

ISSN edición digital 2618 - 4656

Volumen XXXI

Corrientes, Argentina

PROYECTO ARROZ

Resultados Campaña 2022/2023

ISSN digital 2618 - 4656

Volumen XXXI

Agosto 2023

PROYECTO ARROZ

Campaña 2022-2023

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
Centro Regional Corrientes
Estación Experimental Agropecuaria Corrientes**

PROYECTO ARROZ - Campaña 2022-2023
INTA EEA CORRIENTES

Ediciones INTA
EEA INTA Corrientes
2023

ISSN digital: 2618-4656

INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ - Campaña 2022-2023. Volumen XXXI. Corrientes (Argentina): Ediciones INTA, 2023.

CULTIVOS DE ARROZ COMO RESERVORIOS DE LA BIODIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS: ANÁLISIS DE LOS OSTRACODOS (CRUSTACEA)

L.M. Sabater^{1*}; N. Almeida²; J. Rosa²; J. Higuti²; A.P. Pérez³ y M.C. Franceschini¹

Palabras clave: humedad; precipitaciones; radiación; regiones climáticas.

INTRODUCCIÓN

La producción de arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las actividades económicas más relevantes en el litoral argentino. En la campaña 2021/22 la producción (1,4 millones de tn, 205.250 ha cosechadas) se concentró en las provincias de Corrientes (48,78%), Entre Ríos (26,44%), Santa Fe (12,33%), Formosa (9,16%) y Chaco (3,3%) (INASE, 2022). Estos cultivos, además de ser considerados humedales artificiales, albergan una importante biodiversidad de animales, destacándose entre ellos los macroinvertebrados (Choe et al., 2016; Sabater et al., 2022). El estudio de la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a los cultivos de arroz tiene larga trayectoria a nivel mundial (Heckman, 1974, 1979; Lupi et al., 2013; Rizo-Patron et al., 2013; Prasetyo et al., 2016), sin embargo, en nuestro país, es un grupo que se encuentra poco analizado debido a que el interés se ha enfocado principalmente en insectos considerados plagas agrícolas (Sabater et al., 2022).

Dentro de los macroinvertebrados, es decir aquellos invertebrados cuyo tamaño es superior a 500 μm , se incluyen, por ejemplo, los ostrácodos. Estos organismos son pequeños crustáceos (0.3 – 5 mm), cuentan con un caparazón bivalvo de naturaleza quitino-calcárea. Los ostrácodos se alimentan de algas, bacterias, hongos, polen y detritus orgánicos (Meisch, 2000; Smith et al., 2015), y, constituyen a su vez el alimento de otros invertebrados, peces y aves por lo que cumplen un rol clave en las redes tróficas (Reimche et al., 2014). Este grupo es altamente relevante porque presentan su ciclo de vida adaptado a tolerar las fases de inundación sequía produciendo huevos de resistencia (Rosa et al., 2021), y muchas especies son sensibles a determinadas condiciones ambientales, lo que permite que sean utilizados como elementos de diagnóstico de calidad de agua (Ruiz et al., 2013).

El cultivo de arroz proporciona un hábitat complejo y adecuado para el sustento de una variedad de especies de ostrácodos debido a que los productores inundan los campos de arroz durante una parte del ciclo de cultivo (Fasola y Ruiz, 1996). Así crean un humedal artificial en el que, tanto ostrácodos como otros invertebrados acuáticos pueden prosperar durante la fase de inundación, persistiendo en la etapa seca posterior a la cosecha y rastrojo gracias a las formas de resistencia que presentan.

Si bien existen estudios que indican que las arroceras que alternan fases de inundación y sequía constituyen importantes reservorios de biodiversidad dentro de los ecosistemas

¹ CECOAL - CONICET, Corrientes, Argentina / ² Universidade Estadual de Maringá (UEM) - Centro de Ciências Biológicas (CCB), Maringá, PR, Brazil / ³ INIBIOMA - CONICET, Bariloche, Argentina. *Email: sabaterlara@gmail.com

agrícolas, también existen trabajos que plantean que estos ambientes tan cambiantes pueden actuar como facilitadores de invasiones biológicas (Fernando, 1996; Bambaradeniya y Amarasinghe, 2003; Smith et al., 2018). Por ejemplo, algunas especies de ostrácodos exóticos pueden establecerse y eventualmente desplazar las especies nativas, alterando la biodiversidad local. Estas especies de ostrácodos exóticas invasoras son consideradas oportunistas y en general son tolerantes a cambios ambientales drásticos (Smith et al., 2018). Este fenómeno ha sido principalmente estudiado en cultivos de arroz de ambientes templados, los cuales cuentan con una tendencia a ser colonizados por ostrácodos exóticos que provienen de regiones tropicales o subtropicales (Ghetti, 1973; Martens y Toguebaye, 1985; Valls et al., 2014; Smith et al., 2018). Sin embargo, Victor y Fernando (1980), sostienen que, en cultivos de arroz de regiones tropicales, la fauna de ostrácodos se condice con la composición faunística de los ecosistemas cercanos. Es por ello que el objetivo de este trabajo es conocer la biodiversidad de ostrácodos en arrozceras de la provincia de Corrientes y comprender su ecología para evaluar si es factible el uso de estos organismos como bioindicadores de buenas prácticas agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para analizar la comunidad de ostrácodos asociadas a las arrozceras se realizaron muestreos durante el mes de marzo de 2021 comparativamente en dos arrozceras de la provincia de Corrientes: Estación Experimental INTA Corrientes (El Sombrerito) y Empedrado. Durante el período de colecta las plantas de arroz se encontraban en etapa de maduración y el nivel del agua se mantenía entre 10 y 12 cm de profundidad. En cada arrozcera se realizaron dos transectas de 30 metros: una paralela al borde del cultivo y otra en el centro a 50 metros del borde. En cada transecta se tomaron 5 muestras. Los invertebrados fueron colectados por arrastre en la interfaz agua-suelo utilizando una red de tipo "D-frame". Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol 70% y transportadas al laboratorio para la posterior separación de los ostrácodos y su identificación al menor nivel taxonómico posible (morfoespecies). Los ostrácodos fueron contabilizados e identificados taxonómicamente, utilizando microscopios estereoscópico y óptico y microscopía electrónica de barrido para analizar las valvas y sus apéndices, y bibliografía específica de Martens y Behen (1994), Karanovic (2012) e Higuti y Martens (2020).

Análisis de datos

Se estimó la riqueza y abundancia (densidad) de especies de ostrácodos por transecta y por arrozcera. La abundancia de individuos se expresó en ind/m³.

Se utilizó el test de análisis de la varianza (ANOVA) para comparar la riqueza y abundancia entre ambas arrozceras. Las diferencias se consideraron significativas en los valores $p < 0,05$. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software PAST 2.08 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

De un total de 20 muestras obtenidas de ambas arroceras, se contabilizaron e identificaron un total de 215 ostrácodos adultos en la arrocera Empedrado (RFE) y 130 ostrácodos adultos en la arrocera INTA Corrientes (RFIS). Las especies con mayor abundancia registradas en RFIS fueron *Strandesia* sp. 2 y *Chlamydotheca* sp. 1, mientras que dentro de RFB se destacó *Stenocypris* sp. Nueve especies fueron encontradas en las siguientes condiciones ambientales (Tabla 1).

Tabla 1. Lista de especies de ostrácodos registradas en dos arroceras de la Provincia de Corrientes y sus respectivas variables físico químicas del agua. Con (*) los géneros que constituyen un nuevo reporte para Argentina. RFIS: INTA Corrientes, RFE: Empedrado, Temp: Temperatura, Prof: Profundidad, Transp: Transparencia.

	Sitio	pH	Temp (°C)	EC (µS/cm)	DO (%)	NH4+ (mg/l)	NO2- (mg/l)	NO3- (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Prof (m)	Transp (m)
Familia Cyprididae											
Subfamilia Cyprettinae											
(1)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Cypretta</i> sp.*										
Subfamilia Cypricerinae											
(2)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0.34 - 2.53	0,63	0.04 - 1.44	<0.02	0.14 - 2.90	0.13 - 1
	<i>Cypricerus</i> sp.*										
(3)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Strandesia bicuspis</i>										
(4)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.34 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.01 - 1.93	<0.02	0.12 - 1.60	0.7 - 0.60
	<i>Strandesia</i> sp2										
(5)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.36 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.02 - 0.32	<0.02	0.04 - 0.13	0 - 0.13
	<i>Chlamydotheca</i> sp1										
(6)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Chlamydotheca</i> sp2										
(7)	RFIS	6.98 - 7.04	24,8	55.8 - 63.2	34.8 - 35.6	0,36	0,63	0,32	<0.02	0,14	0,13
	<i>Chlamydotheca</i> sp3										
Subfamilia Herpetocypridinae											
(8)	RFIS, RFB	6.56 - 7.04	24.8 - 26.1	55.8 - 76	29 - 35.6	0.36 - 2.13	<0.02 - 0.63	0.01 - 1.93	<0.02	0,13	0.07 - 0.13
	<i>Herpetocypridinae</i> sp.*										
(9)	RFB	6.56 - 6.62	26,1	61 - 76	29 - 34	1.7 - 2.13	<0.02	<0.02	<0.02	0,13	0,08
	<i>Stenocypris</i> sp.*										

La abundancia promedio (Fig. 1) de ostrácodos presentes en RFE fue mayor que la registrada en RFIS (690 ± 1052 vs. 417.2 ± 358 ind/m³), sin embargo, esta diferencia no fue significativa al compararla estadísticamente (ANOVA: F= 0,6018; p = 0,5823). La riqueza pro-

medio de especies (Fig. 1) registrada en RFE fue menor que en RFIS (2.4 ± 0.96 vs. 4.3 ± 2.21 morfoespecies), y, esta diferencia fue estadísticamente significativa (ANOVA: $F=6,1.89$; $p = 0,0338$).

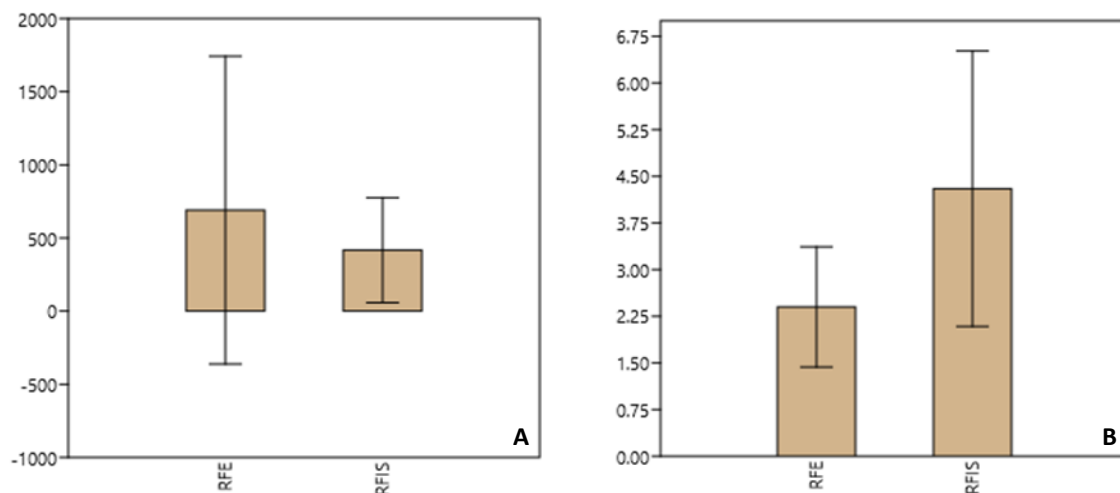


Figura 1. Abundancia (A) y Riqueza (B) de especies en dos arrozceras localizadas en la provincia de Corrientes, Argentina.

Respecto a la composición de la fauna de ostrácodos, se registraron 6 géneros con 9 morfoespecies pertenecientes a la familia Cyprididae. Ambos sitios comparten la presencia de *Chlamydotheca* sp. 1, *Herpetocypridinae* sp. y *Strandesia* sp. 2 (Fig. 2). En RFIS, fueron registradas exclusivamente dos morfoespecies de *Chlamydotheca* (*Chlamydotheca* sp. 2 y *Chlamydotheca* sp. 3), *Strandesia bicuspis*, *Cypretta* sp. y *Cypricercus* sp., mientras que RFE solo contó con una especie exclusiva, *Stenocypris* sp.

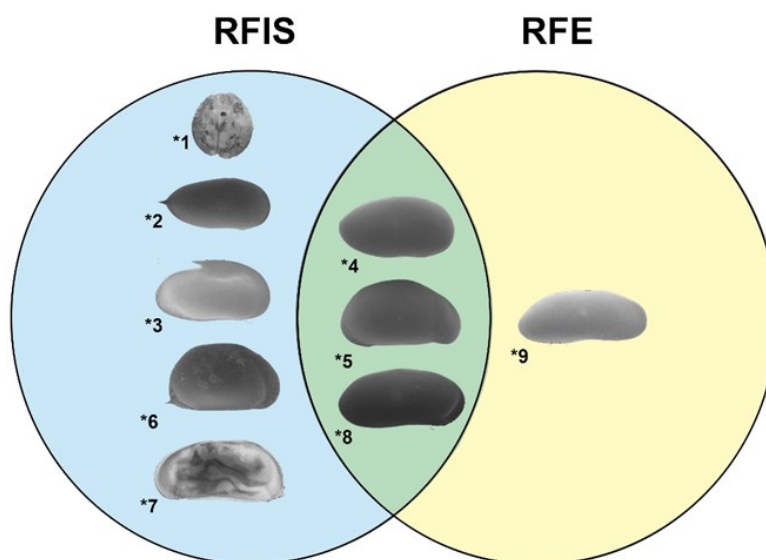


Figura 2. Abundancia Morfoespecies de ostrácodos exclusivas y compartidas de dos arrozceras de la Provincia de Corrientes. RFIS: INTA Corrientes, RFE: Empedrado. Los nombres de las especies se encuentran en la Tabla 1 .

No se ha registrado la presencia de machos en ninguna de las poblaciones estudiadas en este trabajo, por lo que se asume que se tratan de poblaciones partenogenéticas.

No se observó ninguna especie reportada como exótica para nuestro país. La mayoría de dichos géneros han sido registrados previamente en Brasil. Sin embargo, *Stenocypris* sp., *Herpetocypridinae* sp., *Cypricercus* sp. y *Cypretta* sp. constituyen nuevos reportes para Argentina.

CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo constituye el primer reporte de la fauna de ostrácodos asociadas a los cultivos de arroz en Argentina. El estudio de la diversidad de ostrácodos asociados a cultivos de arroz es de larga data en países asiáticos como Japón (Okubo, 2004), Tailandia (Savatenalinton, 2017), Indonesia, Malaysia y Filipinas (Victor y Fernando, 1980); en Europa se llevaron a cabo estudios en Italia (McKenzie y Moroni, 1986; Rossi et al., 2003) y España (Mesquita-Joanes et al., 2012; Valls et al., 2014).

Smith et al., (2018) menciona que uno de los continentes donde más se debe focalizar la identificación taxonómica de la fauna de ostrácodos es Sudamérica, ya que presenta su fauna muy diferente a la de Asia y Europa, y posee, además, un alto número de especies endémicas (Meisch et al., 2019).

Si bien no se registraron especies exóticas, conocer la fauna de ostrácodos presente en los cultivos de arroz es importante ya que, dependiendo de su ecología, sus hábitos alimentarios, reproducción y la etapa fenológica del cultivo donde aparecen, los ostrácodos pueden tener distintos tipos de impacto. Para el caso de las especies partenogenéticas, por ejemplo, la simple presencia de un huevo puede llevar al establecimiento de una población (Horne et al., 1998). Esta estrategia reproductiva, favorece a la instauración de especies invasoras, tanto exóticas como nativas, las cuales precisan ser identificadas para mitigar su posible dispersión desde los cultivos hacia los ambientes naturales cercanos (Smith et al., 2018; Lovas-Kiss et al., 2018). Por otra parte, dependiendo del tipo de alimentación, algunas especies se alimentan de algas, limitando así los blooms algales y, por consecuencia, estabilizando el pH del ambiente (Sánchez-Bayo y Goka, 2006a).

Bandeira et al., (2022) mencionan que las arroceras junto con los ambientes naturales, pueden favorecer la conservación de microcrustáceos, especialmente en cultivos con estrategias de manejo integrales, lo que posiblemente sería favorable para la gestión de estos agroecosistemas.

Comprender y valorar la diversidad de ostrácodos en los cultivos de arroz permite fomentar la adopción de enfoques agrícolas sostenibles y respetuosos con el ambiente. Asimismo, conservar estos organismos esenciales, asegura la estabilidad a largo plazo de dichos ecosistemas, promoviendo la resiliencia y la sostenibilidad de este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado con los proyectos de CONICET: PUE No. 22920180100001CO y PIP KA11220200102296CO y AGENCIA (PICT 2020 SERIE A-035-65). La identificación taxonómica fue realizada mediante una estadía en la Universidade Estadual de Maringá (Paraná – Brasil), la cual fue posible gracias a la adjudicación de una Beca de Traslado “Categoría B” otorgada por el Instituto Chaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se agradece al Ing. Agr. Daniel Kruger del INTA Corrientes y a los productores de la arrocería de Empedrado por facilitar la realización de los muestreos. JH agradece al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) por la beca de productividad en investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bandeira MGDS, Martins KP, Palma-Silva C, Barbosa FG, Hepp LU, Albertoni EF. 2022. Microcrustaceans in rice fields: A scientometric analysis from 1977 to 2019. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94.
- Bambaradeniya CNB, Amarasinghe FP, 2003. Biodiversity associated with the rice field agroecosystem in Asian countries: A brief review. Working Paper 63. International Water Management Institute, Colombo: 24 pp.
- BCSF. 2021. Evolución de la producción de arroz en Argentina. Bolsa de Comercio de Santa Fé, 8 pp.
- Choe, L. J., Cho, K. J., Han, M. S., Kim, M. K., Choi, S. K., Bang, H. S., ... & Kim, M. H. (2016). Benthic macroinvertebrate biodiversity improved with irrigation ponds linked to a rice paddy field. *Entomological Research*, 46 (1), 70-79.
- Fasola, M., & Ruiz, X. (1996). The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial waterbirds*, 122-128.
- Fernando CH, 1996. Ecology of rice fields and its bearing on fisheries and fish culture. p. 217-237. In: S.S. de Silva (ed.), *Perspectives in Asian fisheries*. Asian Fisheries Society, Manila.
- Ghetti PF, 1973. Dynamique de populations d'ostracodes de douse rizieres Italiennes. *Notes d'ecologie. Extr. Ann. Stat. Biol. Besse-en-Chandesse* 7:273-294.
- Hammer, O. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentol electron*, 4, 9.
- Heckman, C.W. 1974. The seasonal succession of species in a rice paddy in Vientiane, Laos. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 59: 489–507.
- Heckman, C.W. 1979. Rice field ecology in northeastern Thailand. *Monographiae Biologicae* 34. Dr W. Junk, The Hague, 228 pp.
- Higuti, J., & Martens, K. (2020). Class Ostracoda. *In: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 631-661). Academic Press.
- Horne, D. J., Danielopol, D. L., & Martens, K. (1998). Reproductive behaviour. *In* K. Martens (Ed.), *Sex and parthenogenesis: Evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine ostracods* (pp. 157–195). Backhuys Publishers.
- Instituto Nacional de Semillas (2022). Sistema de Información Simplificado Agrícola, Informe de Arroz, Campaña 21/22. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if_sisa_arroz_21-22.pdf
- Karanovic, I. (2012). Recent freshwater ostracods of the world: Crustacea, Ostracoda, Podocopida. Springer Science & Business Media.
- Lovas-Kiss A, Sánchez MI, Molnár A, Valls L, Armengol X, Mesquita-Joanes F & Green AJ. 2018. Crayfish invasion facilitates dispersal of plants and invertebrates by gulls. *Freshw Biol* 63: 392-404.
- Lupi, D., Rocco, A., & Rossaro, B. (2013). Benthic macroinvertebrates in Italian rice fields. *Journal of Limnology*, 72(1).
- Martens, K., & Behen, F. 1994. A checklist of the recent non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from the inland waters of South America and adjacent islands (Vol. 22). Ministère des affaires culturelles, Musée

national d'histoire naturelle.

- Martens K, Toguebaye BS (1985) On the presence of *Cypris subglobosa* Sowerby, 1840 (Crustacea, Ostracoda) in Africa, with notes on the distribution of this species. *Ann Soc Roy Zool Bel* 115:147–153
- McKenzie KG & Moroni A, 1986. Man as an agent of crustacean passive dispersal via useful plants - exemplified by Ostracoda *ospiti esteri* of the Italian ricefields ecosystem – and implications arising therefrom. *J. Crust. Biol.* 6:181-198.
- Meisch C. 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe. *Sußwasserfauna von Mitteleuropa* 8/3.
- Meisch C, Smith RJ, & Martens K. 2019. A subjective global checklist of the extant non-marine Ostracoda (Crustacea). *European journal of taxonomy*, 492, 1-135.
- Mesquita-Joanes F, Aguilar-Alberola JA, Schornikov EI, Rueda J, Smith RJ, Escrivà A, Kamiya T & Karanovic I. 2012. Global distribution of *Fabaeformiscandona subacuta*: An exotic invasive Ostracoda on the Iberian Peninsula? *J Crust Biol* 32: 949-961.
- Okubo I, 2004. [Nihon tansui san kaimijinko rui ni tsuite]. [Book in Japanese]. Kabushikigaisha Sanmon Insatsusho, Okayama: 72 pp.
- Prasetyo, D. B., Koji, S., & Tuno, N. (2016). A comparison of aquatic invertebrate diversity between paddy fields under traditional and modern management in Western Japan. *Research in Agriculture*, 1(1), 25-41.
- Reimche GB, Machado SLD, Zanella R, Vicari MC, Piccinini F, Golombieski JI & Reck L. 2014. Zooplankton community responses to the mixture of imazethapyr with imazapic and bispyribac-sodium herbicides under rice paddy water conditions. *Cienc Rural* 44: 1392-1397.
- Rizo-Patron, F., Kumar, A., Colton, M. B. M., Springer, M., & Trama, F. A. (2013). Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated rice fields in Guanacaste, Costa Rica. *Ecological Indicators*, 29, 68-78.
- Rosa, J., de Campos, R., Martens, K., & Higuti, J. (2021). Spatial variation of ostracod (Crustacea, Ostracoda) egg bank in temporary lakes of a tropical flood plain. *Marine and Freshwater Research*, 79, 26–34.
- Rossi V, Benassi G, Veneri M, Bellavere C, Menozzi P, Moroni A, McKenzie KG, 2003. Ostracoda of the Italian ricefields thirty years on: a new synthesis and hypothesis. *J. Limnol.* 62:1-8.
- Ruiz, F., Abad, M., Bodergat, A. M., Carbonel, P., Rodríguez-Lázaro, J., González-Regalado, M. L., ... & Prenda, J. (2013). Freshwater ostracods as environmental tracers. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10, 1115-1128.
- Sabater, L.M., Bertucci, S.E., Perez, A.P. & Franceschini, M.C. (2022). Invertebrados en arrozceras de Corrientes: ¿Son importantes para diseñar e implementar un sistema de manejo integrado de plagas? INTA EEA Corrientes. PROYECTO ARROZ (Argentina): Ediciones INTA, 2022. Campaña 2021-2022. Volumen XXX. Corrientes, Argentina.
- Sánchez-Bayo F, Goka K, 2006a. Ecological effects of the insecticide imidacloprid and a pollutant from antidandruff shampoo in experimental rice fields. *Environ. Toxicol. Chem.* 25:1677-1687.
- Savatenalinton S. 2017. Species diversity of ostracods (Crustacea: Ostracoda) from rice fields in Northeast Thailand, with the description of a new *Tanycypris* species. *Zootaxa* 4362: 499-516. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4362.4.2>.
- Sistema de Informacion Simplificado Agricola, Instituto Nacional de Semillas, Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca. (2023) Informe de Arroz 2022-2023. Gobierno de la República Argentina
- Smith RJ, Horne DJ, Martens K & Schön I. 2015. Class Ostracoda. *In* Thorp and Covich's freshwater invertebrates (pp. 757-780). Academic Press.
- Smith RJ, Zhai D, Savatenalinton S, Kamiya T & Yu N. 2018. A review of rice field ostracods (Crustacea) with a checklist of species. *J Limnol* 77: 1-16. DOI:10.4081/jlimnol.2017.1648.
- Valls L, Rueda J, Mesquita-Joanes F, 2014. Rice fields as facilitators of freshwater invasions in protected wetlands: the case of Ostracoda (Crustacea) in the Albufera Natural Park (E Spain). *Zool. Stud.* 53:1-10.
- Victor R & Fernando CH, 1980. Freshwater Ostracoda from the ricefields of South East Asia. *Trop. Ecol. Dev.* 1980:957-970.