

Reducir las emisiones del cultivo del arroz

Visión general

El arroz es el [tercer cereal más cultivado](#) después del maíz y el trigo, y representa alrededor de [una quinta parte](#) del consumo mundial de calorías. Es un alimento básico vital para gran parte de la población mundial y tiene una importancia económica y cultural decisiva en muchos países en desarrollo, sobre todo en Asia. Sin embargo, el cultivo del arroz se enfrenta a retos como la disminución o el estancamiento de los rendimientos, y está asociado a una serie de impactos ambientales negativos, como la contaminación de los recursos naturales por el uso excesivo de agroquímicos, la pérdida de biodiversidad y las emisiones de metano (CH₄). El arroz es responsable de cerca del [1,5 %](#) de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) y [48 %](#) de las emisiones totales de GEI de las tierras de cultivo. El cultivo del arroz también consume aproximadamente un [40 %](#) de los recursos mundiales de agua dulce, y tiene una baja [eficiencia en el uso del agua](#) (es decir, la relación entre el rendimiento económico producido y la cantidad de agua utilizada).

Implantación de medidas concretas

La mejora de los sistemas de riego y drenaje que evitan las inundaciones continuas durante toda la temporada de cultivo puede [reducir las emisiones de metano](#) y otros impactos ambientales negativos generados por el cultivo del arroz. Las prácticas incluyen:

- Humectación y secado alternos ([AWD](#)), también puede denominarse «riego controlado» o «riego múltiple» en los periodos clave de crecimiento del cultivo del arroz, como la floración. Esto ayuda a controlar las malas hierbas y a garantizar que los cultivos de arroz tengan agua suficiente, al tiempo que reduce las emisiones de metano de los sistemas de arroz con cáscara, así como la absorción de arsénico por las plantas de arroz, que es muy poco saludable para el consumo humano.
- Drenaje de media estación, también llamado [una única extracción de agua a mitad de temporada](#) consiste en drenar entre 5 y 10 días durante la temporada de cultivo, lo que [genera beneficios de reducción de GEI](#).
- Siembra directa: siembra de arroz en suelo seco en lugar de en campos ya inundados, lo que reduce las emisiones de metano al disminuir la temporada de inundaciones en aproximadamente un mes.
- Sistema de arroz aeróbico: cultivo de arroz en suelos bien drenados y no saturados. La producción puede ser inferior a la de otros métodos de cultivo de arroz, pero puede ser adecuada para climas más secos o con escasez de agua.
- El enfoque del sistema de Intensificación del Arroz ([SRI](#)) combina medidas de riego AWD con prácticas mejoradas de gestión del suelo, los nutrientes y las plantas para reducir las emisiones y aumentar los rendimientos. Las prácticas SRI deben adaptarse a las condiciones locales y combinarse con una serie de enfoques agroecológicos,

como la Agricultura de Conservación (AC), pero siempre deben seguir estos principios clave:

- Establecimiento temprano de plantas jóvenes
- Baja densidad de plantas
- Aumento de la fertilidad del suelo: Añadir materia orgánica al suelo y practique el desherbado mecánico (manual o motorizado), en lugar del químico.
- Aplicar la cantidad mínima de agua necesaria: Aplicar técnicas de riego AWD.
- Entre las prácticas alternativas a la quema de arroz y paja que reducen las emisiones de GEI se incluyen:
 - [Utilización de paja de arroz y residuos](#): La paja y los residuos de arroz que suelen eliminarse de los arrozales mediante la quema pueden cosecharse y utilizarse para fabricar papel, sustituir productos de madera (p. ej., tableros de fibra de densidad media, MDF) o como biocarbón.
 - [Acolchado de residuos de paja de arroz](#) y retenerlos en el campo: Después de la cosecha, los residuos de los cultivos de arroz pueden cubrirse con mantillo y dejarse en el campo o incorporarse al suelo, antes de sembrar el siguiente cultivo (véase el ejemplo de la [Sembradora Feliz](#) un sistema de siembra directa sin labranza desarrollado en la India).
 - Utilizar genotipos de arroz diversos, antiguos y locales que produzcan más biomasa, que puede utilizarse como enmienda del suelo.
- Research options for climate-resilient adapted rice varieties.

Establecer medidas de gobernanza

- Promoción de organizaciones/cooperativas de agricultores inclusivas para el desarrollo local, enfoques impulsados por la comunidad y apoyo al desarrollo de capacidades.
- Promoción de servicios de alquiler de maquinaria agrícola para que los pequeños agricultores puedan acceder a servicios de maquinaria agrícola (p. ej., tractores, cosechadoras y trilladoras).
- Políticas para fomentar la adopción de tecnologías que ahorren insumos.
- Mejorar el acceso equitativo de los agricultores al crédito institucional y a la financiación para estabilizar sus ingresos. Experimentación y perfeccionamiento de mecanismos de financiación (p. ej., pago por servicios medioambientales).
- Inversión en I+D para desarrollar y apoyar las innovaciones tecnológicas en todas las fases de la cadena de valor del arroz.

- Programas de formación específicos para desarrollar la capacidad de los jóvenes de acceder y utilizar eficazmente las nuevas tecnologías y la información para la producción de arroz.
- Capacitación, educación y formación de los agricultores sobre los efectos nocivos de la quema de paja de arroz.
- Support the production of rice varieties adapted to local conditions and design systems to make quality seeds available to small farmers at affordable prices.
- Reorient subsidies to avoid excessive use of environmentally harmful inputs and support the use of quality organic inputs.
- Update government training programmes to incorporate innovative farming practices that produce rice with lower emissions.

Herramientas y sistemas MRV para hacer un seguimiento de los progresos

Calculadoras y rastreadores

Herramienta de balance de carbono EX-Ante de la FAO (EX-ACT)

La herramienta de balance de carbono EX-Ante de la FAO proporciona a los usuarios una forma coherente de estimar y seguir los resultados de las intervenciones agrícolas sobre las emisiones de GEI

Calculadora de gases de efecto invernadero del IRRI

La Calculadora de Gases de Efecto Invernadero SECTOR del IRRI para tierras de cultivo utiliza el enfoque de Nivel 2 del IPCC y requiere datos del usuario sobre la superficie de cultivo, el rendimiento y las prácticas de gestión.

Guías y manuales

Quiosco de información sobre la mitigación de GEI en el arroz del IRRI

El [Quiosco](#) de información sobre la mitigación de GEI en el arroz del Instituto Internacional de Investigación sobre el Arroz (IRRI) sirve de centro de información sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y las opciones de mitigación en los sistemas de producción de arroz.

SRI-2030

A través de la Sustainable Rice NDC Alliance, SRI-2030 ayuda a los gobiernos a aplicar medidas para reducir las emisiones y aumentar el rendimiento del cultivo del arroz.

Beneficios de la mitigación del cambio climático

- Los sistemas AWD y SRI pueden reducir las emisiones de metano entre un 35 y un 48% en comparación con los sistemas de cultivo convencionales.
- El sistema de arroz aeróbico puede reducir las emisiones de metano hasta un 70%.
- Se ha comprobado que los sistemas combinados, como la siembra en seco con AWD, reducen las emisiones hasta un 90% en comparación con los métodos de inundación del arroz.
- El SRI puede duplicar las tasas de secuestro de carbono.

Otros beneficios medioambientales

- Reducción de la contaminación atmosférica y beneficios para la salud pública al evitar la quema de residuos tras la cosecha.
- Reducción del consumo de energía y de las emisiones asociadas al menor bombeo de agua para riego.
- La reducción del cambio de uso de la tierra y de las emisiones asociadas a las prácticas de intensificación sostenible (por ejemplo, SRI) que mantienen o aumentan el rendimiento del arroz evitan una mayor conversión de zonas naturales en tierras agrícolas.

Beneficios de la adaptación

- Beneficios para los medios de subsistencia y alivio de la pobreza de los agricultores gracias a la reducción de los costes de los insumos agrícolas (por ejemplo, menor uso de fertilizantes mediante el acolchado de residuos y la reducción del agua) y al aumento de la productividad.
- Aumento del rendimiento de los cultivos: Prácticas como el AWD pueden mantener el rendimiento de los cultivos si se realizan correctamente, y el SRI puede aumentar significativamente el rendimiento. Un meta-análisis reciente descubrió que el SRI aumentaba el rendimiento una media del 56% en comparación con las prácticas de cultivo convencionales.
- Ahorro de agua: La reducción del uso de agua permite el suministro de agua dulce para otros usos y/o servicios ecosistémicos aguas abajo.
- Potencial para aumentar la igualdad de género: Las mujeres aportan gran parte de la mano de obra en las zonas productoras de arroz y, como tales, pueden obtener más beneficios de las técnicas mejoradas de cultivo de arroz que reducen la intensidad de mano de obra. Esto, a su vez, puede suponer un ahorro de tiempo y energía para las mujeres que tienen otras responsabilidades domésticas o de cuidado de niños.

Otros beneficios del desarrollo sostenible

- La mejora de los sistemas de riego y drenaje en el cultivo del arroz puede contribuir a nueve ODS diferentes, según [RICE](#) una colaboración entre el Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI), el Centro Africano del Arroz (AfricaRice) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT):
 - ODS 1 (Fin de la pobreza)
 - ODS 2 (Hambre cero)
 - ODS 5 (Igualdad de género)
 - ODS 6 (Agua limpia y saneamiento)
 - ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico)
 - ODS 12 (Producción y consumo responsables)
 - ODS 13 (Acción por el clima): Reducción de las emisiones de GEI mediante el cultivo de arroz.
 - ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres)

Retos de implantación y posibles externalidades y compensaciones

- Aunque los métodos de cultivo de arroz AWD y aeróbico [han demostrado tener mayores rendimientos](#), en algunas partes del mundo no se han adoptado de forma generalizada debido al [riesgo de reducción del rendimiento](#)- en comparación con los métodos convencionales, si las prácticas no se aplican de forma óptima.
- El SRI exige a los agricultores un mayor nivel de conocimientos y aptitudes, sobre todo en relación con el trasplante, la gestión del agua y la gestión de los nutrientes. Esto puede suponer un obstáculo para algunos agricultores.
- Las prácticas de ahorro de agua, como el AWD y la siembra directa, pueden aumentar el riesgo de infestaciones de malas hierbas, ya que las plantas de arroz son inicialmente más pequeñas y las malas hierbas pueden competir más fácilmente por los recursos. Esto puede requerir mayores necesidades de inversión adicional a nivel de explotación para el control químico, mecánico o biológico de las malas hierbas.
- Una germinación deficiente de las semillas y una población vegetal subóptima pueden causar bajos rendimientos en la siembra directa.
- El drenaje tiene el efecto no deseado de aumentar las emisiones de óxido nitroso (N₂O), pero esto siempre se ve compensado por la reducción de las emisiones de metano.

Medidas para abordar posibles externalidades y

compensaciones

- Para evitar reducciones de rendimiento en sistemas AWD es importante regar continuamente los cultivos durante y después del inicio de la fase reproductiva del cultivo (es decir, desde la floración hasta el llenado del grano), cuando es más sensible a la escasez de agua.
- Es posible que los agricultores tengan que aumentar las medidas de control de las malas hierbas en el cultivo aeróbico del arroz, como los herbicidas o el deshierbe manual, para mantener el rendimiento. Sin embargo, con una correcta aplicación de las técnicas AWD, los aumentos de estos métodos deberían seguir siendo mínimos.
- Deberían implantarse o reforzarse los servicios de formación y extensión para apoyar a los agricultores.
- [Integrar prácticas integradas de gestión de plagas](#) junto con las variedades resistentes a las plagas y un uso juicioso de los plaguicidas, pueden reducir el uso de plaguicidas y las pérdidas globales debidas a las plagas.
- El uso excesivo de fertilizantes químicos puede evitarse aplicando la gestión integrada de nutrientes.
 - La integración de cultivos de cobertura de leguminosas entre los cultivos principales puede contribuir a mejorar la salud del suelo.
 - Compostar los residuos de los cultivos en lugar de quemarlos puede ayudar a reducir los costes de los insumos externos y mejorar la salud del suelo.
- La pérdida de nutrientes y las emisiones de óxido nitroso pueden reducirse aplicando una gestión de nutrientes específica para cada lugar y estación.

Costes de implementación

Estas prácticas pueden reducir el coste del cultivo del arroz y aumentar los ingresos de los agricultores. Sin embargo, el coste de aplicación varía según el país, el contexto local y puede depender de la existencia de regadío u otra tecnología agrícola.

- En un análisis de 2019 sobre la aplicación del SRI en Malasia, los investigadores descubrieron que las técnicas del SRI tenían importantes beneficios financieros y de seguridad alimentaria gracias al aumento de los beneficios y del rendimiento del arroz para los agricultores. El SRI reduce costes al optimizar el uso de insumos como semillas, fertilizantes sintéticos y agua, lo que en última instancia redundaba en mayores beneficios para los agricultores.
- En un análisis, el método AWD, el SRI modificado y el arroz de siembra directa aumentaron el rendimiento en 960 kg/ha, 930 kg/ha y 770 kg/ha, respectivamente, lo que incrementó los ingresos de los agricultores y redujo el coste del cultivo hasta en 169 USD/ha.

- El Instituto Internacional de Investigación del Arroz aconseja que, si el objetivo es calcular la mayor relación impacto/ coste de mitigación para alcanzar un objetivo de NDC, es necesario incluir un análisis de la inversión del proyecto que incluya los costes de implementación para el desarrollo de infraestructuras, el desarrollo de capacidades (es decir, la formación de los agricultores) y los gastos relacionados con la toma de mediciones de referencia, el seguimiento, la elaboración de informes y la verificación de las prácticas de los agricultores, así como la [reducción de emisiones resultante](#).

La intervención en la práctica

- En [Bohol, Filipinas](#) la Administración Nacional de Regadíos (NIA), con el apoyo del gobierno japonés, adoptó un enfoque proactivo para hacer frente a un suministro de agua en declive y poco fiable. Su solución pasaba por la construcción de una nueva presa. Para optimizar el uso del agua de riego de esta presa, la NIA implantó en 2006 un programa de riego AWD para el cultivo del arroz. El flujo fiable de agua, incluso en un sistema de aguas superficiales, ha permitido el éxito de la intervención del método AWD. Los agricultores han podido cultivar una superficie mayor con un aumento del 16 % de las tierras de regadío y, en algunas partes de la isla, han podido plantar dos cosechas de arroz cada año en lugar de una.
- En [Vietnam](#) con el apoyo de la FAO, el Departamento de Protección Vegetal (PPD) empezó a impartir formación sobre sistemas SRI en tres provincias en 2003. Los resultados mostraron que, por término medio, los agricultores que aplicaron sistemas SRI aumentaron sus ingresos en 200 USD por hectárea en comparación con los métodos convencionales de producción de arroz. El aumento de los ingresos se debe tanto al mayor rendimiento (500 kilos o más por hectárea) como al ahorro en la compra de insumos. En 2011, un millón de agricultores habían adoptado sistemas SRI. El PPD informó de que la adopción de sistemas SRI cubría el 16 % de las tierras arroceras del norte, y el 6 % de las tierras de cultivo de arroz del país en general.
- El proyecto LINKS en el norte de Nigeria, financiado por la FCDO, formó a más de 45.000 agricultores en prácticas de ISR. Como resultado, los rendimientos se duplicaron, el coste de producción se redujo un 26%, los beneficios de los agricultores aumentaron más de seis veces y las emisiones de GEI disminuyeron un 40%.
- El proyecto SRI-WAAPP ejecutado entre 2014 y 2016 en 13 CEDEAO formó a 50 048 agricultores (33% mujeres) en prácticas SRI tanto en sistemas de regadío (40%) como de secano en tierras bajas (60%). El rendimiento medio del arroz de regadío aumentó un 56 %, mientras que en los sistemas de secano de tierras bajas, el rendimiento medio del arroz de regadío aumentó un 86 %. En la actualidad, se está llevando a cabo una iniciativa de seguimiento en la misma zona bajo el nombre de proyecto RICOWAS.

Referencias

1. Carnevale Zampaolo, F., Kassam, A., Friedrich, T., Parr, A. and Uphoff, N. (2023). Compatibility between Conservation Agriculture and the System of Rice Intensification. *Agronomy*, 13(11), p. 2758.
DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13112758>

2. Dahlgreen, J.; Parr, A. (2023) Exploring the Impact of Alternate Wetting and Drying and the System of Rice Intensification on Greenhouse Gas Emissions: A Review of Rice Cultivation Practices. *Agronomy* 2024, 14, 378.
<https://doi.org/10.3390/agronomy14020378>
3. FAO. (2014). *A regional rice strategy for sustainable food security in Asia and the Pacific*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i3643e/i3643e.pdf>.
4. FAO. (2021). *Statistical Pocketbook*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/cb4478en/cb4478en.pdf>.
5. Farooq, M. S., Fatima, H., Rehman, O. U., Yousuf, M., Kalsoom, R., Fiaz, S., et al. (2023). Major challenges in widespread adaptation of aerobic rice system and potential opportunities for future sustainability. *South African Journal of Botany*, 159, 231–251.
6. IPCC. (n.d.). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Retrieved February 7, 2024, from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
7. Kurnik, J., & Devine, K. (n.d.). Innovation in Reducing Methane Emissions from the Food Sector: Side of rice, hold the methane. *World Wildlife Fund*. Retrieved February 7, 2024, from <https://www.worldwildlife.org/blogs/sustainability-works/posts/innovation-in-reducing-methane-emissions-from-the-food-sector-side-of-rice-hold-the-methane>
8. Lampayan, R. M., Rejesus, R. M., Singleton, G. R., & Bouman, B. A. M. (2015). Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. *Field Crops Research*, 170, 95–108.
9. Mallareddy, M., Thirumalaikumar, R., Balasubramanian, P., Naseeruddin, R., Nithya, N., Mariadoss, A., et al. (2023). Maximizing Water Use Efficiency in Rice Farming: A Comprehensive Review of Innovative Irrigation Management Technologies. *Water*, 15(10).
10. Nayar, V., Ravichandran, V. K., Barah, B. C., Uphoff, N. (2020) Sustainable SRI and rice production: Learnings from an irrigation management project in Tamil Nadu, *Economic and Political Weekly*, 55:2, 46-51.
11. Nelson, K. M., Bui, T. Y., & Sander, B. O. (2021). *Guide to supporting agricultural NDC implementation: GHG mitigation in rice production in Vietnam*. Retrieved from http://books.irri.org/NDC_support_Vietnam_March2021.pdf
12. Nikolaisen, M., Hillier, J., Smith, P., & Nayak, D. (2023). Modelling CH₄ emission from rice ecosystem: A comparison between existing empirical models. *Frontiers in Agronomy*, 4, 1058649.
13. OXFAM. (n.d.). *System of Rice Intensification in Vietnam: Doing more with less*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/bl992e/bl992e.pdf>.

14. Putting Alternate Wetting and Drying (AWD) on the map, globally and nationally. (2011). Retrieved February 7, 2024, from <https://ccafs.cgiar.org/outcomes/putting-alternate-wetting-and-drying-awd-map-globally-and-nationally>
15. Searchinger, T., & Adhya, T. K. (2014). Wetting and Drying: Reducing Greenhouse Gas Emissions and Saving Water from Rice Production. Retrieved February 7, 2024, from <https://www.wri.org/research/wetting-and-drying-reducing-greenhouse-gas-emissions-and-saving-water-rice-production>
16. Wang, X., Chang, X., Ma, L., Bai, J., Liang, M., & Yan, S. (2023). Global and regional trends in greenhouse gas emissions from rice production, trade, and consumption. *Environmental Impact Assessment Review*, 101, 107141.
17. Wassmann, R., Hosen, Y., & Sumfleth, K. (2009). Agriculture and Climate Change: An Agenda for Negotiation in Copenhagen. (3). Retrieved from <https://ebrary.ifpri.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/28232/filename/28233.pdf>
18. WWF. (2023). To feed the world, we need sustainable rice. Retrieved February 7, 2024, from <https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/winter-2023/articles/to-feed-the-world-we-need-sustainable-rice>
19. SRI-2030 – System of Rice Intensification (SRI): <https://www.sri-2030.org/what>