimorfismo sexual

El gardí no presenta dimorfismo sexual claramente pronunciado. En un estudio realizado en el lago Bracciano (Italia) en relación al desarrollo se encontraron diferencias en la tasa de crecimiento: los machos presentaban tallas menores y menos peso que las hembras de la misma edad (Zerunian et al., 1986); sin embargo, en otro estudio realizado en el lago Kastoria (Grecia), no se observaron diferencias sexuales en la tasa de crecimiento (Papageorgiou y Neophytou, 1982).

En cuanto a la coloración, tampoco hay dimorfismo entre sexos. Kapuscinski et al. (2012a) encontraron que el color del cuerpo de 90 hembras y 87 machos procedentes del lago Erie (Estados Unidos) no estuvo relacionado con el sexo de los individuos.

Los caracteres distintivos entre sexos en relación con la época de reproducción se describen en el apartado de “Biología de la reproducción”.

Cariotipo

La especie *S. erythrophthalmus* presenta un cariotipo de $2n = 48 - 52$, según diferentes autores. Un estudio para determinar el cariotipo de diversos teleósteos encontró que el gardí presentaba un cariotipo de $2n = 48$ (Fontana et al., 1970). Más recientemente, Bianco et al. (2004), a partir de individuos del norte de Italia y Eslovenia encontraron un patrón cromosómico de $2n=50$, establecidos en 8 pares de cromosomas metacéntricos, 13 pares submetacéntricos y 4 pares subtelo/acrocéntricos.

Variación geográfica

No existen datos disponibles en relación a la variación geográfica de las poblaciones de gardí en la Península Ibérica.

Basado en el análisis electroforético de 28 loci enzimáticos se obtuvo que de las diferentes especies del género *Scardinius* en Europa, la separación más reciente de *S. erythrophthalmus* fue de *S. scardafa*, aproximadamente hace 0.5 millones de años durante la glaciación del Pleistoceno. Aunque se consideran dos especies distintas, actualmente siguen siendo crípticas (Ketmaier et al., 2003). Los datos genéticos de este estudio soportan la monofilia del clado que agrupa las poblaciones de *S. erythrophthalmus* en Europa. Las poblaciones alóctonas de Monte Doglio y el Lago Vico (Italia) son prácticamente indistinguibles de las poblaciones autóctonas del norte de Italia. De todas las poblaciones de gardí estudiadas, las de Grecia son las que presentan más diferenciación genética respecto a las demás (Ketmaier et al., 2003). Pero el mismo equipo de investigación realizó, un año más tarde, otro estudio a partir del análisis de secuenciación del gen mitocondrial citocromo *b* (*cytb*, 1140 bp) donde cuestionó que el gardí formara un clado monofilético y sugirió que *S. scardafa* también se encontraba anidado dentro del mismo clado. Estos datos alertaron de la compleja filogeografía de *S. erythrophthalmus* en el sur de Europa y se propuso la posibilidad de una revisión taxonómica de este taxón (Ketmaier et al., 2004).

Distribución geográfica

El gardí es nativo de aguas continentales de Europa y Asia Occidental. Se encuentra en la mayoría de ríos europeos del norte de los Pirineos, en los Alpes, en el este de los Urales, en las cuencas hidrográficas del mar de Aral, en la mar Blanca, en el mar Negro de Europa y en el norte de Asia Menor. No se encontraría de manera natural en la Península Ibérica, Italia, la cuenca del mar Adriático, el sur de Grecia, Irlanda, el norte de Gran Bretaña y Escandinavia (Kottelat y Freyhof, 2007).

Fue introducido en la Península Ibérica a principios del siglo XIX en el lago de Banyoles (García-Berthou, 1994). Durante los siguientes años expandió su distribución, probablemente a partir de translocaciones debidas a la pesca deportiva, a la mayoría de cuencas hidrográficas catalanas y el río Ebro en Cataluña y Aragón (García-Berthou y Moreno-Amich, 2000). Se

considera que la especie ha sido establecida en estas regiones de España, con presencia de poblaciones naturalmente reproductivas (Elvira, 2001).

También fue introducido en Estados Unidos donde se detectó por primera vez a principios de siglo XX, pero no fue hasta finales de siglo que se introdujo de nuevo y dispersó rápidamente (Burkhead y Williams, 1991; Mills et al., 1993).

Actualmente también se encuentra en Nueva Zelanda, donde fue introducido con éxito en 1967 (Mc Dowall, 1990). Otras zonas donde se han observado individuos de gardí son Canadá (Crossman et al., 1992), Marruecos y Túnez (CABI, 2008).

En el lago Hamilton, en Nueva Zelanda, la presencia de una población muy abundante de gardí ha alterado la composición de macrófitos, promoviendo la propagación de especies invasoras. Este hecho viene dado porque el gardí consumía preferentemente macrófitos nativos de manera que, entre otros factores, con su introducción propició un cambio en la composición del hábitat (Hicks, 2003). Además de este efecto, los autores sugirieron que los gardís también estaban parcialmente implicados en la transformación de un lago con aguas transparentes, dominadas por macrófitos, a un lago de aguas turbias cargadas de nutrientes y caracterizado por una alta biomasa de algas (eutrofización). Este fenómeno también se observó en el lago Zwemlust, Holanda (Van Donk y Gulati, 1995).

Otro posible impacto de la introducción de esta especie es la competencia por los recursos alimentarios con peces nativos. Por ejemplo, por invertebrados acuáticos de la zona bentónica, que forman una gran proporción de su dieta cuando los gardís están en etapa juvenil (Hicks, 2003). También la posibilidad de dispersión de parásitos, enfermedades y virus entre especies nativas de peces. Finalmente, debido a la alta capacidad de hibridación de la especie puede impactar en la genética de las poblaciones nativas y llegar a crear procesos de extinción génica, por ejemplo, la pérdida de linajes evolutivos locales.

El gardí es utilizado en pesca recreativa como cebo para otros peces debido a la “dureza” del cuerpo y brillo. Su popularidad como cebo facilitó su introducción y expansión en muchos lugares donde ahora se encuentra de forma alóctona (Nico et al., 2015). En algunas zonas donde es nativo es utilizado como alimento, pero solamente en lugares puntuales (Kottelat y Freyhof, 2007).

Hábitat

En general, el gardí es más abundante en aguas tranquilas con poca corriente como ríos y afluentes de curso lento y lagos o embalses de tamaño pequeño. Los lagos y embalses que habita suelen ser poco profundos y con abundante vegetación, ya que el gardí vive altamente asociado a ésta. En grandes masas de agua tienden a estar restringidos a las zonas litorales, donde están más protegidos por la vegetación (Kennedy y Fitzmaurice, 1974).

Se conoce poco acerca de la tolerancia del gardí a la salinidad, aunque se considera principalmente un pez de agua dulce incapaz de colonizar aguas saladas, pero capaz de vivir en aguas salobres. Se han encontrado individuos en humedales producidos por las mareas en el estuario de Shannon y en el puerto de Courtown (Irlanda) donde la salinidad varía entre 1-10 ppt (Kennedy y Fitzmaurice, 1974). También se han capturado individuos en el norte del mar Báltico con un nivel de salinidad de 7 ppt (Aneer y Nellbring, 1977). En términos de termotolerancia, es una especie capaz de vivir en un alto rango de temperaturas (2-22°C). Finalmente, en relación al pH, en general se encuentra en aguas alrededor de 7.0 a 7.5 (CABI, 2008).

Abundancia

No se dispone de muchos datos acerca de la abundancia del gardí en ríos y lagos de la Península Ibérica, los únicos datos que disponemos corresponden a un estudio realizado por García-Berthou y Moreno-Amich (2000) en el lago de Banyoles (NE España), donde no se encontraron abundancias elevadas. En concreto, de 1321 individuos de 11 especies diferentes solo 56 fueron gardís, representando menos de un 5% del total. La muestra estaba dominada principalmente por individuos grandes, con una longitud furcal de 138-259 mm.

En cambio, en Estados Unidos se han llegado a observar zonas donde los gardís representan casi el 50% del total de peces capturados y, aun siendo introducido, puede llegar a ser la especie más abundante en algunos puntos específicos (Kapuscinski et al., 2012b).

Estado de conservación

Categoría global UICN (2008): Preocupación menor (LC)

Incluida dentro del Anexo 1 del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (BOE, 2013a).

En su zona nativa es una especie común, por lo que se encuentra categorizada como “Preocupación menor (LC)” dentro de la categoría global de la IUCN. Esto se debe a su amplia distribución sin problemas de conservación ni amenazas (Freyhof y Kottelat, 2008). Sin datos de tendencia poblacional, sus poblaciones se consideran abundantes.

Según las normativas de pesca de las comunidades autónomas donde se encuentra (p.ej. Cataluña), las especies exóticas invasoras pueden ser capturadas en el marco de estrategias, planes y campañas de control como medidas de gestión y erradicación. En estos casos, así como en el caso de captura accidental, deben sacrificarse en el momento de la captura y no pueden ser devueltos al medio natural.

Medidas de erradicación

Desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se han propuesto diversas campañas de educación y sensibilización a los pescadores deportivos sobre el impacto de las especies exóticas en el medio natural. En concreto, en relación a los efectos de la especie sobre los ecosistemas acuáticos y sobre la flora y fauna autóctona. También se han propuesto medidas de prevención para evitar su translocación a nuevas masas de agua. Aun así, en este momento no hay constancia de medidas desarrolladas y aplicadas en este sentido. Cabe remarcar el alto coste económico que implicaría el control en su área de introducción (BOE, 2013b).

De todas maneras, en Nueva Zelanda, se realizó una prueba piloto para testar la eficacia de las redes de enmalle en el control o erradicación de poblaciones de gardí alóctonas. El mayor éxito de captura se obtuvo con redes de luz de tamaño de 13 mm y orientadas perpendicularmente respecto a la orilla. El 80% de los gardís fueron capturados durante las tres primeras noches y, aunque se alteró la estructura de la población, no fue posible erradicar la especie. Este hecho se debe probablemente a la ausencia de capturas de ejemplares pequeños (<100 mm de longitud furcal), momento en el cual ya pueden ser sexualmente maduros. Aun así, parecería que este método es potencialmente viable si se intensifican los períodos de extracción y, en comparación a otros métodos disponibles, es más económico (Neilson et al., 2004).

Ecología trófica

El gardí se clasifica típicamente como un pez omnívoro que experimenta cambios ontogénicos y estacionales en la dieta. La amplitud de rango de la dieta del gardí varía altamente entre poblaciones. En el lago de Banyoles (NE España) la dieta de los gardís estuvo dominada por detritus, macrófitos, algas y, en menor proporción, cladóceros, anfípodos y algunos estadios finales de larvas de dípteros nematóceros. El porcentaje de biomasa ingerida que representaban los vegetales fue de un 31.6%; un valor bajo en comparación con otras poblaciones, probablemente debido a la baja disponibilidad de éstos (García-Berthou y Moreno-Amich, 2000). En este caso, los gardís con longitudes más grandes se alimentaban principalmente de macroinvertebrados bentónicos, mientras que individuos más pequeños consumían más proporción de microcrustáceos. Del mismo modo, en otro lago con poca biomasa y baja diversidad de macrófitos, el Lago Hiidenvesi (Finlandia), los gardís consumían cantidades significativas de detritus e invertebrados, representando estos últimos hasta el 50% de la dieta durante los meses de primavera-verano (Nurminen et al., 2003). En cambio, en otro estudio realizado en el río Niagara (Estados Unidos), la proporción de macrófitos en la dieta de los gardís fue alrededor de un 67% (Kapuscinski et al., 2012a).

Durante el primer año de vida, los gardís se alimentan principalmente de cladóceros planctónicos y pupas de quironómidos, mientras que pasan a alimentarse de invertebrados bentónicos y algunos macrófitos acuáticos sumergidos cuando están en etapa juvenil. En cambio, una vez ya son adultos (>150 mm aproximadamente), se alimentan principalmente de macrófitos (Lake et al., 2002; Hicks, 2003).

Otro factor que influye en la alimentación del gardí es la estacionalidad. Según la estación del año, se han observado cambios en la cantidad de alimento ingerido y la composición de la dieta. Por ejemplo, Kapuscinski et al. (2012a) encontraron que en los meses más calurosos del año (mayo a agosto), el gardí presentaba los estómagos con más abundancia de comida que en los meses fríos (noviembre), a excepción de la época de freza (julio), en la que se produjo una reducción del 66% en la ingesta de alimento en relación al resto de meses cálidos. Por otra parte, dichos autores encontraron que en los meses donde la temperatura del agua superaba los 16°C, los peces se alimentaban aún más estrictamente de macrófitos (>78% del alimento). En el estudio realizado por García-Berthou y Moreno-Amich (2000), el gardí fue más zooplanctívoro en primavera y otoño, respecto a los datos obtenidos en verano. Finalmente, Guinan et al. (2015) observaron una alimentación más piscívora a inicios de primavera, y un cambio hacia una dieta más herbívora en verano y otoño coincidiendo con el incremento de la temperatura del agua y la abundancia de macrófitos.

Biología de la reproducción

El gardí se reproduce durante los meses de primavera e inicios de verano (de abril a julio) según dependiendo de su posición geográfica. En general, empiezan a reproducirse cuando el agua alcanza los 14-15°C (Kennedy y Fitzmaurice, 1974).

En la Península Ibérica (lago de Banyoles) se concretó que este ciprínido se reproduce durante las dos primeras semanas de mayo, con un solo lote de huevos y mostrando un proceso de ovogénesis sincronizado (Vila-Gispert y Moreno-Amich, 2000). Esos resultados difieren de la mayoría de estudios realizados en otras zonas donde el gardí habita, en los cuales la puesta es fraccionada produciendo diferentes lotes durante el período reproductivo (Kucharczyk et al., 1997; Tarkan, 2006; Kottelat y Freyhof, 2007). Este hecho se ha atribuido a la baja productividad del lago de Banyoles, donde la disponibilidad de alimento para el gardí en este sistema se vería reducida (Vila-Gispert y Moreno-Amich, 2000).

Las puestas de huevos pueden variar mucho entre hembras. En el mismo estudio de Vila-Gispert y Moreno-Amich (2000), se encontraron valores de fecundidad entre 23019 y 59248 huevos por individuo. En cambio, Kapuscinski et al. (2012a) encontraron fecundidades entre 12827 y 156775 huevos por hembra en individuos entre 2 y 15 años en el norte del río Niagara, Estados Unidos. De hecho, una hembra de gardí puede llegar a depositar 100000 huevos en un solo desove. En general, se ha observado que los individuos mayores en longitud y peso producen huevos más grandes, pero en menor cantidad (Kennedy y Fitzmaurice, 1974).

En un estudio con individuos de diferentes ríos y lagos de Irlanda encontraron que, en general, los machos experimentan su primer período reproductivo a los tres años, mientras que las hembras a los cuatro. En este caso, se encontraron machos maduros de tan solo 8.2 cm de longitud y hembras maduras de 9.4 cm. La talla en la cual los individuos se vuelven maduros no solo depende de la edad sino también de las diferentes tasas de crecimiento de los peces en función de las aguas donde se encuentran (Kennedy y Fitzmaurice, 1974). De este modo, Zerunian et al. (1986) observaron que los gardís macho del lago Bracciano, Italia, eran sexualmente maduros a partir del primer año de vida, mientras que las hembras, a partir del segundo. Esta discrepancia podría ser resultado de variaciones latitudinales: la madurez sexual se suele alcanzar primero en poblaciones que viven a bajas latitudes (p.e. Italia respecto Irlanda) y se alcanza más tarde en latitudes altas (Vila-Gispert et al., 2002; Tarkan et al., 2010).

Durante el desove, los machos no se comportan de manera territorial marcando límites entre zonas. De hecho, forman grupos inestables y cambiantes en las áreas donde desovan. Las hembras maduras son conducidas a estas áreas, en un proceso donde se generan persecuciones, chapoteos y salpicaduras. Más de un macho forma parte de la freza, de manera que, un solo individuo puede fecundar a varias hembras diferentes (Kennedy y Fitzmaurice, 1974).

En general, la puesta tiene lugar en sitios poco profundos, con abundante vegetación (en las raíces o partes de plantas sumergidas) y cerca de la orilla. Los huevos son dispersados entre las plantas de manera individual o en pequeños grupos y normalmente se encuentran en altas densidades. Formados por una sola capsula firme y con forma esférica, presentan un espacio perivitelino de tamaño medio y sin presencia de glóbulos de reserva de lípidos. Son pegajosos desde el momento que se depositan. En general, tienen apariencia transparente e incolora, pero pueden presentarse en un tono amarillo pálido y suelen medir alrededor de 1.5 mm de diámetro (Kennedy y Fitzmaurice, 1974). Los huevos de puestas producidas por los individuos del lago de Banyoles (NE España), presentan un tamaño medio de 1.2 mm de diámetro (Vila-Gisbert y Moreno-Amich, 2000).

Durante el período de reproducción, los machos pueden presentar tubérculos nupciales de minúsculos a pequeños en la parte anterior del cuerpo (Burkhead y Williams, 1991), aunque esta característica no se manifiesta obligatoriamente en todos los individuos (Kennedy y Fitzmaurice, 1974). Las hembras presentan unos abdómenes redondos y distendidos (Burkhead y Williams, *op.cit.*).

Estructura y dinámica de poblaciones

No hay datos de estructura y dinámica de poblaciones del gardí en la Península Ibérica. El número de individuos capturados en una población del río Niagara (Estados Unidos) fue de 87 machos frente a 91 hembras, mostrando que la proporción sexual de esta población en concreto era 0.96:1 (Kapuscinski et al., 2012a). De forma similar, en un estudio reciente en el embalse de Ömerli (Turquía), la proporción de machos encontrada respecto a las hembras fue de 0.80:1. Aun así, cabe destacar que, en este mismo estudio señalan que previamente en poblaciones de otros lagos de Turquía, los valores sex ratio fueron 1.2:1, 0.64:1 y 0.53:1 (Gaygusuz, 2018). También en Turquía, se observó una proporción de 0.16:1 (Yılmaz et al., 2015). Estos resultados reflejan que existe alta variabilidad en las proporciones sexuales, aunque en general, las hembras son más predominantes.

En el norte de Auckland (Nueva Zelanda), donde el gardí fue introducido, se ha observado que su crecimiento en longitud es excepcionalmente rápido. Las tallas máximas encontradas para el primer, segundo, tercer y cuarto año de vida fueron 120, 155, 198 y 246 mm respectivamente, con un pequeño período de crecimiento más lento durante el invierno (Lane, 1983). En un estudio realizado en varios embalses y lagos de Dakota del Sur (Estados Unidos) encontraron tres poblaciones estables de gardí. El patrón general de capturas reveló que en los primeros muestreos se encontraron pocos ejemplares, pero la abundancia relativa (cuantificada como capturas por unidad de esfuerzo) fue aumentando hasta quedar estable al cabo de unos años. En los tres lagos, las poblaciones estaban mayoritariamente compuestas por individuos de más de 250 mm. Según los autores, el reclutamiento parecía ser relativamente constante. Por ejemplo, en uno de los tres lagos estudiados, en 2003 encontraron individuos de 2 a 7 años, en 2004 de 3 a 8 años y en 2007 de 2 a 10 años. Además, la mortalidad natural del gardí estimada variaba de 32 a 51%, considerado un valor aparentemente bajo. El crecimiento en Dakota del Sur también parecía ser relativamente rápido: en dos lagos el gardí superaba los 230 mm de longitud total a edad 3 y 4. En este caso en concreto, podría resultar que las poblaciones habrían sido introducidas recientemente y aún se encontrarán en período de expansión (Blackwell et al., 2009).

En el lago Ladik (Turquía) se determinó el crecimiento y la estructura de la población que vive en sus aguas más superficiales y eutróficas. Los datos obtenidos mostraron que esta población está mayoritariamente formada por individuos jóvenes y, según los autores, con una tasa de crecimiento considerada lenta. Para ello, se utilizó un total de 1329 individuos capturados, de los cuales 1146 resultaron hembras (86.23%) y solamente 183 resultaron machos (13.77%). La población de gardí estaba representada por seis clases de edad, desde 2 hasta 7 años. En este caso, el grupo edad 4 dominaba con un 33.56% de los individuos. En relación a la longitud furcal y peso, los autores encontraron diferencias entre machos y hembras. La longitud furcal media de las hembras fue de 15.6 cm mientras que la de los machos era de 12 cm. Fue igualmente distinta la distribución de las tallas y pesos para ambos géneros. También se calcularon los modelos de crecimiento von Bertalanffy separados por sexo, encontrando valores mayores para el peso y longitud máximos teóricos para hembras. Esta situación podría

asociarse al hecho que las hembras pueden presentar crecimientos menores, pero esperanzas de vida más largas. El factor de condición de Fulton aumentaba progresivamente con la edad y resultó ser significativamente diferente entre machos y hembras, siendo las hembras las que presentaban mejor condición (Yilmaz et al., 2015).

En relación a la estructura de edades, en el sur de Noruega observaron que dentro de un mismo río, en aguas más dulces predominaban individuos de menor edad respecto a aquellos que vivían en partes más salobres (más cerca de la desembocadura). En este mismo trabajo, no encontraron diferencias en cuanto a crecimiento, es decir, el tamaño de los individuos respecto a la edad no variaba en función de la posición y, en consecuencia, de la salinidad de las aguas (Johnsen, 2003).

Interacciones entre especies

Segregación de hábitat

Se pueden generar casos de segregación de hábitat debido a competencia interespecífica. En el lago de Banyoles, el gardí se encuentra coexistiendo con el rutilo (*Rutilus rutilus*), lo que podría causar competencia entre ambos por diversos recursos alimentarios como el zooplancton de aguas abiertas. En este caso, el gardí es menos eficiente al consumirlo y tiene menor capacidad de adaptación a diferentes fuentes de alimentación (Johansson, 1987). Entre otros factores, esto conlleva que, en el lago de Banyoles, el gardí tendía a concentrarse más en aguas someras y el rutilo en zonas más profundas (García-Berthou y Moreno-Amich, 2000).

Hibridación

Se ha observado que *S. erythrophthalmus* hibrida con otras especies con cierto grado de facilidad. Por ejemplo, en Irlanda, se han detectado cruces de forma natural con especies como la brema (*Abramis brama*) y el rutilo (*Rutilus rutilus*) (Kennedy y Fitzmaurice, 1974). También se ha observado hibridación del gardí con el alburno (*Alburnus alburnus*) y la brema blanca (*Blicca bjoerkna*) en estudios realizados en zonas de Eurasia y Dinamarca (Berg, 1964). Finalmente, se encontraron diferentes individuos que provenían de la hibridación con el leucisco (*Leuciscus leuciscus*) en Francia (Pépin et al., 1970).

En Norteamérica, se ha estudiado el cruce entre el gardí (exótico en esa área) y el pez nativo *Notemigonus crysoleucas*. En este caso, la hibridación se produjo dentro del laboratorio, pero demostrando su potencial para hibridar en la naturaleza espontáneamente (Burkhead y Williams, 1991).

Depredación

Entre sus potenciales depredadores, se encuentra el lucio europeo (*Esox lucius*), el cual presenta preferencia sobre el gardí respecto a otras especies como la perca (*Perca fluviatilis*). Tanto en experimentos de campo como en el laboratorio, el lucio europeo consumía más presas de gardí cuando este se encontraba en aguas abiertas. Este hecho probablemente puede ser debido a la presencia de radios blandos en las aletas del gardí en comparación con las espinas que presenta la perca en la aleta dorsal (Eklöv y Hamrin, 1989). El éxito de captura por parte del lucio europeo sobre cada individuo también fue mayor para especies de radios blandos (gardí) respecto a especies que poseen defensas morfológicas contra depredadores (perca) (Bean y Winfield, 1995).

Parásitos

De un total de 180 individuos de *S. erythrophthalmus* del lago Srebarna, Bulgaria, un 92.2% presentaban parasitación por helmintos (Shukerova y Kirin, 2008) de 10 especies diferentes: *Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum chromatophorum* y *D. spathaceum* (tremátodos); *Dactylogyrus difformis*, *D. difformoides* y *Diplozoon scardinii* (monogéneos); *Paradilepis scolecina* (cestodos); *Spiroxys contortus*, *Rhabdochona denudata* y *Schulmanela petruschewskii* (nemátodos).

Otro parásito observado en la especie es el crustáceo *Argulus foliaceus* (branquiuros), encontrado en un 23.7% de los gardís examinados en el lago Manyas, Turquía (Öztürk, 2010).

Actividad

No hay datos en la Península Ibérica. En el sur de Noruega, se ha estudiado la migración del gardí a lo largo de 10 km del río Stroleva (desde el lago Lundevann hasta la llegada al mar del Norte) utilizando técnicas de marcaje y recaptura. La probabilidad de remontar el río aguas arriba y migrar de aguas salobres (cerca de la desembocadura) hacia aguas más dulces dependía de la propia salinidad de las aguas. Las poblaciones de gardí que se encontraban en aguas más saladas, eran más propensos a migrar. Por otro lado, la probabilidad de migrar desde los lagos de agua dulce hacia la desembocadura se relacionaba con la cantidad de agua que llevaba el río. En este caso, los gardís se desplazaban más cuando el caudal del río era mayor. En este estudio, la migración solo se relacionó con la salinidad y el caudal del río, pero no se descarta que esté también influenciada por el riesgo de depredación, la disponibilidad de alimento e interés reproductivo. Además, los datos del trabajo parecían indicar que los individuos más pequeños eran más propensos a migrar, aunque las diferencias no fueron significativas (Johnsen, 2003).

Westin y Aneer (1987) estudiaron en el laboratorio los patrones de actividad locomotora de varios peces y crustáceos del mar Báltico aplicando periodos de luz y oscuridad similares a los naturales. En base a 6 individuos, de entre 15 y 20 cm de longitud, y durante 9 días de experimento, concluyeron que durante los meses de mayo y julio el gardí presenta comportamiento diurno.

Frente a la presencia de un depredador como el lucio (*Esox lucius*), en experimentos de laboratorio se ha comprobado que el gardí pasa de estar más tiempo presente en espacios abiertos a hábitats más estructurados con más densidad de vegetación y tallos, aunque la actividad de natación no se ve alterada en presencia del lucio (Bean y Winfield, 1995).

Dominio vital

No hay datos.

Patrón social y comportamiento

En un estudio acerca del patrón social del gardí se observaron agregaciones de forma alargada de 5 a 20 individuos, principalmente junto a macrófitos en áreas de la orilla y hasta 1.5 metros de profundidad (Haberlehner, 1988). Estas formaciones no contenían más de 4 filas horizontales contiguas de individuos nadando, los cuales se separaban unos de los otros a una distancia entre 0.5 a 3 veces la longitud de los peces. Al final de la formación, la separación entre individuos se hacía mayor. La distancia entre individuos en posiciones superiores o inferiores era de 0.5 ó 1 vez la longitud de los peces. Los grupos se separaban ligeramente cuando nadaban a través de vegetación densa, reagrupándose rápidamente una vez superado el obstáculo. Cuando se encontraban amenazados, el grupo entero cambiaba su dirección, las distancias entre individuos se hacían más pequeñas y la velocidad de natación aumentaba. Aunque algunos autores caracterizan al gardí como una especie que forma agregaciones de forma obligada, se han observado individuos que también se alimentan junto a otras especies, formando grupos mixtos (Haberlehner, 1988).

Bibliografía

Aneer, G., Nellbring, S. (1977). A drop-trap investigation of the abundance of fish in very shallow water in the Askö area, northern Baltic Proper. Pp. 21-30. in: Keegan, B. F. et al. (Eds.) *Biology of Benthic Organisms: 11th European Symposium on Marine Biology, Galway, October 1976*.

Aparicio, E., Alcaraz, C., Carmona-Catot, G., García-Berthou, E., Pou-Rovira, Q., Rocaspana, R., Vargas, M.J., Vinyoles, D. (2016). *Peixos continentals de Catalunya. Ecologia, conservació i guia d'identificació*. Lynx Edicions, Barcelona.

Bean, C. W., Winfield, I. J. (1995). Habitat use and activity patterns of roach (*Rutilus rutilus* (L.)), rudd (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)), perch (*Perca fluviatilis* L.) and pike (*Esox lucius* L.) in the laboratory: the role of predation threat and structural complexity. *Ecology of Freshwater Fish*, 4 (1): 37-46.

Berg, L.S. (1964). *Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.

Bianco, P.G., Aprea, G., Balletto, E., Capriglione, T., Fulgione, D., Odierna, G. (2004). The karyology of the cyprinid genera *Scardinius* and *Rutilus* in southern Europe. *Ichthyological Research*, 51 (3): 274-278.

Blackwell, B. G., Kaufman, T. M., Miller, W. H. (2009). Occurrence of Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) and dynamics of three populations in South Dakota. *Journal of Freshwater Ecology*, 24 (2), 285-291.

BOE (2013a). Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. Anexo 1. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 185: 56764-56786.

BOE (2013b). Real Decreto 630/2013. *Scardinius erythrophthalmus*. Ministerio de transición ecológica. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/Scardinius_erythrophthalmus_2013_tcm30-69928.pdf

Burkhead, N. M., Williams, J. D. (1991). An intergeneric hybrid of a native minnow, the golden shiner, and an exotic minnow, the rudd. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120 (6): 781-795.

CABI (2008). *Scardinius erythrophthalmus* [texto original de S. Siriwardena]. – En: *Invasive Species Compendium*. CABI, Wallingford, UK. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/65689>

Crossman, E.J., Holm, E., Cholmondeley, R., Tuininga, K. (1992). First record for Canada of the rudd, *Scardinius erythrophthalmus*, and notes on the introduced round goby, *Neogobius melanostomus*. *Canadian Field Naturalist*, 106: 206-206.

Doadrio, I. (2001). Gardí. *Scardinius erythrophthalmus*. *Atlas y Libro rojo de los Peces continentales de España*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Eklöv, P., Hamrin, S. F. (1989). Predatory efficiency and prey selection: interactions between pike *Esox lucius*, perch *Perca fluviatilis* and rudd *Scardinius erythrophthalmus*. *Oikos*, 149-156.

Elvira, B. (2001). Peces exóticos introducidos en España. *Atlas y Libro Rojo de los peces continentales de España*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Fontana, F., Chiarelli, B., Rossi, A. C. (1970). Il Cariotipo di Alcune Specie di Cyprinidae, Centrarchidae, Characidae Studiate Mediante Colture «in Vitro». *Caryologia*, 23 (4): 549-564.

Freyhof, J., Kottelat, M. (2008). *Scardinius erythrophthalmus*. *IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2012. <https://www.iucnredlist.org/species/19946/9112799>

Froese, R., Pauly, D. (Eds.). 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org

García-Berthou, E. (1994). *Ecologia alimentària de la comunitat de peixos de l'Estany de Banyoles*. Tesis doctoral. Universitat de Girona, Girona, España.

García-Berthou, E., Moreno-Amich, R. (2000). Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) introduced to the Iberian Peninsula: feeding ecology in Lake Banyoles. *Hydrobiologia*, 436 (1-3): 159-164.

Gaygusuz, Ç.G. (2018). Age and growth of rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), in Ömerli Reservoir (İstanbul, Turkey). *Aquatic sciences and engineering*, 33 (1), 25-31.

Guinan, Jr, M. E., Kapuscinski, K. L., Teece, M. A. (2015). Seasonal diet shifts and trophic position of an invasive cyprinid, the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), in the upper Niagara River. *Aquatic Invasions*, 10 (2): 217-225.

- Haberlehner, E. (1988). Comparative analysis of feeding and schooling behaviour of the Cyprinidae *Alburnus alburnus* (L., 1758), *Rutilus rutilus* (L., 1758), and *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758) in a backwater of the Danube near Vienna. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 73 (5): 537-546.
- Hicks, B. J. (2003). Biology and potential impacts of rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in New Zealand. Pp. 49-58. En: Department of Conservation (Ed.). *Managing invasive freshwater fish in New Zealand. Proceedings of a workshop hosted by Department of Conservation, 10–12 May 2001*. Hamilton, New Zealand.
- Johansson, L. (1987). Experimental evidence for interactive habitat segregation between roach (*Rutilus rutilus*) and rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) in a shallow eutrophic lake. *Oecologia*, 73 (1): 21-27.
- Johnsen, S. E. (2013). *To migrate or not to migrate-thats the question: why do rudd (Scardinius erythrophthalmus) in the Storelva system migrate to Sandnesfjorden?* Tesis de máster. Norwegian University of Life Sciences, Ås, Noruega.
- Kapuscinski, K.L., Farrell, J. M., Wilkinson, M. A. (2012a). Feeding patterns and population structure of an invasive cyprinid, the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Cypriniformes, Cyprinidae), in Buffalo Harbor (Lake Erie) and the upper Niagara River. *Hydrobiologia*, 693 (1): 169-181.
- Kapuscinski, K. L., Farrell, J. M., Wilkinson, M. A. (2012b). First report of abundant rudd populations in North America. *North American Journal of Fisheries Management*, 32 (1): 82-86.
- Kennedy, M., Fitzmaurice, P. (1974). Biology of the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L) in Irish waters. *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, geological, and chemical science*, 74: 245-303.
- Ketmaier, V., Bianco, P.G., Cobolli, M., De Matthaeis, E. (2003). Genetic differentiation and biogeography in southern European populations of the genus *Scardinius* (Pisces, Cyprinidae) based on allozyme data. *Zoologica Scripta*, 32 (1): 13-22.
- Ketmaier, V., Bianco, P.G., Cobolli, M., Krivokapic, M., Caniglia, R., De Matthaeis, E. (2004). Molecular phylogeny of two lineages of Leuciscinae cyprinids (Telestes and *Scardinius*) from the peri-Mediterranean area based on cytochrome b data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 32 (3): 1061-1071.
- Kottelat, M., Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Steven Simpson Books, Switzerland.
- Kucharczyk, D., Kujawa, R., Mamcarz, A., Wyszomirska, E. (1997). Induced spawning in rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.). *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 44 (1-2): 209-213.
- Lake, M. D., Hicks, B. J., Wells, R. D. S., Dugdale, T. M. (2002). Consumption of submerged aquatic macrophytes by rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in New Zealand. *Hydrobiologia*, 470 (1-3): 13-22.
- Lane, W. L. (1983). *The population dynamics, food and reproductive habits of rudd (Scardinius erythrophthalmus L.) in New Zealand*. Tesis doctoral. University of Auckland, Auckland, Nueva Zelanda.
- McDowall, R.M (1990). *New Zealand freshwater fishes: a natural history and guide*. Heinemann Reed, Wellington.
- Mills, E. L., Leach, J. H., Carlton, J. T., Secor, C. L. (1993). Exotic species in the Great Lakes: a history of biotic crises and anthropogenic introductions. *Journal of Great Lakes Research*, 19 (1): 1-54.
- Neilson, K., Kelleher, R., Barnes, G., Speirs, D., Kelly, J. (2004). Use of fine-mesh monofilament gill nets for the removal of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) from a small lake complex in Waikato, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38 (3): 525-539.

- Nico, L., Fuller, P., Jacobs, G., Larson, J., Makled, T.H., Fusaro, A., Neilson, M. (2015). U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database - *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758). <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=648>
- Nurminen, L., Horppila, J., Lappalainen, J., Malinen, T. (2003). Implications of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) herbivory on submerged macrophytes in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 506 (1-3): 511-518.
- Öztürk, M.O. (2010). An investigation on *Argulus foliaceus* infection of rudd, *Scardinius erythrophthalmus* in Lake Manyas, Turkey. *Scientific Research and essays*, 5 (23): 3756-3759.
- Papageorgiou, N., Neophytou, C. (1982). Age, growth and fecundity of the rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in Lake Kastoria. *Thalassographica*, 5: 5-15.
- Pépin, H., Moreau, G., Marazzato, S., Géry, J. (1970). Biométrie d'un hybride naturel de poissons Cyprinidae, la brème de Buggenhagen. *Annales d'hydrobiologie*, 1 (1): 43-54.
- Shukerova, S. A., Kirin, D. (2008). Helminth communities of the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Cypriniformes, Cyprinidae) from Srebarna Biosphere Reserve, Bulgaria. *Journal of helminthology*, 82 (4): 319-323.
- Šprem, N., Matulić, D., Treer, T., Aničić, I. (2010). Short communication: A new maximum length and weight for *Scardinius erythrophthalmus*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 618-619.
- Tarkan, A. S. (2006). Reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. *Ecology of Freshwater Fish*, 15 (2): 131-138.
- Tarkan, A.S., Lappalainen, J., Nurminen, L., Horppila, J. (2010). Life history strategies of fish: patterns in growth and lifespan of rudd. *Scardinius erythrophthalmus* (L.) in Europe. *Polish Journal of Ecology*, 58 (1): 191-196.
- Van Donk, E., Gulati, R.D. (1995). Transition of a lake to turbid state six years after biomanipulation: mechanisms and pathways. *Water Science and Technology*, 32 (4): 197-206.
- Vila-Gispert, A., Moreno-Amich, R. (2000). Fecundity and spawning mode of three introduced fish species in Lake Banyoles (Catalunya, Spain) in comparison with other localities. *Aquatic Sciences*, 62 (2): 154-166.
- Vila-Gispert, A., Moreno-Amich, R., Garcia-Berthou, E. (2002). Gradients of life-history variation: an intercontinental comparison of fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12 (4): 417-427.
- Westin, L., Aneer, G. (1987). Locomotor activity patterns of nineteen fish and five crustacean species from the Baltic Sea. *Environmental Biology of Fishes*, 20 (1), 49-65.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Polat, N. (2015). Population structure and growth of rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758) from a eutrophic lake in northern Anatolia. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 73 (3): 94-102.
- Zerunian, S., Valentini, L., Gibertini, G. (1986). Growth and reproduction of rudd and red-eye roach (Pisces, Cyprinidae) in Lake Bracciano. *Italian Journal of Zoology*, 53 (1): 91-95.