

# Manejo de malas hierbas en arrozales con presencia de caracol manzana en el Delta del Ebro

## Weed management in rice fields with presence of apple snail in Ebro Delta

Oscar Torres<sup>1,2</sup>, Xavier Serrat<sup>1,\*</sup>, F. Xavier Sans<sup>1</sup> & Salvador Nogués<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitat de Barcelona, Barcelona, España

<sup>2</sup> Agroserveis.cat, Deltebre, España

(\*E-mail: xserrat@ub.edu)

<https://doi.org/10.19084/rca.34967>

Recibido/received: 2024.01.15

Aceptado/accepted: 2024.02.28

### RESUMEN

El control de malas hierbas es uno de los mayores desafíos en la producción de arroz, siendo la limitación agronómica más importante. El caracol manzana (*Pomacea maculata*) es la principal plaga de gasterópodos en arrozales depredando las plántulas de arroz en estadios juveniles. El propósito del estudio es evaluar la utilidad del uso del caracol manzana para controlar las malas hierbas en el cultivo del arroz, para ello se realizaron ensayos en los que se evaluó nuevas técnicas de captura y gestión del molusco para el óptimo desherbado de los campos de arroz con distintas técnicas de cultivo, como son la siembra en seco, la siembra en inundación y el trasplante. Las combinaciones de dichas técnicas son evaluadas en cuanto a su efecto tanto en el control del caracol, como en el control de malas hierbas y los efectos sobre la producción del propio arroz, usando como control parcelas tratadas con extracto de saponinas de *Camelia* sp.. En siembra en seco se obtiene un buen desarrollo del cultivo y una buena aportación de caracol manzana tanto cuando se usan trampas para regular las poblaciones del caracol (reducción de malas hierbas del 77,4%), como cuando no (reducción de 96,77%). Mientras que, en siembra en inundación y trasplante, se obtiene un valor cercano de eliminación del 100% de las malas hierbas. El caracol manzana resulta ser una alternativa agroecológica adecuada para el control de malas hierbas, en especial en siembra en seco y trasplante.

**Palabras clave:** Arroz, malas hierbas, caracol manzana

### ABSTRACT

Weed control is one of the major challenges in rice production, being the most important agronomic constraint. The apple snail (*Pomacea maculata*) is the main gastropod pest in rice fields predated rice seedlings in juvenile stages. The purpose of this research is to evaluate the biological use of the apple snail to control weeds in rice. Field trials were carried out to evaluate new techniques of capture and management of the mollusc for optimal weeding of rice fields with different rice cultivation techniques, such as dry seeding, wet seeding and transplanting. Combinations of these techniques are evaluated for their effect on snail control, weed control and effects on rice production, using plots treated with the molluscicide saponin (*Camelia* sp. seed extract) as a control. In dry sowing, good crop development and a good contribution of apple snails were obtained both when using snail traps (77.4% weed reduction) and when not using them (96.77% reduction). In wet seeding and transplanting, a solid contribution of the apple snail was obtained in the reduction of weeds of 100%; although in transplanting it is necessary to eliminate the snail captured with traps to avoid affecting the rice. The apple snail management is an agroecological alternative for the control of weeds plants, especially in the case of rice.

**Keywords:** Rice, weeds, apple snail

## INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cereal de primordial importancia para la alimentación humana, a la que se le dedica el 95% de su producción, siendo un alimento básico para más del 50% de la población mundial. Se estima que 408.661 millones de toneladas métricas de arroz se consumen anualmente en todo el mundo, lo que representa el 20% de la ingesta calórica total de la población mundial (Linderhof *et al.*, 2020). En el Delta del Ebro, la agricultura intensiva de arroz es una de las actividades económicas más importantes, ya que el 65% de su territorio está destinado a la producción de este cereal, lo que crea un paisaje único que atrae a muchas aves migratorias. En el 2021 el cultivo de arroz ocupó 199 km<sup>2</sup> y representado en el 62% de la superficie del Delta del Ebro (Genua *et al.*, 2022). En el 2022 hubo una producción anual de alrededor de 140 millones de kg, destacándose como la principal actividad agraria y económica de la región.

El control de malas hierbas es uno de los principales problemas agronómicos de la producción de arroz a nivel global, ocasionando estrés biológico y pérdidas productivas enormes (Llenes *et al.*, 2020). Las principales adventicias en el Delta del Ebro son las especies de los géneros *Cyperus* y *Echinochloa*, el arroz salvaje (*O. sativa* ssp. *spontanea*) y *Heteranthera reniformis*. La falsa siembra ha sido empleada para el control de las malas hierbas durante las últimas décadas (Garnica *et al.*, 2017), inundando los campos para promover la germinación del banco de semillas y luego destruirlas mecánicamente o químicamente antes de la siembra real de la semilla de arroz, además, del uso de herbicidas selectivos y los no-selectivos (Osuna *et al.*, 2002), donde los selectivos afectan poco al arroz y más a las malas hierbas, siendo las estrategias de control que más se ha empleado. Aun así, el abuso de estos herbicidas han provocado resistencias biológicas en las especies de *Echinochloa*, *Leptochloa* y *Cyperus* (Torra *et al.*, 2022).

El método de trasplante se utiliza para reducir la competencia en la siembra, aumentar el espacio vital y promover el crecimiento del arroz gracias a la disponibilidad de elementos nutritivos (Moreno, 2020). Por otra parte, la siembra en seco en el Delta del Ebro ha demostrado ser efectiva para controlar las malas hierbas tanto en manejo integrado como para la producción ecológica de arroz

(Palma, 2022). Este método es especialmente eficaz para controlar las malas hierbas acuáticas como *H. reniformis*, además de reducir el consumo de agua en un 20%. La siembra en seco se empezó a usar en el Delta del Ebro a raíz de la aparición de *Pomacea maculata*, también conocido como “caracol manzana”. En la actualidad se tratan aproximadamente 2.000 ha de arroz con extracto de saponinas de *Camelia* sp. causando afectaciones negativas sobre la fauna acuícola y de moluscos autóctonos del Delta del Ebro (Arrova & Moreira, 2022).

El objetivo del estudio es evaluar la utilidad del uso biológico del caracol manzana para controlar las malas hierbas en el cultivo del arroz en distintas técnicas de manejo del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante 2023 en Deltebre, Tarragona, Cataluña. El diseño experimental fue una disposición factorial de 3 x 3. Los factores consistieron en tres sistemas de siembra (en seco, por inundación y trasplante) y tres tratamientos con caracol-manzana (con eliminación, y sin eliminación más un testigo sin caracol-manzana) de 238 m<sup>2</sup>, de nueve subparcelas, superficie de 2142 m<sup>2</sup> y variedad ‘Omega’.

La estrategia de siembra en seco se realizó con un control mecanizado con grada de púas flexible, que actúa sobre malas hierbas que están a menor profundidad. En una de las subparcelas se controló totalmente el caracol con saponinas, en otra se dejó que actuara el caracol de la propia subparcela y en la tercera se dejó actuar el caracol de la propia subparcela y el caracol que entró por el canal de riego. El conteo de caracol se inicia posterior a la siembra, mediante trampas de neumáticos usando berzas (*Brassica oleracea*) como atrayentes naturales. El conteo de *Echinochloa* se llevó a cabo previo a la inundación, mediante tiradas de aro y conteo de las panículas con un BBCH 71.

En la siembra en inundación se provocó la falsa siembra, seguido de un control mecánico mediante rodillo redondo; el control del caracol se realizó con saponinas en una de las subparcelas, mientras que en la otra se realizó captura y conteo mediante trampas con atrayente. La siembra se realizó manualmente. Los conteos de las malas hierbas fueron

realizados con 4 tiradas de aro después del control mecanizado de rodillo y previo a la acción del caracol manzana. En tanto, al conteo de *Heteranthera reniformis* se llevó a cabo mediante tiradas de aro.

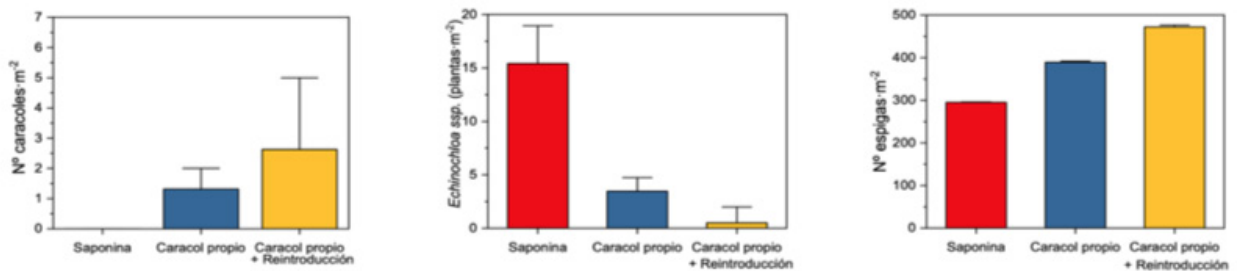
En trasplante, las condiciones son iguales al de la siembra en inundación. Así mismo, la captura del caracol se llevó a cabo mediante trampas de neumático más atrayentes; la captura con eliminación se realizó destruyendo los caracoles capturados. Mientras que la captura del caracol sin eliminar se realizó un conteo y se reintrodujeron en la subparcela. El control mecanizado de malas hierbas se realizó en dos ocasiones antes del trasplante, y las mediciones de malas hierbas y caracol se realizó mediante cuatro (4) tiradas de aro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

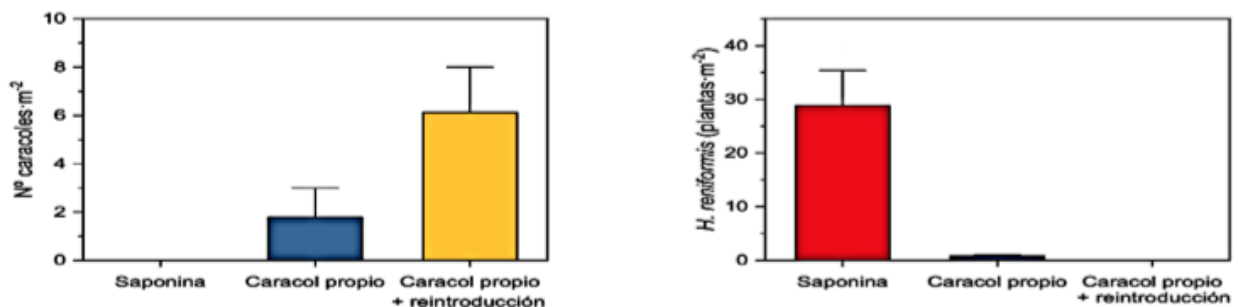
El tratamiento de caracol propio más reintroducción es el que mayor densidad de caracoles obtuvo (2,62 caracoles·m<sup>2</sup>), obteniéndose una reducción de densidad de *Echinochloa* spp. de un 74% y un aumento del número de panículas de 74% respecto al tratamiento con saponina (Figura 1).

Según Franquet (2018) expresa que al no inundar los campos de arroz, se dificulta el desarrollo de algunas plagas como la *H. reniformis*, demostrando la efectividad de la siembra en seco, para el control de malas hierbas. Esto puede ser un sistema de siembra para mejorar el control de malas hierbas y reducir el uso excesivo de herbicidas, lo que constituye un método efectivo para combatir el principal problema global en el cultivo de arroz, en donde se analiza cómo el control incompleto y poco eficiente de malas hierbas, es una de las principales afectaciones económicas y productivas en el Delta del Ebro (Osuna, 2021). Adicional a esto, la siembra en seco requiere menos agua que la siembra en inundación. Se estima un 30% de ahorro de agua, lo cual es importante para el medio ambiente y disminuye la propagación del molusco en zonas afectadas del Delta del Ebro.

La siembra de inundación redujo la presencia de *Echinochloa* spp., pero favoreció la presencia de *H. reniformis*. El tratamiento de caracol propio más reintroducción es el que mayor densidad de caracoles produjo (6,12 caracoles·m<sup>2</sup>), eliminando completamente *H. reniformis* (Figura 2).



**Figura 1** - Densidad de caracol- manzana en cada tratamiento (izquierda) y su efecto sobre el control de *Echinochloa* sp. y la productividad del arroz (derecha.) por método de control de malas hierbas: saponina (rojo), caracol propio (azul), caracol propio + reintroducción (amarillo) en el sistema de siembra en seco.



**Figura 2** - Número de caracoles (izquierda), densidad de *H. reniformis*. (derecha) por método de control de malas hierbas: saponina (rojo), caracol propio (azul), caracol propio + reintroducción (amarillo) en el método de siembra de inundación.

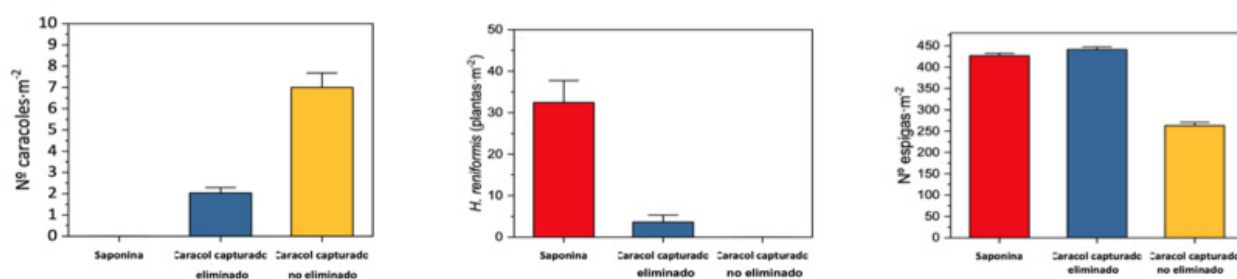
No se pudo determinar densidad de panículas de arroz debido a un ataque severo de quironómidos. *H. reniformis* aparece como adventicia casi exclusiva en el tratamiento de siembra por inundación, germinando tras la siembra del arroz de forma escalonada desde finales de mayo a mitad de junio (Taberner, 2006). Siembra por trasplante pone en riesgo el propio cultivo del arroz por el exceso de caracol, por lo que se optó por atraparlo con trampas y eliminarlo en un caso y, en otro caso capturarlo con trampas devolviéndolo a la subparcela (caracol capturado no eliminado). El tratamiento de caracol capturado no eliminado es el que mayor densidad de caracoles tiene (7,0 caracoles·m<sup>-2</sup>), eliminando completamente *H. reniformis* pero con menor densidad de panículas 49,6% (Figura 3). En caracol no eliminado, hubo menos panículas debido a la acción del molusco sobre los hijuelos de las plantas. Debido a que el número de caracoles en este caso es suficientemente bajo como para no afectar el desarrollo del cultivo, no hay diferencias entre saponina y el caracol eliminado.

Al aumentar el número de caracoles hay una reducción significativa de *H. reniformis*. validando su efectividad para el control natural de esta mala hierba, el método de trasplante permite el establecimiento uniforme y rápido del cultivo, manteniendo la purificación de la variedad y uniformizando los

rendimientos (Cuevas, 2022), sin embargo, resulta costoso en el establecimiento (Wen *et al.*, 2018). Pese a ser un método eficiente, se requiere que las plántulas tengan un estado fenológico avanzado para evitar daños y puedan crecer en las nuevas condiciones ambientales, al igual que logren tener una ventaja competitiva sobre las malas hierbas.

## CONCLUSIONES

- La siembra en seco favorece la aparición de *Echinochloa* spp.
- Una población de caracoles media alta es suficiente para controlar *Echinochloa* spp. aumenta número de espigas.
- Mas caracoles ayuda al control natural de las adventicias dejando el espacio libre.
- El tratamiento con saponinas en la siembra en inundación eliminó el caracol manzana, provocando un crecimiento alto en la población de *H. reniformis*.
- Retrasar la siembra en inundación, provoca la proliferación de quironómidos que eliminan completamente el cultivo del arroz.
- En Trasplante, una población alta de caracoles repercute en el total de tallos y por consiguiente en el número de panículas.



**Figura 3** - Densidad de caracol-manzana en cada tratamiento (izquierda) y su efecto sobre el control de *H. reniformis* y el rendimiento del arroz (derecha) por método de control de malas hierbas: saponina (rojo), caracol propio (azul), caracol propio + reintroducción (amarillo) en el sistema de trasplante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrova Gonzáles, K. & Moreira Chiriap, J. (2022) - Effects of Pesticides on Aquatic Fauna: A Literature Review. ESPOCH Congresses: *The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, vol. 2, n. 5, p. 1282–1300.  
<https://doi.org/10.18502/epoch.v2i5.11733>
- Cuevas Medina, A. (2022) - *Semilleros para el trasplante mecanizado del arroz. Manejo de Sustratos y densidades de siembra-Engormix*. 7. [https://www.engormix.com/agricultura/cultivo-arroz/semilleros-trasplante-mecanizado-arroz\\_a50902/](https://www.engormix.com/agricultura/cultivo-arroz/semilleros-trasplante-mecanizado-arroz_a50902/)
- Franquet Bernis, J.M. (2018) - *El nuevo sistema de siembra en seco del arroz (Comunitat de Regants – Sindicat Agrícola de l'Ebre; 1st ed.*  
[http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-7160/Franquet\\_Bernis\\_Nuevosistema.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-7160/Franquet_Bernis_Nuevosistema.pdf)
- Garnica, I.; Lezáun, J.A.; Delgado, J. & Garnica, J. (2017) - El laboreo de verano para la gestión de malas hierbas en cereales de invierno. *In: XVI Congreso de La Sociedad Española de Malherbología*, Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agrarias, vol. 327, n. 1, p. 143–146.
- Genua Olmedo, A.; Temmerman, S.; Ibáñez, C. & Alcaraz, C. (2022) - Evaluating adaptation options to sea level rise and benefits to agriculture: The Ebro Delta showcase. *Science of The Total Environment*, vol. 806, n. 2, art. 150624. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150624>
- Linderhof, V.; Motovska, N.; Janssen, V.; Fongar, A. & Ekesa, B. (2020) - How Did Diets in Urban and Rural Uganda Develop Over Time? *In: Tropentag 2020 "Food and nutrition security and its resilience to global crises"*, vol. 9.
- Llenes, J.M.; Cónsola, S.; Montull, J.M. & Taberner, A. (2020) - Experience in the control of invasive weeds in Catalonia from the point of view of its management. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, vol. 116, n. 3, p. 256–275. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.015>
- Moreno Vega, A. (2020) - *Siembra y transplante de cultivos hortícolas y flor cortada*, UF0014.
- Osuna, M.D.; Vidotto, F.; Fischer, A.J.; Bayer, D.E.; De Prado, R. & Ferrero, A. (2002) - Cross-resistance to bispyribac-sodium and bensulfuron-methyl in *Echinochloa phyllopogon* and *Cyperus difformis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 73, n. 1, p. 9–17. [https://doi.org/10.1016/S0048-3575\(02\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0048-3575(02)00010-X)
- Osuna, M.D. (2021) - *Las resistencias agravan el control de malas hierbas en el cultivo del arroz*. Phytohemeroteca.
- Palma, A. (2022) - *Manejo integrado de control de malas hierbas para la producción de arroz ecológico en el Delta del Ebro*. Phytohemeroteca.
- Taberner, A. (2006) - *Control de malas hierbas del arroz*. (Dossier Técnico).  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_DT%5CDT\\_2006\\_12\\_completa.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_DT%5CDT_2006_12_completa.pdf)
- Torra, J.; Montull, J.M.; Calha, I.M.; Osuna, M.D.; Portugal, J. & de Prado, R. (2022) - Current Status of Herbicide Resistance in the Iberian Peninsula: Future Trends and Challenges. *Agronomy*, vol. 12, n. 4, art. 929. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040929>
- Wen, C.-J.; Wang, H.-L.; Wang, M. & Liu, C.-L. (2018) - Design and simulation analysis of a transplanting mechanism for rice transplanter. *Journal of Physics: Conference Series*, vol.1087, n. 4, art. 042067.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1087/4/042067>