



Gestor inteligente de riego

**Optimice la toma de decisiones  
en el manejo del riego**

## GESIR - OPTIMIZANDO EL USO DEL AGUA EN LA AGRICULTURA: innovaciones en la gestión del riego y monitoreo hídrico del suelo

Ing. Agr. PhD Claudio García<sup>1</sup>, Téc. en Lech. Marcelo Rodríguez<sup>2</sup>, Lic. Schubert Fernández<sup>3</sup>, Ing. Sist. Kyana Campos<sup>3</sup>, Ing. Agr. MSc. Alvaro Otero<sup>1</sup>, Lic. Alvaro De León<sup>3</sup>, Ing. Agr. PhD María Cristina Capurro<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Verónica Ciganda<sup>4</sup>, Ing. Agr. PhD Francisco Montoya<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA  
<sup>2</sup>Unidad de Agroclima y Sistemas de Información - INIA  
<sup>3</sup>Unidad de Tecnologías de la Información - INIA  
<sup>4</sup>Coordinadora Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA  
<sup>5</sup>Universidad de Castilla La Mancha, España

En 2018, a través de un trabajo colaborativo entre investigadores de riego, técnicos en informática y programadores, INIA puso a disposición la herramienta web GESIR (Gestor Inteligente del Riego), que permite modelar el contenido de agua en el suelo de operaciones de riego con las particularidades de cada sitio. Este artículo describe los principales atributos y el alcance de esta herramienta de acceso libre y gratuito, a partir de la experiencia acumulada durante más de cinco años.

En los sistemas agropecuarios hay una relación directa entre la transpiración de un cultivo o pastura y su productividad, en donde la demanda atmosférica y el contenido de agua del suelo son la fuerza motriz de este proceso, enmarcado en un ambiente sin restricciones nutricionales o sanitarias. Por lo tanto, conocer el contenido de agua del suelo es sumamente útil para entender el comportamiento de un cultivo o pastura en un ciclo específico y, en consecuencia, lograr rendimientos altos y sostenibles en el tiempo.

En condiciones de sequía o exceso de agua, es clara la necesidad e importancia de disponer de esta información; sin embargo, también es necesario su conocimiento en situaciones climáticas medias. En condiciones de un cultivo o pastura bajo riego, el contenido de agua del suelo es uno de los parámetros más importantes para lograr el óptimo manejo del método de riego que se utilice, ya que no sólo hay que buscar la eficiencia de la fuente de agua y de la energía utilizada, sino también el retorno de la inversión.

Es una práctica frecuente y útil la evaluación del contenido de agua del suelo a través del uso del calador o muestreador de suelo, con el que el operario experimentado combina la evaluación del suelo por tacto a diferentes profundidades con un criterio preestablecido de cuándo regar. Este procedimiento tiene la ventaja de poder moverse por toda la extensión del área regada y brinda una visión más global de la eficacia de la aplicación.

Sin dejar de lado esta práctica eficaz de monitoreo, y procurando mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía y aumentar la productividad, vemos necesario afinar más la cuantificación del contenido de agua del suelo –ponerle números como habitualmente se dice–, e incorporar a la toma de decisiones la información climática referente a la demanda atmosférica (evapotranspiración) y la pluviometría.

Los modelos de balance hídrico del suelo son herramientas eficaces y eficientes para la estimación del contenido de agua en el suelo, de la transpiración de la planta, y la determinación de excesos y déficits hídricos para un determinado cultivo.

Estos balances pueden ser desde muy sencillos, contabilizando sólo la demanda atmosférica, la precipitación, el riego y la capacidad de almacenaje de agua del suelo; hasta modelos técnicos más ajustables a las condiciones propias de cada productor: método

En cultivo o pastura bajo riego, el contenido de agua del suelo es un parámetro clave para lograr el óptimo manejo del método de riego que se utilice.

de riego, tipo de suelo, pluviometría del sistema de riego, lámina a aplicar, características fenológicas del cultivo, etc.

Los modelos de balance hídrico de suelo más simples tienen un uso muy generalizado, suelen ser de libre acceso y gratuitos. A medida que los modelos se hacen más sofisticados el uso es restringido y tienen costos para el usuario.

INIA (investigadores de riego, técnicos en informática y programadores) puso a disposición en 2018 la herramienta web llamada GESIR (Gestor Inteligente del Riego), que permite modelar el contenido de agua en el suelo de operaciones de riego con las particularidades



Figura 1 - Principales atributos del GESIR.

The screenshot shows the GESIR web application interface. On the left, there is a registration form with fields for 'Usuario (e-mail):' and 'Contraseña:', an 'Ingresar' button, a link for 'Olvidó su contraseña?', and options for 'Nuevo usuario' and 'Registrarse'. The main content area displays the user profile for 'Rúben García Núñez' and a form to define an irrigation operation. The operation details include: 'Selección su operación de riego: Blanquillo Nacurutú', 'Latitud: -32.862114', 'Longitud: -55.517174', 'Tipo de cultivo: Festuca Salto', 'Tipo de suelo: 8.8', 'Superficie regada (ha): 37', 'Método de riego: Ala Lateral', and 'Explotación: Agrícola ganadera'. A map on the right shows the location of the operation in Blanquillo. The top navigation bar includes 'Operaciones', 'Suelos', 'Cultivos', 'Meteorología', and 'Balance hídrico'.

Figura 2 - Registro y definición de la operación.

de cada sitio operativo y es de acceso libre y gratuito para productores y técnicos.

Acceda a la herramienta  
y sus instructivos en la  
página de GESIR

Acceda **AQUÍ**

La modelación del contenido de agua tiene paso diario y permite evaluar no sólo la situación puntual que se está dando en una determinada operación, sino también realizar simulaciones mediante ajustes o cambios que permitan mejorar la estrategia de riego de cada usuario. También permite evaluar, además de la zafra

en curso, las zafras anteriores, posibilitando comparar los resultados de las diferentes estrategias de riego utilizadas en cada zafra. La versión actual de GESIR incorpora información de pronósticos meteorológicos para hoy y los próximos seis días obtenidos a partir de un modelo ajustado y validado para nuestra región: Modelo Eta del Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Además, utiliza datos de GSMaP (producto de la misión Global Precipitation Measurement -GPM- de JAXA Earth Observation Research Center), iMERGE (Integrated Multi-satellitE Retrievals for Global Precipitation Measurement -GPM- de NASA), e INIA-GRAS (Sistemas de información y transformación

The screenshot shows the 'Nueva operación' (New operation) form in the GESIR web application. The form includes fields for 'Nombre de la operación:' (Timote - Chacra 23), 'Selección el tipo de cultivo:' (Alfalfa Colonia), 'Selección el tipo de suelo:' (03.2), and a 'Superficie regada (ha):' slider set to 200. The 'Método de riego:' section has radio buttons for 'Pivot Central', 'Ala Pivovana', 'Ala Lateral', 'Góleros', 'Aspersores', 'Surcos', 'Fajas', and 'Otro'. A map on the right shows the operation location in a green-shaded area, with a tooltip for 'Información del Suelo Grupo CONEAT: 5.020'. The top navigation bar includes 'Nueva operación', 'Suelos', 'Cultivos', 'Meteorología', and 'Balance hídrico'.

Figura 3 - Operación de riego y selección del suelo (Grupo Coneat).

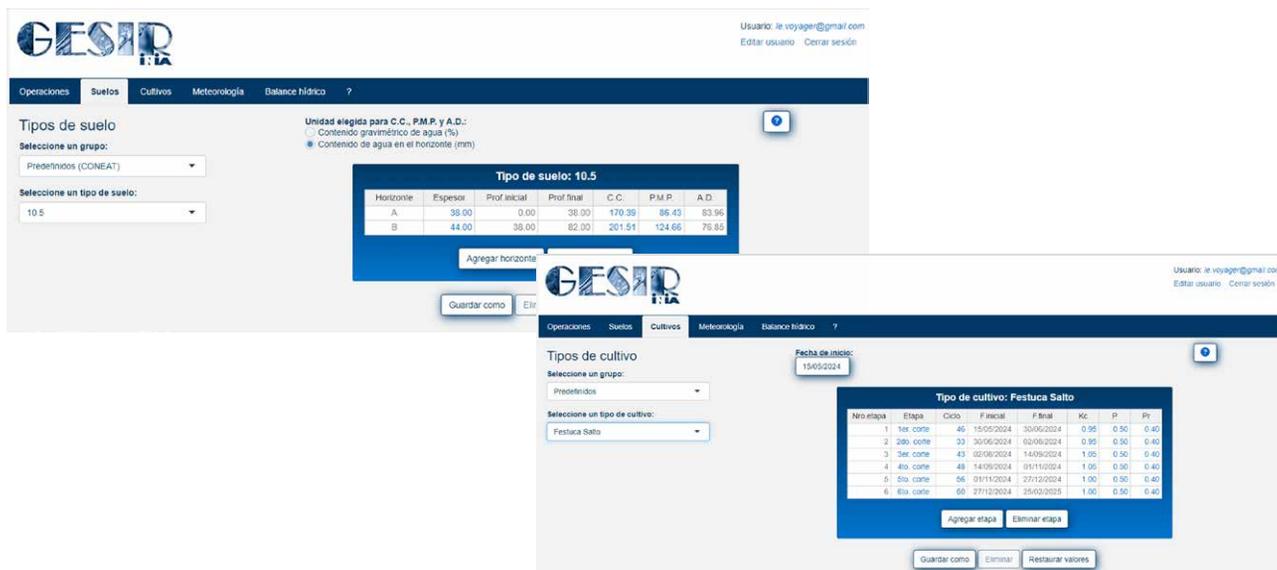


Figura 4 - Edición de valores del suelo o del cultivo. Valores propios del productor.

digital), para ofrecer valores de precipitación ocurrida más precisos que los que proveen los modelos de pronóstico en general.

## ¿CUÁLES SON LAS FORTALEZAS DE GESIR?

• Libre disponibilidad y accesibilidad: es una aplicación web que permite al usuario diseñar, evaluar y ajustar la estrategia de riego de su operación, adaptada a las características del cultivo y del suelo, al diseño del sistema, al manejo del riego preferido y a las condiciones climáticas.

• Amplio alcance: el GESIR tiene alcance para todo el territorio de Uruguay, en lo referente a la información del suelo y los pronósticos meteorológicos. Permite geolocalizar las operaciones de riego a partir de las coordenadas obtenidas de un dispositivo con GPS o utilizando directamente el mapa provisto por GESIR.

• Solidez y flexibilidad en el uso de datos meteorológicos: el módulo meteorológico permite incorporar datos propios del productor (p. ej.: precipitación registrada en un pluviómetro de su predio), así como usar los de la base de datos obtenida de las estaciones de INIA



Figura 5 - Datos meteorológicos durante el período del balance hídrico.

o del modelo de pronóstico meteorológico que provee GESIR. Además, permite incorporar una predicción de siete días (para hoy y los próximos seis días) en forma automática.

- Predicción para distintos cultivos: GESIR propone etapas y ciclos fenológicos para varios cultivos, que pueden ser modificados por cada usuario en función de sus preferencias, cultivo o variedad de la zona.

- Solidez y flexibilidad para ingreso de datos de suelo: GESIR provee los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente de los horizontes del suelo más representativo del grupo CONEAT del sitio elegido (Molfino *et al.*, 2001; Molfino, 2009). Por otra parte, si el usuario dispone de los datos del suelo de su predio, es posible incorporarlos para realizar el balance de agua. Esto le permite al usuario conocer el agua disponible para las plantas a la profundidad radicular elegida.

- Practicidad: es una herramienta fácil de usar, los resultados son rápidamente observables y se pueden conservar total o parcialmente. Los parámetros (clima, suelo, cultivo, equipo de riego, etc.) para los cálculos son totalmente modificables. Es una aplicación web desarrollada completamente por INIA que no requiere instalación ni descargas, es de uso libre y gratuito.

### ¿CUÁL ES LA LIMITANTE PRINCIPAL?

- La principal limitante surge del propio método de balance hídrico en el suelo. El modelo produce un resultado único para toda el área regada, que va a

GESIR provee los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente de los horizontes del suelo más representativo del grupo CONEAT del sitio elegido.

representar una situación promedio en función de los datos de suelo y manejo propuestos por el productor. No contempla la variabilidad espacial de las condiciones del cultivo bajo riego: topografía, escurrimiento, variaciones locales del suelo y del manejo del cultivo. Por ejemplo, bajo un pivot de 60 ha, muy posiblemente se encuentren dos o más tipos de suelos, con sus diferentes fases edafológicas, que pueden cambiar el almacenaje de agua y la infiltración, entre otros factores, como ser las prácticas culturales realizadas.

Las tecnologías de riego, como toda tecnología, requieren su etapa de aprendizaje a los efectos de lograr el máximo potencial productivo, económico y ambiental de la operación. En este proceso de aprendizaje, INIA pone a disposición de los técnicos asesores y productores una herramienta de libre acceso y gratuita para mejorar la toma de decisión sobre el manejo de la operación de riego. Una herramienta de fácil uso, que permite personalizar cada operación de riego, y provee un pronóstico meteorológico de siete días basado en un modelo adaptado y validado para nuestra región.

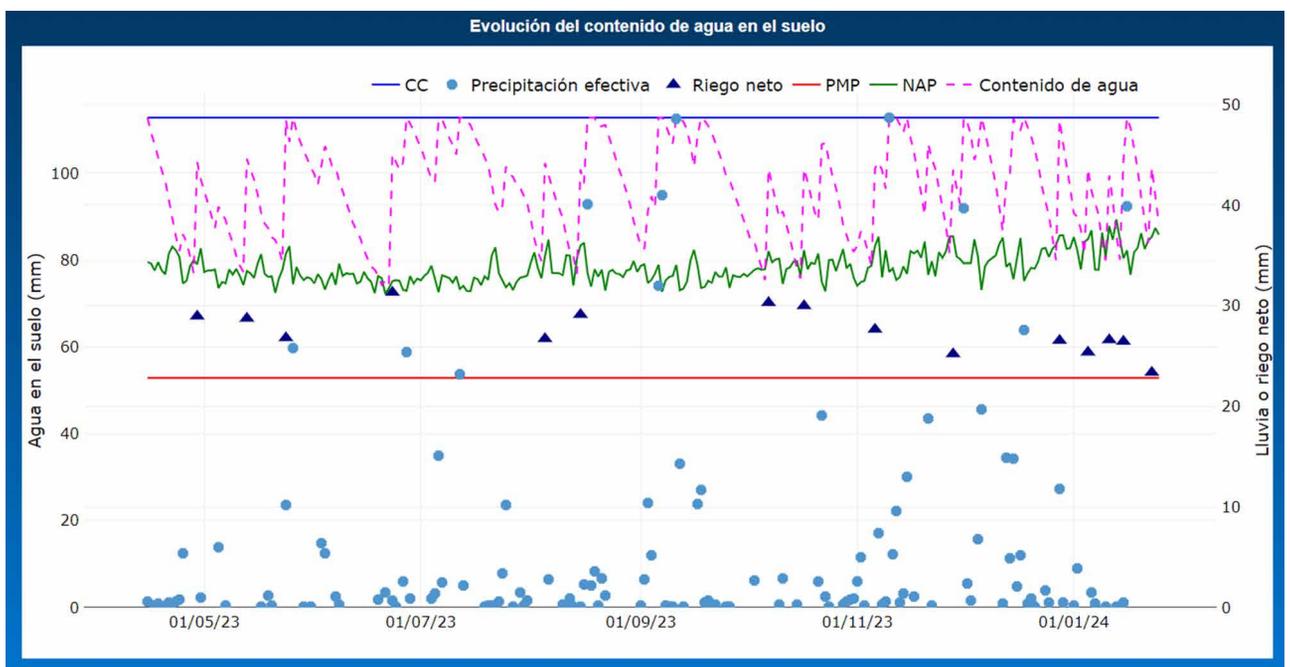


Figura 6 - Salida gráfica del balance de agua en el suelo, con las fechas recomendadas de riego. Modo automático.