

Estudio de dieta de la trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Valle Pehuenche (Malargüe, Mendoza, Argentina)

Vanesa Pellegrini^{1*}, Abril Alonso², Liliana Moreno³, Gabriela Diaz^{1,2,4}

1. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina (5500)
2. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Universidad Nacional de Cuyo, San Rafael, Mendoza, Argentina (5600)
3. Facultad de Química Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina (5400)
4. Instituto de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria (ICAI-UNCuyo-CONICET), San Rafael, Mendoza, Argentina (5600)

*E-mail: vanesapellegrini@gmail.com

PALABRAS CLAVES

Exótica invasora
Ecología trófica
Humedales de altura
Oncorhynchus mykiss

RESUMEN

Los salmónidos, como especies exóticas invasoras, afectan a especies endémicas mediante predación, ocupación de hábitat y competencia por recursos tróficos. En el Valle Pehuenche solapan su hábitat con el del anfibio Alsodes pehuénche, una especie microendémica severamente amenazada. Este estudio se enfoca en analizar la dieta del salmónido *Oncorhynchus mykiss* como base para conocer la interacción con el anfibio amenazado. Los métodos incluyeron obtención de contenido estomacal de truchas y determinación de los ítems de la dieta en laboratorio. Los resultados indican que *O. mykiss* se alimenta predominantemente de macroinvertebrados, pertenecientes a 10 órdenes. Los órdenes que presentan mayor abundancia son los dípteros seguido por coleópteros y tricópteros. *O. mykiss* aprovecha una variedad de presas disponibles en su entorno, siendo depredadores importantes dentro de los ecosistemas acuáticos. Este estudio de base provee información necesaria para avanzar en la comprensión de las interacciones ecológicas en humedales de altura y apoyar las medidas de conservación para proteger a las especies nativas amenazadas.

Study of the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Pehuenche Valley (Malargüe, Mendoza, Argentina)

KEYWORDS

Invasive alien species
Trophic ecology
High-altitude wetlands
Oncorhynchus mykiss

ABSTRACT

Salmonids, as invasive alien species, affect endemic species through predation, habitat occupation and competition for trophic resources. In the Pehuenche Valley they overlap their habitat with Alsodes pehuénche, a severely threatened microendemic anuran species. This study focused on analysing the diet of the salmonid *Oncorhynchus mykiss* as a basis for understanding its interaction with *A. pehuénche*. Methods included obtaining stomach contents from trout and determining dietary items in the laboratory. Results indicate that *O. mykiss* feed predominantly on macroinvertebrates, belonging to 10 orders. The most abundant orders are Diptera followed by Coleoptera and Trichoptera.

O. mykiss exploit a variety of prey available in their environment, being important predators within aquatic ecosystems. This baseline study provides necessary information to advance the understanding of ecological interactions in high altitude wetlands and support conservation measures to protect threatened native species.

1. Introducción

Entre los ecosistemas en riesgo en el mundo, los humedales ocupan entre el 5-7% de la superficie. Los humedales son ambientes en los cuales la presencia temporal o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos. Entre los rasgos distintivos se destaca la presencia de biota adaptada a estas condiciones. Algunos humedales patagónicos y altoandinos como las vegas y los mallines, presentan señales de deterioro relacionadas al uso de la tierra, la introducción de especies exóticas y el cambio climático (Perotti et al., 2005). Los anfibios fueron los primeros vertebrados adaptados a vivir en ambientes de interfase aguatierra. Además, son actualmente el grupo de vertebrados más amenazado del mundo (Stuart et al., 2004; Hoffmann et al., 2010). Las poblaciones de anfibios nativos están disminuyendo por diversas amenazas, incluida la invasión por especies exóticas (Kats y Ferrer, 2003; Kacoliris et al., 2022). Entre las especies de peces exóticos introducidos, la trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) ha causado una importante reducción de anfibios nativos (Gillespie, 2001; Velasco et al., 2017; Kacoliris et al., 2022).

Alsodes pehuенche (Cei, 1976) es una especie endémica de los arroyos de deshielo en los Andes centrales de Argentina y Chile (Corbalán et al., 2023, y Diaz et al, 2024). Se encuentra en las categorías más altas de riesgo de extinción: en Peligro Crítico según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2019) y En Peligro según la Asociación Herpetológica Argentina (Varia et al., 2012). Entre las amenazas estudiadas se encuentran, la fragmentación de su hábitat debido a la pavimentación de la Ruta Nacional N° 145 (Corbalán et al., 2010), infección por el hongo quitridio (*Batrachochytrium dendrobatidis*) mortal para algunas especies de anfibios (Ghirardi et al., 2014) y la presencia de salmónidos exóticos (Corbalán et al., 2023). Esta última amenaza se refiere al rol de los salmónidos *Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta* como predadores de *A. pehuенche* (Zarco et al., 2020 y Corbalán et al., 2023) y la influencia negativa en la ocupación de sitios de *A. pehuенche* donde hay truchas (Pellegrini, unpubl data).

Conocer la dieta de las truchas permite iniciar el estudio de la interacción entre *O. mykiss* y *A. pehuенche*, para poder evaluar la depredación de trucha sobre ranas y determinar si existe solapamiento trófico entre ambas especies.

El objetivo general es determinar la composición de la dieta de la trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*). Objetivos específicos:

1. Cuantificar el volumen de contenido estomacal de *O. mykiss*.
2. Identificar los ítems presentes en el contenido estomacal de *O. mykiss*.
3. Cuantificar la presencia de presas identificadas en el contenido estomacal de *O. mykiss*.

2. Materiales y métodos

El área de estudio incluyó los arroyos de altura en el Valle Pehuenche, en la Cuenca del Río Chico, Malargüe, Mendoza. Las truchas se capturaron en el campo durante las temporadas 2022-2023 y 2023-2024, mediante trampas de embudo y copete. Los individuos se pesaron con pesola manual, se midieron con regla milimétrada (Figura 1a) y se extrajeron los estómagos (Figura 1b), que se conservaron en etanol al 70% en recipientes individuales, debidamente identificados para su posterior procesamiento y análisis en laboratorio.



Figura 1. Individuo de *O. mykiss* capturado.

En el laboratorio, cada estómago, con contenido, fue pesado en balanza analítica (Figura 2a); luego se procedió a vaciar el mismo y se midió el volumen del contenido estomacal en mililitros.

Las muestras de contenido estomacal se observaron con lupa estereoscópica, clasificando los ítems hasta la menor categoría taxonómica posible. En la figura 2b se observan presas a través de lupa binocular (20x). Se siguieron las claves de clasificación para macroinvertebrados bentónicos de Domínguez y Fernández (2009).



Figura 2. A) Pesaje de estómago de *O. mykiss* completo.
 B) Ítems presa en contenido estomacal de *O. mykiss* observados en lupa estereoscópica (20x).

Para contabilizar individuos, se tuvo en cuenta presas enteras y cabezas por contenido estomacal. Se calculó la frecuencia ocurrencia, la abundancia y porcentaje de presas halladas.

3. Resultados y Discusión

Los individuos de *O. mykiss* capturados pesaron $39,58 \pm 29,29$ gramos ($n=24$) y midieron $148,54 \pm 34,93$ milímetros ($n=24$). El peso de los estómagos con contenido fue $2,92 \pm 1,74$ ($n=34$) gramos y para los estómagos sin contenido fue de $2 \pm 1,3$ ($n=29$) gramos, obteniendo como media de peso del contenido estomacal $0,91 \pm 0,55$ gramos. El volumen del contenido estomacal fue $1,74 \pm 1,59$ ($n=16$) mililitros. La mayoría de los ítems presa observados fueron determinados hasta el nivel de orden y ocasionalmente hasta familia (Figura 3).

Los resultados de abundancia, frecuencia relativa de abundancia, frecuencia de ocurrencia y frecuencia relativa de ocurrencia se muestran en la Tabla 1. Los datos indican que la dieta de *O. mykiss* está dominada por dípteros, que constituyen el 80,51% de los ítems presa y tienen un 46,22% de frecuencia de ocurrencia. Entre los dípteros particularmente los miembros de la familia Chironomidae son los más abundantes (73,42%) y los que mayor frecuencia de ocurrencia presentan (16,6%) (Figura 4). Los ítems que siguen en importancia, respecto a la abundancia y frecuencia de ocurrencia son coleópteros y tricópteros.

En dos estómagos se hallaron restos óseos que se identificaron correspondientes a anfibios. No se pudo determinar la especie a la que corresponden los mismos (Figura 5).

En este trabajo se cuantificó el contenido estomacal de *O. mykiss* y se identificaron las presas del mismo en el Valle Pehuenche. Esta información acerca de la dieta de los salmonídos es relevante para comprender la coexistencia con el anfibio amenazado *A. pehueneche*. Los ítems del orden diptera, familia chironomidae fueron los que tuvieron mayor frecuencia de ocurrencia en las muestras analizadas (FO Diptera = 1,88, Tabla 1), seguido por el orden coleóptera (FO Coleoptera = 0,76, Tabla 1). Los resultados obtenidos en este trabajo, están en concordancia con otros estudios que muestran que los invertebrados acuáticos son los más abundantes en la dieta de los peces en los sistemas lóticos (Glova y Sagar, 1991, Buria, 2007). Por otro lado, los resultados obtenidos son similares a estudios realizados en arroyos de bajo y mediano orden en la región Patagónica Chilena, (Palma et al., 2002) y en los Andes ecuatorianos (Mouillet et al., 2018), donde se identifican macroinvertebrados bentónicos en la dieta de poblaciones de trucha arco-iris. En este último trabajo las principales presas encontradas fueron Chironomidae y Hyalella, que se atribuyen a la relativa poca profundidad de los sistemas acuáticos (Schindler et al., 2001). La presencia de otros diez órdenes más de insectos identificados en este estudio sugiere que *O. mykiss* en el Valle Pehuenche, posee una alta diversidad de presas en la dieta, definiéndose como generalista y oportunista. Esto podría ser una estrategia para maximizar la ingesta de nutrientes y energía en un ambiente de recursos variables, como son los ambientes de montaña.

En relación a los antecedentes de predación de salmonídos exóticos sobre anfibios, y en particular sobre *Alsodes pehueneche*, se han reportado presencia de un miembro posterior de *A. pehueneche* en el contenido estomacal de un individuo de *O. mykiss* (Zarco et al, 2020) y predación directa de este anfibio por *Salmo trutta* en un arroyo del cajón del Guanaco.



Figura 3. Principales ítems alimentarios hallados en el contenido estomacal de *O. mykiss*. a- Coleóptera, b- Ephemeroptera, c-Díptera- Chironomidae, d-Acarii, e-Hymenoptera.

Tabla 1. Composición de dieta *O. mykiss*. Se muestran las categorías taxonómicas de presas, N=número total de presas; %N=porcentaje de la categoría en el total de las presas; FO=frecuencia de ocurrencia, %FO=porcentaje de la categoría en el total de frecuencia de ocurrencia.

Orden	Familia	N	%N	FO	%FO
Diptera	Chironomidae	2403	73,42	0,79	16,60
	Ceratopogonidae	70	2,14	0,44	9,24
	Simuliidae	69	2,11	0,50	10,50
	Empididae	41	1,25	0,15	3,15
Coleoptera	Elmidae	49	1,50	0,20	4,20
	Otros	102	3,12	0,56	11,76
Trichoptera	Hydrobiosidae	206	6,29	0,47	9,87
Acari	Hidracaridae	87	2,66	0,32	6,72
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	18	0,55	0,18	3,78
Plecoptera		59	1,80	0,44	9,24
Heteroptera		36	1,10	0,20	4,20
Amphipoda	Hyalellidae	68	2,08	0,06	1,26
Hymenoptera	Formicidae	7	0,21	0,15	3,15
Cladocera	Daphniidae	15	0,46	0,03	0,63
Total de ítem presa		3230	98,69	4,49	94,3

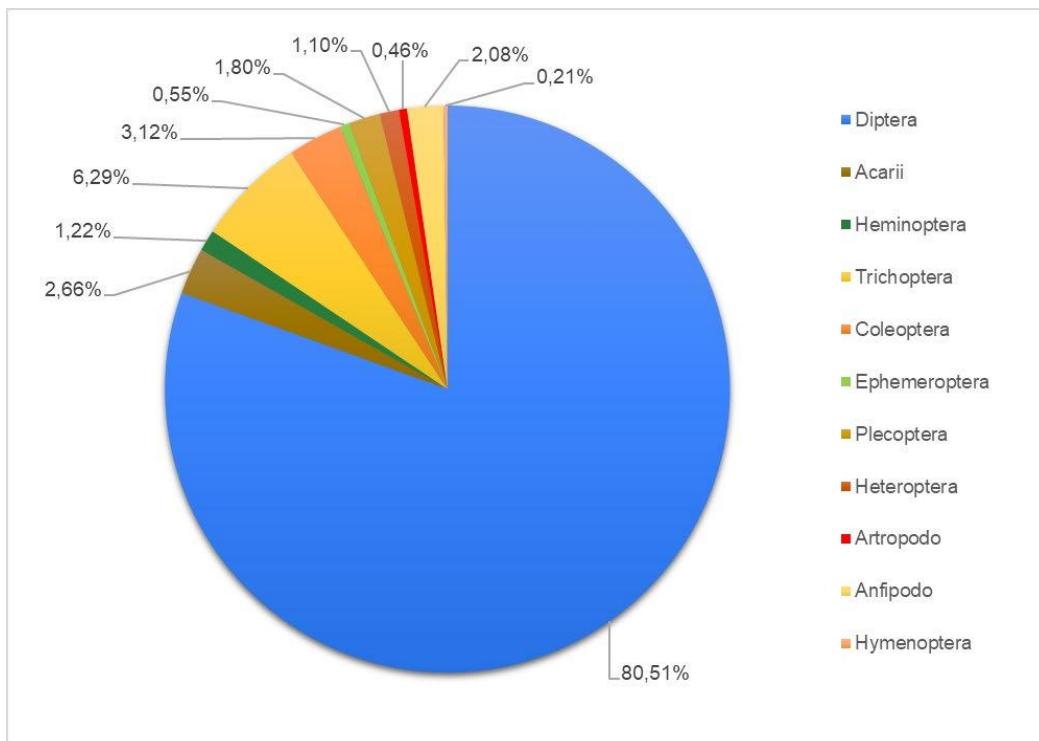


Figura 4. Porcentaje del volumen de cada taxón identificado, respecto al volumen estomacal total de *O. mykiss* (n=34).



Figura 5. Restos óseos de anfibio hallados en 2 estómagos de trucha arco-íris. Observación en lupa binocular (20x)

(Corbalán et al, 2023). En este trabajo, bajo lupa estereoscópica, se han identificado tejidos blandos y huesos que no ha sido posible asignar inequívocamente a *A. pehuенche* (Figura 5). Por otro lado, los hallazgos de individuos de *A. pehuенche* muertos dentro de los arroyos con patas traseras desgarradas (5 en las 2 temporadas de trabajo), sugieren que la predación de ranas ocurre eventualmente, aunque en estos casos no se ha

podido determinar si los predadores son salmónidos o aves. Por lo tanto, considerando el estatus crítico de conservación de *A. pehuенche*, resulta prioritario continuar monitoreando la interacción entre el anfibio y los salmónidos exóticos a fin de evaluar riesgos potenciales y orientar estrategias de manejo adecuadas para la preservación de este endemismo altoandino.

4. Conclusiones

La composición trófica de *O. mykiss* en el Valle Pehuенche se encuentra dominada por dípteros, con una marcada representación de larvas de Chironomidae, lo que sugiere una alta disponibilidad de este grupo en el ambiente bentónico. La inclusión de taxones pertenecientes a distintos órdenes de macroinvertebrados en su dieta indica una estrategia trófica generalista y oportunista, compatible con la maximización de la captación energética en contextos de oferta alimentaria variable. Si bien antecedentes previos han documentado eventos de predación sobre *Alsodes pehuенche* por parte de salmónidos, los datos obtenidos en el presente estudio no evidencian la

presencia de esta especie en el contenido estomacal de *O. mykiss*. No obstante, considerando el estatus crítico de conservación de *A. pehuенche*, resulta prioritario continuar monitoreando la interacción entre el anfibio y esta especie predadora exótica a fin de evaluar riesgos potenciales y orientar estrategias de manejo adecuadas para la preservación de este endemismo altoandino.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del Proyecto “Conservación de *Alsodes pehuенche*: anfibio en peligro crítico de los humedales de los Andes Centrales” SIIP 06/M003-T4 (Resol 3978/2022) UNCUYO. La colecta de muestras se realizó en el marco de EX-2021-08523832-GDEMZA-DRNR# SAYOT.

Agradecemos a Dra. Carina Llano por los aportes a las primeras versiones del manuscrito y a la Mgtr. Angélica Gil por la colaboración en las determinaciones taxonómicas de macroinvertebrados.

6. Referencias

- Buria, L. (2007). Estudio de la dieta de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en diferentes períodos temporales en sistemas lóticos. Tesis de maestría, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.
- Cei, J. M. (1976). Remarks on some Neotropical amphibians of the genus *Alsodes* from Southern Argentina. Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, 117, 159–164.
- Corbalán, V., Álvarez, L., & Masiel, D. (2010). Fragmentación de hábitat por pavimentación de ruta y su impacto en *Alsodes pehuенche* (Anura, Cycloramphidae) en los Andes centrales. Revista de Ecología Austral, 20(2), 35–45.
- Corbalán, V., Debandi, G., Literas, S., Álvarez, L., Rivera, J. A., Dopazo, J., Zarco, A., Cornejo, P., Blotto, B., Faivovich, J., & Masiel, D. (2023). Newly discovered sites and potential threats for the critically endangered frog, *Alsodes pehuенche*, in southern South America. Herpetological Conservation and Biology, 18(1), 48–56.
- Díaz, G., Pellegrini-Piccini, V., Moreno, L., Palma, P., Bentancourt, V., & Corbalán, V. (2024). Monitoreo poblacional y estado de conservación de la ranita del Pehuenche (*Alsodes pehuенche*) en el valle Pehuenche, Mendoza, Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad, 95, e955367.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). Guía para la identificación de macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Ediciones Universidad Nacional del Comahue.
- Ghirardi, R., Levy, M. G., López, J. A., Corbalán, V., Steciow, M. M., & Perotti, M. G. (2014). Endangered amphibians infected with the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in austral temperate wetlands from Argentina. Herpetological Journal, 24, 129–133.
- Gillespie, G. R. (2001). The role of introduced trout in the decline of the spotted tree frog (*Litoria spenceri*) in south-eastern Australia. Biological Conservation, 100, 187–198.
- Glova, G. J., & Sagar, P. M. (1991). Diet of small fish in a large New Zealand river. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 25(2), 241–256.
- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H., Carpenter, K. E., Chanson, J., Collen, B., & Cox, N. A. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. Science, 330, 1503–1509.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. (2019). *Alsodes pehuенche*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T56409A89180368.en>
- Kacoliris, F. P., Ceballos, A., & Velasco, M. A. (2022). Impact of the invasive rainbow trout on amphibians in a Mediterranean environment. Biodiversity and Conservation, 31(4), 3031–3042.
- Kats, L. B., & Ferrer, R. P. (2003). Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. Diversity and Distributions, 9, 99–110.
- Mouillet, C., Barta, B., Espinosa, R., Andino, P., Seestern Christoffersen, K., & Jacobsen, D. (2018). Ecological effects of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in pristine Ecuadorian high Andean lakes. Fundamental and Applied Limnology, 191(4), 323–337.
- Palma, A., Figueroa, R., & Díaz, M. E. (2002). Diet of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and its effect on native fish in low and mid-order streams

in the Chilean Patagonia. *Zoological Studies*, 41(2), 175–182.

Perotti, M. G., Diéguez, M. C., & Jara, F. G. (2005). Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78, 341–353.

Schindler, D. E., Scheuerell, M. D., & Lamberti, G. A. (2001). Biological effects of nutrient enrichment in lakes: A review. *Environmental Reviews*, 9(2), 1–31.

Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodríguez, A. S. L., Fischman, D. L., & Waller, W. (2004). Status and trends on amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306, 1783–1786.

Vaira, M., Akmentins, M., Attademo, M., Baldo, D., Barrasso, D., Barrionuevo, S., et al. (2012). Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 26(Suplem. 1), 131–159.

Velasco, M. A., Berkunsky, I., Simoy, M. V., Quiroga, S., Bucciarelli, G., Kats, L., & Kacoliris, F. P. (2017). The rainbow trout is affecting the occupancy of native amphibians in Patagonia. *Hydrobiologia*, 795, 255–267.

Zarco, A., Corbalán, V., & Debandi, G. (2020). Predation by invasive rainbow trout on the critically endangered Pehuenche Spiny-chest Frog. *Journal of Fish Biology*, 98(3), 878–880.