PROMEDRICE
PROTECTING MEDITERRANEAN RICE-BASED AGRO-ECOSYSTEMS

www.promedrice.org
https://x.com/PROMEDRICE

GUÍA

Guía para la Reducción del Aporte de Agua de Riego al Final del Ciclo (WIR) en Arroz Inundado (Marismas del Guadalquivir)

Autores: Concepción Mira Rodado[1], Annkathrin Patricia Rosenbaum[1], Joaquín Gutiérrez Evans[1], María Muñoz Villalón[1], Manuel López Tirado[1], Blanca Cuadrado-Alarcón[2], Helena Gómez-Macpherson[2], Sébastien Guéry[3], Fernando Pascual Bernardo[3].
Afiliaciones:
[1] TEPRO Consultores Agrícolas S.L., Sevilla, España
[2] Instituto de Agricultura Sostenible, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IAS-CSIC), Córdoba, España
[3] GIESA, Sevilla, España
Caso de estudio: CS3 – Marismas del Guadalquivir, España
Buena Práctica de Gestión: WIR – Reducción del aporte de agua de riego al final del ciclo

Introducción

El arroz en las Marismas del Guadalquivir se cultiva bajo inundación continua, con aporte de agua de riego durante la mayor parte del ciclo del cultivo. A medida que la planta avanza hacia la madurez, disminuye la demanda hídrica del cultivo y el aporte de riego suele reducirse progresivamente antes del corte final del riego. Estas reducciones de final de ciclo también pueden verse condicionadas por la disponibilidad de agua establecida a nivel de la Comunidad de Regantes.

La Reducción del Aporte de Agua de Riego al Final del Ciclo (WIR) consiste en aplicar una reducción adicional y controlada del caudal de entrada de riego a nivel de parcela una vez que el cultivo ha superado las fases reproductivas más sensibles al estrés hídrico y salino y ha entrado en la fase final de llenado de grano. El riego no se interrumpe: la parcela permanece inundada y la entrada y la salida se gestionan de forma que se mantenga la lámina de agua y se controle la posible acumulación de sales.

El objetivo de la WIR es reducir la cantidad de agua de riego aportada durante la parte final del ciclo del cultivo, cuando disminuye la demanda hídrica y aumenta la tolerancia a la salinidad. El desarrollo del cultivo varía según la variedad y las condiciones de la campaña. Por ello, la decisión de iniciar la WIR debe basarse en la observación directa de la fenología del cultivo en campo, considerando su aplicación una vez que el cultivo ha alcanzado el estado de grano pastoso.

Esta guía explica cuándo puede considerarse la WIR, cómo aplicar la reducción, qué debe monitorizarse y cuándo debe ajustarse o revertirse la reducción, tomando como base la demostración PROMEDRICE realizada en las Marismas del Guadalquivir.

Metodología

Descripción de la estrategia WIR

La WIR es una reducción adicional del caudal de entrada de riego a nivel de parcela aplicada durante la parte final del ciclo del arroz. Se implementa una vez que el cultivo ha superado las fases reproductivas de mayor sensibilidad al estrés hídrico y salino y ha entrado en una fase posterior de llenado de grano adecuada para reducir el aporte de riego.

El momento de aplicación de la WIR debe determinarse a partir de la fenología observada directamente en campo. El momento adecuado puede variar según la variedad, la fecha de siembra, la temperatura y las

Este proyecto forma parte del programa PRIMA, apoyado por la Unión Europea

PRIMA PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA

condiciones de desarrollo de la campaña. Como criterio práctico, su aplicación debe considerarse una vez que el cultivo ha alcanzado el estado de grano pastoso.

La WIR no consiste en adelantar el corte del riego. El agua sigue entrando en la parcela y se mantiene la inundación hasta el corte final de riego habitual. La intervención consiste en aportar menos agua que bajo el régimen de riego existente, gestionando la entrada y la salida para que la parcela permanezca inundada y la salinidad se mantenga bajo control.

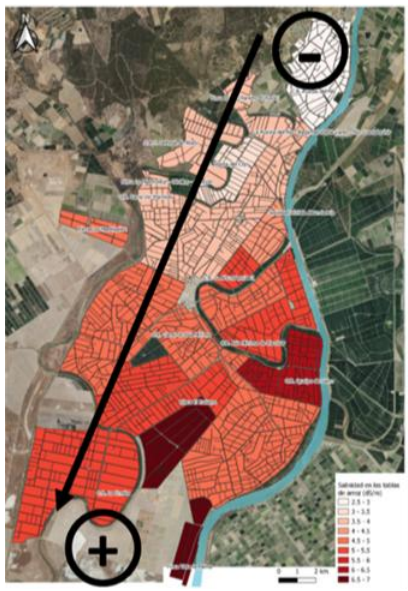
La magnitud de la reducción no se define como un porcentaje fijo. Debe adaptarse al caudal de riego que ya llega a la parcela, al desarrollo del cultivo, a la demanda hídrica prevista, al nivel de agua, a la salinidad y al comportamiento hidráulico de la parcela (Tabla 1). Después de cada reducción, deben comprobarse las condiciones de la parcela y, en función de la respuesta observada, mantener, reducir más o aumentar el caudal de entrada.

Por tanto, la WIR sigue un principio sencillo de manejo: **Reducir → Observar → Ajustar**

Table 1. Características principales de la estrategia WIR

Pregunta	Regla práctica de la WIR
¿Cuándo?	Después de las fases reproductivas más sensibles, a partir del estado de grano pastoso
¿Qué?	Aplicar una reducción adicional del caudal de entrada de riego a nivel de parcela
¿Se interrumpe el riego?	No. Se mantiene la inundación continua
¿Cuánto?	Ajustar según la respuesta de la parcela y el seguimiento.
¿Qué debe mantenerse?	Cobertura de agua en toda la parcela, ausencia de estrés visible del cultivo y salinidad controlada
¿Hasta cuándo?	Hasta el corte final de riego convencional, salvo que las condiciones de la parcela obliguen a revertir la reducción

Contexto de la dotación de agua en las Marismas del Guadalquivir



En las Marismas del Guadalquivir, y especialmente en la margen derecha del río, la salinidad constituye una limitación importante para la productividad del arroz. Este riesgo se acentúa aguas abajo debido al gradiente de salinidad que afecta al agua de riego.

En condiciones de disponibilidad limitada de agua, la gestión del riego debe priorizar el suministro durante las fases vegetativa y reproductiva, cuando el cultivo es más sensible a la salinidad y al estrés hídrico. La WIR pretende contribuir a este enfoque permitiendo reducir los aportes de riego más adelante en la campaña, una vez que el cultivo ha entrado en una fase de llenado de grano menos sensible.

Dado que el agua de riego se gestiona y distribuye a escala de zona regable, el momento y la magnitud del suministro no pueden definirse únicamente a nivel de parcela individual. Por tanto, la WIR debe planificarse en coordinación con la Comunidad de Regantes, teniendo en cuenta la dotación y el caudal realmente disponibles para la explotación.

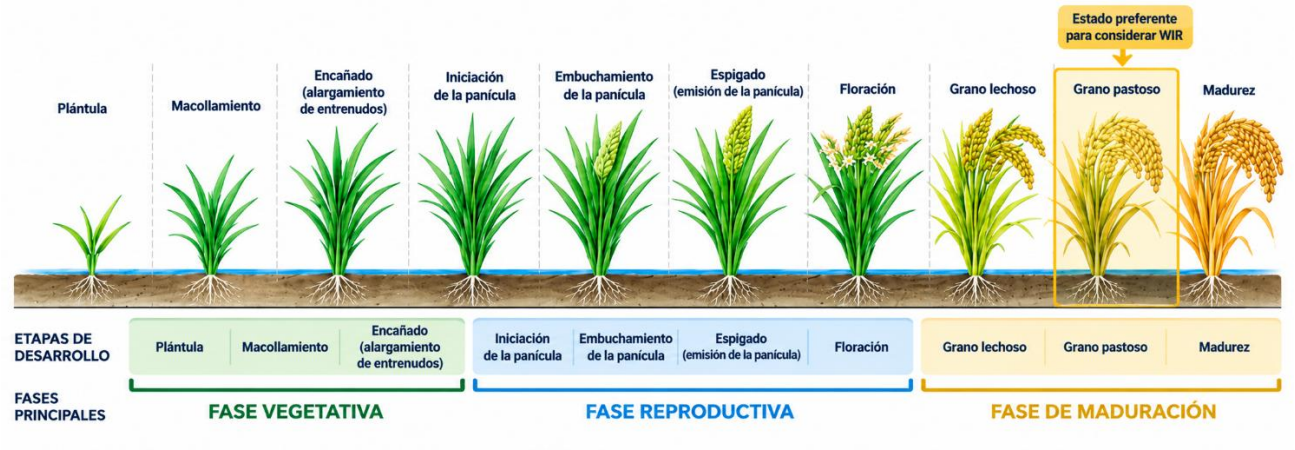
GUÍA

Cómo implementar la WIR – 5 pasos prácticos

La WIR modifica únicamente la estrategia de gestión del agua al final del ciclo. El establecimiento del cultivo, la fertilización, la protección fitosanitaria y la cosecha siguen las prácticas habituales.

Paso 1. Confirmar que el cultivo ha alcanzado el estado adecuado

Confirme que el cultivo ha superado las fases reproductivas más sensibles. La WIR debe considerarse a partir del estado de grano pastoso. La decisión debe basarse en el estado fenológico real observado en campo, teniendo en cuenta la variedad y las condiciones de desarrollo de la campaña.



Compruebe varias panículas representativas de distintas zonas de la parcela. Como el desarrollo del grano no es completamente uniforme, inspeccione espiguillas de las partes superior, media e inferior de varias panículas.

Compruebe la consistencia interna del grano:

- **Estado lechoso:** al presionar el grano, libera un líquido opaco y lechoso. **La WIR todavía no debe iniciarse.**
- **Estado pastoso blando:** el contenido del grano se ha espesado hasta adquirir una consistencia blanda y pastosa, y el grano aún puede presionarse o marcarse. **Este es el estado preferente para considerar el inicio de la WIR.**
- **Estado pastoso duro:** el grano está firme y resulta cada vez más difícil de marcar. La WIR aún puede aplicarse, siempre que las condiciones de agua y salinidad de la parcela sean adecuadas.



No se base únicamente en el color de la panícula o de las hojas. El llenado de grano no es uniforme dentro del cultivo, por lo que la decisión debe basarse en la inspección del grano de varias plantas representativas.

Este proyecto forma parte del programa PRIMA, apoyado por la Unión Europea

PRIMA PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA

GUÍA

Paso 2. Comprobar que las condiciones de la parcela y del agua permiten una reducción adicional

Antes de reducir el caudal de entrada de riego, compruebe que la parcela y las condiciones actuales de gestión del agua pueden soportar una reducción adicional.

Confirme que:

- La inundación es uniforme en toda la parcela. La parcela permanece continuamente inundada, sin zonas de suelo expuesto ni áreas de secado rápido.
- La entrada y la salida pueden ajustarse para mantener la lámina de agua después de la reducción.
- La salinidad está bajo control. Cuando exista riesgo de salinidad, compruebe la CE antes de aplicar la reducción y utilícela como referencia para el seguimiento posterior.
- Las condiciones meteorológicas son adecuadas. Evite aplicar una reducción adicional importante inmediatamente antes de periodos de altas temperaturas o viento fuerte, que pueden acelerar el descenso del nivel de agua en la parcela.
- **Se conoce el aporte actual de riego. Tenga en cuenta cualquier reducción ya aplicada por la Comunidad de Regantes. La WIR parte del caudal real que llega a la parcela en ese momento y consiste en una reducción adicional a nivel de parcela.**

Paso 3. Aplicar la reducción adicional del caudal de entrada

Una vez que el estado del cultivo y las condiciones de la parcela sean adecuados, aplique una reducción adicional del caudal de entrada de riego a nivel de parcela.

La reducción debe aplicarse de forma progresiva, en lugar de interrumpir bruscamente el riego.

- Reduzca gradualmente el caudal de entrada.
- Mantenga el riego en funcionamiento. La WIR no es un corte anticipado del riego.
- Ajuste al mismo tiempo la salida, si es necesario, para que la parcela permanezca inundada y el nivel de agua no descienda demasiado rápido.
- Realice un ajuste cada vez y observe la respuesta de la parcela antes de decidir si es posible aplicar una reducción adicional.

La magnitud de la reducción no debe definirse como un porcentaje fijo. Depende del caudal que ya llega a la parcela, de la hidráulica de la parcela, de la salinidad, de la meteorología y de las condiciones del cultivo.

Paso 4. Comprobar la respuesta de la parcela

Después de reducir el caudal de entrada, compruebe cómo responde la parcela antes de realizar cualquier ajuste adicional.

Céntrese en las condiciones que determinan directamente si puede mantenerse la reducción:

- Cobertura de agua: confirme que la parcela permanece inundada y que no aparecen zonas de suelo expuesto ni áreas de secado rápido.
- Estado del cultivo: compruebe si existen signos visibles de estrés hídrico.
- Salinidad: cuando exista riesgo de salinidad, monitorice la CE y preste atención a cualquier tendencia clara al alza después de la reducción.

Este proyecto forma parte del programa PRIMA, apoyado por la Unión Europea

PRIMA
PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA

GUÍA

- Nivel de agua: confirme que la lámina de agua de la parcela no está descendiendo.
- Meteorología: aumente la vigilancia durante periodos calurosos o ventosos, cuando las pérdidas de agua pueden aumentar.

El seguimiento debe ser más estrecho durante los primeros días después de cada ajuste. Si las condiciones de la parcela permanecen estables, puede mantenerse el caudal de entrada reducido.

Paso 5. Mantener, reducir más o revertir el ajuste



Beneficios potenciales de aplicar la WIR

Cuando las condiciones del cultivo y de la parcela lo permiten, la WIR puede mejorar la gestión del riego al final del ciclo reduciendo la cantidad de agua aportada cuando disminuye la demanda hídrica del cultivo.

Los principales beneficios potenciales son:

- **Uso más eficiente del agua de riego disponible.** Reducir el aporte de agua durante las fases finales de llenado de grano y maduración, menos sensibles, puede ayudar a priorizar el agua disponible para las fases vegetativa y reproductiva, cuando el cultivo es más vulnerable al estrés hídrico y salino.
- **Menores aportes de riego al final del ciclo.** La WIR puede reducir el volumen de agua de riego aportada antes del corte final de riego convencional, siempre que se mantengan la inundación continua y el control de la salinidad.
- **Mayor flexibilidad cuando la disponibilidad de agua es limitada.** La estrategia proporciona una opción adicional de manejo cuando las dotaciones de riego están restringidas o cuando la disponibilidad de agua debe distribuirse con mayor cuidado a lo largo de la campaña.

Este proyecto forma parte del programa PRIMA, apoyado por la Unión Europea
PRIMA PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA

GUÍA

Recomendaciones y limitaciones principales

La WIR no es una prescripción fija de riego. Su idoneidad y la magnitud de la reducción dependen de la variedad y del estado del cultivo, de la hidráulica de la parcela, de la meteorología, de la salinidad y del suministro de riego disponible a nivel de explotación y de Comunidad de Regantes.

Se requiere especial precaución al aplicar la WIR en años de sequía, periodos con dotaciones de agua restringidas o situaciones con un riesgo elevado de salinidad.

Conclusiones / Mensaje clave

La WIR es una estrategia de gestión del riego al final del ciclo cuyo objetivo es reducir el agua de riego aportada una vez que el cultivo de arroz ha superado sus fases reproductivas más sensibles y ha alcanzado el estado de grano pastoso.

La práctica no consiste en adelantar el corte del riego. El caudal de entrada de riego se reduce progresivamente mientras se mantiene la inundación de la parcela y se controla la salinidad. La reducción adecuada no puede definirse como un porcentaje fijo: debe ajustarse según el desarrollo del cultivo, las condiciones hídricas de la parcela, la salinidad, la meteorología, la hidráulica de la parcela y el suministro de agua disponible por parte de la Comunidad de Regantes.

La WIR puede contribuir a una asignación estacional más eficiente del agua de riego al permitir priorizar una mayor parte del suministro disponible durante las fases vegetativa y reproductiva, cuando el cultivo es más sensible al estrés hídrico y salino, y reducir los aportes posteriormente, cuando disminuye la demanda hídrica del cultivo.

La demostración PROMEDRICE confirmó que podía implementarse una reducción adicional a nivel de parcela sobre las reducciones ya aplicadas a nivel de la Comunidad de Regantes; no obstante, ello requerirá precaución.

La demostración de 2025 se llevó a cabo en condiciones relativamente favorables de disponibilidad y salinidad del agua de riego. Por tanto, la WIR debe considerarse dependiente del contexto. En años de sequía, bajo restricciones de riego o cuando la presión de salinidad sea mayor, tanto la viabilidad como la magnitud de cualquier reducción adicional pueden ser diferentes.

Este proyecto forma parte del programa PRIMA, apoyado por la Unión Europea

PRIMA
PARTNERSHIP FOR RESEARCH AND INNOVATION IN THE MEDITERRANEAN AREA