



## Producto 12

### Creación de la "Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030" como comunidad de práctica y red de trabajo regional.

Proyecto Plataforma de gestión del agua en la agricultura 2030, ATN\_RF-17950-RG

Claudio Balbontín, Alfonso Calera, Jesús Garrido, Roberto Martínez, Ayelén Montenegro, Fernando González, Carlos Puertas, Liliana Ríos, Claudio García, Álvaro Otero, Claudia Bavestrello, Britt Wallberg.

2024





Códigos JEL: Q16

ISBN: ()

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Claudio Balbontín, Jesús Garrido, Roberto Martínez, Ayelén Montenegro, Fernando González, Carlos Puertas, Liliana Ríos, Claudio García, Álvaro Otero, Claudia Bavestrello, Britt Wallberg.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



# Tabla de Contenidos

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	5
<b>El proyecto PLAS-ALC. Objetivos</b> .....	6
<b>Clima, cultivos y suelos</b> .....	7
<b>Metodología e Innovación</b> .....	8
<b>Resultados</b> .....	9
<b>Red de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030</b> .....	11
Objetivos de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030 .....	12
Biografías de los participantes .....	13
<b>Consolidación de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030: Una Comunidad de Práctica y Red de Trabajo Regional</b> .....	23
<b>Legado y Recomendaciones</b> .....	24
<b>Referencias</b> .....	26

## Tabla de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Países e instituciones co-ejecutoras de la iniciativa.....	6
<b>Cuadro 2.</b> Entornos, climas, suelos y cultivos en el proyecto PLAS-ALC. ....	7
<b>Cuadro 3.</b> Profesionales e instituciones participantes.....	11



## Resumen

La Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030 ha sido desarrollada como una comunidad de práctica y red de trabajo regional conformada por investigadores, técnicos, agricultores y tomadores de decisiones. Esta iniciativa busca mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura mediante el intercambio de conocimientos, experiencias y tecnologías innovadoras. A lo largo del proyecto, se ha implementado una plataforma en línea que utiliza información satelital y modelos meteorológicos avanzados para estimar de manera precisa las demandas hídricas de los cultivos, contribuyendo significativamente a la gestión sostenible del recurso hídrico en distintas zonas agrícolas de América Latina.

La plataforma facilita la colaboración entre sus miembros a través de medios virtuales, promoviendo la capacitación y la generación de recursos educativos y técnicos. Además, ha demostrado su utilidad en la planificación del riego en tiempo real, permitiendo la optimización del uso del agua a nivel de parcela y zona regable.

Se destaca también la sostenibilidad del proyecto más allá de su ejecución. La plataforma continuará operando, buscando nuevo financiamiento para expandir y mantener las actividades previstas en los distintos países participantes. Las actualizaciones sobre los avances, así como la difusión de eventos y resultados, se realizarán a través del sitio web de FONTAGRO, permitiendo a los usuarios mantenerse informados y acceder a nuevas tecnologías y prácticas eficientes.

---

*Palabras Clave: América Latina, Eficiencia uso de agua, agricultura, recurso agua, plataforma de Gestión del Agua en la agricultura 2030.*

---



## Abstract

The Water Management Platform in Agriculture 2030 has been developed as a community of practice and regional work network made up of researchers, technicians, farmers, and decision-makers. This initiative seeks to improve water-use efficiency in agriculture through the exchange of knowledge, experiences, and innovative technologies. Throughout the project, an online platform has been implemented that uses satellite information and advanced meteorological models to accurately estimate crop water demands, contributing significantly to the sustainable management of water resources in different agricultural areas of Latin America. The platform facilitates collaboration among its members through virtual means, promoting training and the generation of educational and technical resources. In addition, it has proven its usefulness in real-time irrigation planning, allowing for the optimization of water use at the plot and irrigation zone levels. The sustainability of the project beyond its execution is also highlighted. The platform will continue to operate, seeking new funding to expand and maintain the activities planned in the different participating countries. Updates on progress, as well as the dissemination of events and results, will be carried out through the FONTAGRO website, allowing users to stay informed and access new technologies and efficient practices.

---

*Keywords: Latin America, water management, agriculture, water resource, Water Management Platform in Agriculture 2030.*

---



## El proyecto PLAS-ALC. Objetivos

El proyecto ***Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia del uso del agua en la agricultura de ALC al 2030***, PLAS-ALC, financiado por FONTAGRO en su convocatoria 2020, ha sido ejecutado por las instituciones y entidades de Argentina, Chile, Colombia, España y Uruguay que se indican en el **Cuadro 1**.

En dicho proyecto se busca la modernización de herramientas tecnológicas capaces de contribuir a la mejora del uso de agua en la agricultura. Así, a lo largo del proyecto se ha demostrado que la integración de la información satelital proporcionada por los satélites gemelos Sentinel 2A y 2B (programa COPERNICUS, Comisión Europea), junto con información meteorológica local, produce información útil y precisa sobre la demanda de agua de los cultivos. Además, la implementación de la denominada **Plataforma Agraria Satelital en América Latina y Caribe PLAS-ALC**, desarrollada en cooperación con los usuarios, ha sido capaz de trasladar estos datos a manos del técnico, regante y/o gestor del agua para su uso de forma eficaz. El sistema PLAS-ALC es pues una herramienta que mejora de la eficiencia en el uso del agua de riego, tanto a escala de parcela como a escala de zona regable.

El primer objetivo del proyecto es la determinación de forma precisa de las necesidades de agua de riego a aplicar a los cultivos en tiempo real, a escala de parcela y a lo largo de su ciclo de su desarrollo.

El segundo objetivo es realizar la contabilidad del agua de riego a escala de zona regable. Consiste en la determinar de las necesidades de agua para las superficies en bajo riego durante una o más campañas de riego, para proporcionar información a los gestores del agua de las zonas regables y de cómo esta se reparte esta demanda en el tiempo.

**Cuadro 1.** Países e instituciones co-ejecutoras de la iniciativa.

País	Institución/Entidad	Profesionales/Responsables
Argentina	INTA Río Negro	Roberto Martínez, Ayelén Montenegro.
	INTA San Juan	Fernando González
	INTA Mendoza	Carlo Puertas, Daiana Mateo.
Argentina	DGI Irrigación Mendoza	Guillermo Cuneo, Julieta Ferrer, Rubén Villodas.
Chile	INIA Chile (coordinación)	Claudio Balbontín, Claudia Bavestrello, Britt Wallberg.
Colombia	AGROSAVIA	Liliana Ríos, Mauricio Martínez.
España	UCLM	Alfonso Calera, Jesús Garrido Rubio, José González, Joan Miquel Galve.
	AgriSat	Vicente Bodas.
Uruguay	INIA Uruguay	Claudio García, Alvaro Otero.

## Clima, cultivos y suelos

El proyecto PLAS-ALC se ha desarrollado en pilotos agrícolas con ambientes y climas muy diferentes, que van desde clima árido y semiárido en Argentina y Chile, tropical en Colombia y sub-tropical húmedo en Uruguay. Por esta condición, los cultivos sobre los que se han desarrollado los ensayos y validaciones son muy variados, y representativos de la diversidad de climas mencionados, como se indica en la **Cuadro 2**.

**Cuadro 2.** Entornos, climas, suelos y cultivos en el proyecto PLAS-ALC.

PAÍS	Zona	Clima y Precipitación (mm/año)	Zona Regable / Contabilidad del agua	Cultivos Ensayos
Argentina	Mendoza	Árido 250 mm	Tunuyán inferior, Mendoza	Vid
	San Juan	Árido 250 mm		Tomate
	Río Negro	Árido a semiárido 200 a 380 mm/año	Villa Regina e IDEVI (Alto Valle y Valle Inferior del río Negro) Río Negro	Maíz, alfalfa, Manzano, Pera
Chile	Valle del Elqui	Árido 50-80 mm	Valle del Elqui, Coquimbo	Vid, cítrico, hortaliza.
Uruguay	Arroyo del Tala	Subtropical húmedo 1300-1600 mm	Cuenca del Arroyo del Tala	Soja, arroz, maíz y pastura.
Colombia	Valle del Cauca	Tropical húmedo 1600 mm	Asorut, Valle del Cauca	Lima, papaya.



## Metodología e Innovación

Para estimar la demanda de agua de riego de los cultivos, tanto a escala de parcela como de zona regable, se ha implementado y evaluado la metodología denominada Kc-ETo FAO56 ASISTIDA POR SATÉLITE, que se apoya en el ampliamente aceptado Manual N°56 de FAO (Allen et al., 1998). La innovación conceptual es el uso del patrón temporal del Índice de Vegetación Satelital NDVI para describir la evolución de los valores del coeficiente de cultivo basal (Kcb). El NDVI se calcula a partir de las reflectancias registradas en las bandas multiespectrales de las imágenes adquiridas por los satélites gemelos Sentinel 2A y 2B, del programa COPERNICUS de la Comisión Europea. La resolución espacial de 10 m por 10 m de estas imágenes, junto a su resolución temporal de 3-5 días, permite el monitoreo de la cubierta vegetal con una frecuencia de revisita y detalle espacial no conocidas hasta el lanzamiento de la constelación Sentinel 2 en el año 2017.

La Evapotranspiración de Referencia (ETo), el otro pilar necesario para obtener las demandas de agua de los cultivos, se obtiene bien de estaciones meteorológicas o bien de mapas globales elaborados sobre modelos numéricos de predicción meteorológica, que se usan en ausencia de estaciones meteorológicas cercanas confiables.

La innovación tecnológica es la implementación de una PLATAforma Satelital “on line PLAS”, que, con tecnologías webGIS, permite a técnicos y usuarios consultar en forma simple, numérica y gráfica, las demandas de agua de los cultivos. Asimismo, permite seguir el desarrollo y crecimiento de la cubierta vegetal del cultivo de forma numérica a través de imágenes. Productos tales como composición RGB, índice NDVI y Kcb, derivados las imágenes satelitales adquiridas, así como los mapas de evapotranspiración de referencia, desde modelos numéricos, permiten este seguimiento.

Avances en las imágenes de satélite y en los mapas globales de ETo, integrados dentro de la plataforma webGIS PLAS ALC, permiten aplicar una metodología estándar en todas las zonas analizadas y a los diferentes cultivos para estimar el consumo hídrico.





## Resultados

El análisis y evaluación se ha realizado por investigadores y técnicos de los países co-ejecutores, en colaboración con agricultores y usuarios en cada una de las regiones.

### **A.- Objetivo determinar la demanda de agua de riego de los cultivos en tiempo real para estimar el agua a aplicar por el agricultor:**

1.- Se ha probado y demostrado la precisión, fiabilidad, robustez y usabilidad de la metodología para estimar el agua a aportar en los cultivos por el agricultor. Precisión significa que el error de esta metodología está por debajo del error en la aplicación del agua en los diferentes sistemas de riego utilizados por los agricultores. Fiabilidad se ha demostrado por la capacidad de la plataforma de capturar las características específicas del desarrollo del cultivo in situ, lo que perfecciona el uso de datos tabulados de Kc, que se ha visto que no se corresponden con el desarrollo real del cultivo en la parcela. Robustez es que la metodología ha mostrado un desempeño semejante en los diferentes cultivos evaluados. Usabilidad es un elemento esencial; significa que los datos que se utilizan están disponibles y son suministrados en tiempo real asegurando la operatividad de la metodología para el riego. Otro aspecto crucial de la operativa y su uso masivo es que se ha podido utilizar de forma sencilla e intuitiva por todos los grupos de técnicos e investigadores, así como por agricultores en colaboración con los técnicos.

2.- El caso de escasez de datos meteorológicos fiables para la determinación de la evapotranspiración de referencia, se ha solventado al utilizar mapas de ETo producidos desde modelos numéricos globales como NOAA-GFS y ECWMF. El problema de la disponibilidad de datos de ETo ha sido hasta ahora bastante crítico en muchas zonas y regiones con una red limitada de estaciones meteorológicas, limitadas tanto en su densidad como en su mantenimiento. En este proyecto se ha demostrado y validado el uso de los mapas de ETo frente a datos registrados en estaciones meteorológicas locales.

3.- Las series temporales de imágenes proporcionadas por los satélites Sentinel 2A y Sentinel 2B han mostrado una excelente capacidad de describir el desarrollo de los cultivos, de forma excelente en el caso del clima árido y semiárido; adecuada y suficiente en el entorno húmedo de Uruguay y limitada en el caso del clima tropical húmedo de Colombia, en el que en algunos casos la cobertura nubosa ha sido muy persistente. En todos los casos la resolución espacial ha sido adecuada y suficiente.

4.- La plataforma PLAS-ALC ha mostrado un buen desempeño para proveer los datos necesarios en todos los entornos trabajados, con la flexibilidad suficiente para adaptarse a las condiciones específicas de cada zona y cultivo. Por parte de los técnicos y miembros del grupo, se reporta el valor añadido para un mejor manejo agronómico al permitir visualizar la evolución del cultivo a lo largo de su desarrollo y su variabilidad espacial, para la detección de anomalías en el crecimiento, diferencias y/o problemas en tiempo real.

### **B.- Objetivo realizar la contabilidad del agua de riego a escala de zona regable con la determinación de las demandas de agua de riego para las superficies en regadío durante una o**



### **más campañas de riego.**

1.- El modelo de balance de agua en el suelo asistido por teledetección, ejecutado por el programa HidroMORE®, ha demostrado su capacidad de para producir mapas de las demandas de agua de riego sobre las superficies en regadío, lo que se conoce como Contabilidad del Agua de Riego asistida por Teledetección.

2.- La información generada a escala espacial de píxel y a una frecuencia diaria, permite su agregación espacial (parcela, asociación de regantes, cuenca) y temporal (mensual y/o anual) sobre las mismas escalas de trabajo que los gestores del agua de riego (públicos y privados) emplean en sus rutinas de trabajo y planificación.

3.- Por tanto, el conocimiento generado sobre diferentes zonas regables o cuencas piloto, proporciona al gestor del agua una información adecuada sobre las demandas de agua de riego de la zona regable, así como su distribución temporal a lo largo del año, lo que puede ser un instrumento útil para la adecuación de la oferta hídrica a la demanda de riego.

En relación con la Contabilidad del Agua de Riego asistida por Teledetección, y tras mantener reuniones bilaterales con los diferentes gestores del agua (públicos y privados), en todas ellas se expresó la buena aceptación de la metodología y resultados mostrados, indicando a posteriori un gran interés en que dicha información adquiriera consistencia temporal. Es decir, los propios gestores del agua expresaron su deseo de mantener en el tiempo la información espacial y temporalmente distribuida generada más allá del fin del proyecto.

## Red de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030.

La plataforma se consolidó durante el Simposio sobre Riego: Sensoramiento Remoto y Manejo Eficiente del Agua en los Sistemas Productivos Agrícolas (<https://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-la-estanzuela/Simposio-sobre-Riego-Sensoramiento-Remoto-y-Manejo-Eficiente-del-Agua-en-los-Sistemas-Productivos-Agrícolas>), gracias a las redes que se construyeron con los asistentes.

La plataforma de gestión del agua en la agricultura está compuesta por una red de investigadores, técnicos, tomadores de decisiones que buscan acercar la tecnología a los beneficiarios finales. En su conformación inicial se encuentran (**Cuadro 3**):

**Cuadro 3.** Profesionales e instituciones participantes.

Institución	País	Profesional
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	Chile	María Teresa Pino Claudio Balbontín Claudia Bavestrello
Instituto Desarrollo Regional Universidad Castilla de la Mancha (UCLM) IDR	España	Alfonso Calera Jesús Garrido José González
Water for Food Institute, Universidad de Nebraska.	Estados Unidos	Christopher Neale
Agrosavia	Colombia	Liliana Ríos
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)	Uruguay	Claudio García Álvaro Otero Guadalupe Tiscornia Ariel Lutenberg
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	Argentina	Fernando González (INTA San Juan) Roberto Martínez (INTA Río Negro) Ayelén Montenegro (INTA Río Negro) Carlos Puertas (INTA Mendoza).
Departamento General de Irrigación (DGI)	Argentina	Guillermo Cúneo Gustavo Satlari Julieta Ferrer Sergio Marinelli
Facultad de Agronomía UDELAR	Uruguay	Raquel Ayashi
Colorado State University	Estados Unidos	José Luis Chávez
INOVAGRI	Brasil	Silvio Lima

Las presentaciones realizadas en el simposio por los participantes se encuentran en: <https://youtube.com/playlist?list=PLf9-OIq8VjYOi4KoSoNvlk->



[pEQcfOI20E&si=qos6T5XSeLKVnU3e](https://pEQcfOI20E&si=qos6T5XSeLKVnU3e)

## Objetivos de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030

**Fomentar la colaboración:** Crear un espacio donde investigadores, agricultores, técnicos y otros actores relevantes puedan compartir experiencias, lecciones aprendidas y mejores prácticas en la gestión del agua agrícola.

**Impulsar la innovación:** Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías que mejoren la eficiencia del riego, la conservación del agua y la adaptación al cambio climático en la agricultura.

**Fortalecer capacidades:** Ofrecer capacitación y recursos educativos que permitan a los agricultores y profesionales del sector adquirir las habilidades necesarias para implementar prácticas de gestión del agua sostenibles.

**Apoyar la toma de decisiones:** Generar y difundir información relevante y actualizada que contribuya a la toma de decisiones informadas en materia de gestión del agua en la agricultura.

**Desarrollo de una plataforma en línea:** Establecer un grupo de actores relevantes que sirvan como punto de encuentro virtual para la comunidad, facilitando el acceso a recursos, herramientas y oportunidades de colaboración.

**Organización de eventos y talleres:** Realizar encuentros periódicos presenciales y virtuales que promuevan el intercambio de conocimientos y la creación de redes de contacto entre los miembros de la plataforma.

**Generación y difusión de contenidos:** Elaborar y compartir materiales informativos, estudios de caso, guías técnicas y otros recursos que apoyen la adopción de prácticas de gestión del agua sostenibles.

**Establecimiento de alianzas estratégicas:** Colaborar con instituciones académicas, organizaciones gubernamentales, empresas privadas y otros actores clave para potenciar el alcance y el impacto de la plataforma.

## Biografías de los participantes



### **Claudio Balbontín Nesvara**

Chileno, Ingeniero Agrónomo, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias Agrarias. Su experiencia laboral está referida a trabajos en instituciones de investigación agraria de Chile, México y España. La línea de investigación del Dr. Balbontín está centrada principalmente en la definición de las necesidades de riego de los cultivos, utilizando el marco conceptual de las relaciones hídricas en plantas y el uso de herramientas satelitales para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos en la agricultura. En la

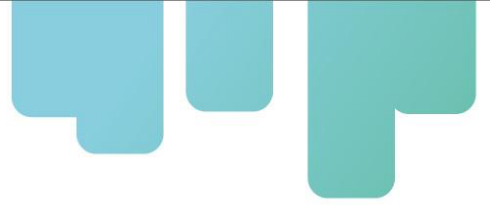
actualidad se desempeña como investigador en riego del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Chile (Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena), donde lidera el Laboratorio de Teledetección CAPRA y desarrolla proyectos de ciencia básica (CONICYT), proyectos regionales e internacionales, actividades de transferencia tecnológica, financiados con fondos públicos y privados.



### **Alfonso Calera Belmonte**

Director de la Sección de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Desarrollo Regional. Es Doctor en Ciencias Físicas, Profesor de Física en la ETS Agrónomos y Montes de la Universidad de Castilla-La Mancha. La línea maestra de investigación del Prof. Alfonso Calera es la Observación de la Tierra aplicada al seguimiento temporal de la cubierta vegetal, cultivos y vegetación natural. Desarrolla investigación básica para la

estimación de la transpiración de la cubierta vegetal y de la acumulación de biomasa mediante parámetros derivados de series temporales multisensor. Esta investigación se traslada a aplicaciones operativas en dos grandes áreas: (1) manejo agronómico diferencial de agua, nutrientes y estimación de cosecha, capturando la variabilidad intraparcelsaria, y (2) la realización de mapas de cultivos y balances de agua en grandes áreas utilizando dichas series de imágenes. En paralelo trabaja sobre el desarrollo de tecnologías webSIG que permiten la accesibilidad y análisis de la información espacio temporal a usuarios finales. Publica regularmente en revistas SCI, editor de varios libros, manuales y numerosas contribuciones a congresos.



### **Jesús Garrido Rubio**

es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid y actualmente trabaja en el Instituto de Desarrollo Regional de Albacete. Su labor investigadora ha crecido de la mano de proyectos orientados a contabilizar el agua de riego en diferentes escalas espaciales y temporales de gestión mediante un balance de agua en el suelo asistido por teledetección. Esta experiencia avaló recientemente su doctorado en Ciencias Agrarias y Ambientales por la Universidad de Castilla – La Mancha, además de impulsar la publicación de distintos artículos y su participación en congresos nacionales e internacionales.



### **Fernando González Aubone**

Es ingeniero agrónomo por la Universidad Nacional de Córdoba y máster en Economía Agrícola y Agronegocios por la Universidad de Purdue, en USA. De sus 30 años de experiencia profesional, además de Argentina, ha pasado 10 años en España y 2 años en Afganistán, participando en diversas áreas como Administración Agropecuaria y Cooperación al Desarrollo. Sin embargo, su principal actuación se ha centrado en el sector Riego y en los últimos años riego GIRH y los esquemas de Gobernanza del agua. Desde 2011 se desempeña como técnico investigador de INTA Argentina con base en la EEA San Juan, en el oeste árido del país. Desde allí, Fernando lidera y/o participa en varias iniciativas entre el INTA y otros organismos tanto públicos como privados, nacionales y extranjeros, vinculados a la gestión moderna del agua en agroecosistemas de regadío.



### **Roberto Simón Martínez**

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Nacional del Sur (1991), Magister en Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional del Sur y Doctor por el programa de Ciencias e Ingeniería Agrarias en la Universidad de Castilla-La Mancha. Es investigador en el INTA desde 2001. Su lugar de trabajo es la EEA INTA Valle Inferior del Río Negro dentro de un equipo de trabajo que tiene como objetivo aportar a la sostenibilidad del sistema agropecuario, donde los temas principales de experimentación y extensión son riego y manejo de cultivos anuales. Coordinó proyectos regionales en Patagonia Norte relacionados con suelos, riego y manejo de cultivos desde 2006 a 2012 y dentro del Programa Nacional Agua de INTA, desde 2012 a 2018 el integrador de los tres proyectos de riego, actualmente es

coordinador interino del Proyecto Estructural “Uso y gestión eficiente del agua en sistemas de regadío”. Docente universitario en Hidrología y Riego en la Universidad Nacional de Río Negro, donde fue director y codirector de distintos proyectos de investigación. Participación en trabajos de transferencia y extensión en su región de trabajo y en otras regiones del país y en trabajos de cooperación internacional.



### **Carlos Puertas**

Se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo en el año 2003. Cursó sus estudios de posgrado en la misma casa de estudios obteniendo el título de “Magister en Riego y Drenaje”. Trabaja en INTA desde el año 2003 como investigadora en fisiología y riego en frutales de carozo y olivo en la EEA Junín.



### **Claudio García**

es uruguayo, ingeniero agrónomo, graduado en la Universidad de la República (Uruguay), especialista en manejo del agua en sistemas de producción agropecuaria y sistemas y métodos de riego. Maestría y Doctorado de la Universidad Federal de Santa María (Brasil). Dedicado a la investigación desde 1990 en forma ininterrumpida en el INIA Las Brujas (Uruguay), participando y liderando proyectos nacionales e

internacionales. Cuenta con más de 70 publicaciones en revistas nacionales e internacionales tanto en revistas arbitradas como revistas de divulgación y difusión para técnicos y productores, todos relacionados a la temática de riego. Más de 50 presentaciones en reuniones, simposios, seminarios y congresos nacionales e internacionales. Autor de más de 10 capítulos en libros de la temática de riego. Realizó más de 40 tutorías y cotutorías de estudiantes de grado y posgrado, tanto a nivel nacional como internacional. Integra desde 2015 la comisión técnica de la Sección I de la CIGR (International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering) [www.cigr.org](http://www.cigr.org). Además, es integrante de la comisión directiva del GWP-Uruguay (Global Water Partnership) <https://www.gwp.org>.



### **Alvaro Otero**

Es uruguayo, Ing. Agrónomo, Master of Science de la UDELAR y postgrado Michigan State University. Actualmente es investigador principal en su sede INIA Salto Grande.





### **Liliana Rios**

Es Ingeniera Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, Magíster en Ingeniería Recursos-Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia y Doctora en Ciencias de la agricultura, mención en fisiología vegetal con énfasis en relaciones hídricas de los cultivos, desarrollado en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha trabajado en el área ambiental con proyectos de gestión ambiental en la Universidad Nacional del Colombia, la Corporación del Valle del Cauca (CVC, Cali Valle) y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Medellín, Antioquia). Desde el 2008 y hasta la actualidad se encuentra vinculada como investigadora a la Corporación colombiana de investigación agropecuaria –AGROSAVIA, formulando y desarrollando proyectos de investigación enfocadas a las relaciones hídricas de los cultivos frutales. En la actualidad tiene el rol de investigador principal delegado (IPD) en el macroproyecto de investigación para la especie piña. Participa, además, en la formación de profesionales y nuevos investigadores en el área de las relaciones hídricas y manejo de los recursos agua y suelo para una producción sostenible.



### **Claudia Bavestrello**

Es Ingeniera en Biotecnología de la Universidad de la Frontera, Doctora en Biología y Ecología Aplicada. Su línea de investigación tiene un campo de aplicabilidad extenso. El evidente cambio global que atravesamos, nos lleva a la obligación de plantearnos una serie de nuevos desafíos, como, por ejemplo, el de buscar opciones para generar mejoramiento genético adaptativo que pueda promover una productividad sostenible. Desde mi área profesional, y a partir de esta línea de investigación, busca generar más conocimientos útiles sobre las respuestas adaptativas que puedan generar diversas especies productivas ante situaciones de estrés abiótico, relacionando mecanismos fisiológicos y moleculares de los individuos, en pos de generar poblaciones y genotipos que puedan adaptarse de mejor manera a las condiciones de la región, aportando, de esta forma, a alcanzar soluciones a los problemas que nos aquejan actualmente.



### **María Teresa Pino.**

Dra. María Teresa Pino, Jefa Nacional del Área de Alimentos e Investigadora del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile. Recibió un doctorado en Biotecnología y fisiología vegetal en Horticultura en la Universidad Estatal de Oregon, en EE.UU., en 2006. Está trabajando para nuevos desafíos globales para la agricultura, incluyendo materias primas para ingredientes alimentarios y su adaptación al cambio climático. Coordinador y líder de investigación en más de 20 proyectos y subvenciones competitivas nacionales e internacionales, con sector privado. Ha sido autora o coautora de más de 100 publicaciones (ISI, científica, en trámite y extensión). Estas publicaciones se han citado en más de 550 revistas de ISI. Recibió un premio del IICA como mujeres líderes en ciencias agrícolas para América Latina en 2017. El Premio FONTAGRO a la Excelencia Científica 2014, como proyecto líder de investigación para una beca internacional en adaptación al cambio climático. Además, recibió el Premio al Estudiante de Posgrado Sobresaliente por el Departamento de Horticultura y Ciencias de los Cultivos. en Oregon State University USA en 2004. Orador invitado recientemente en la conferencia AGTECH en SILICON VALLEY FORUM California, USA (2017), en el Taller APEC sobre mayor cooperación en innovación científica y tecnológica para un mayor valor agregado en la cadena de producción de alimentos, Beijing China (2018), en AGROTECH 2019 ENLACE PÚBLICO-PRIVADO PARA LA ATENCIÓN DE MERCADOS NICHOS, (BID), entre otros.



### **Sergio Lima**

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Federal de Ceará – UFC y Magíster en Riego y Drenaje también por la UFC. Tiene un Doctorado en Ciencias, área de concentración en Riego y Drenaje por la ESALQ/USP con una pasantía sándwich en Córdoba – España en el Instituto de Agricultura Sostenible (IAS/CSIC). Postdoctorado por la Universidad de California, Davis (EE.UU.) en gestión de recursos hídricos en zonas de regadío.

Fue profesor del Curso de Tecnología de Riego en el Instituto CENTEC de agosto de 2001 a febrero de 2011, siendo Director Regional del Colegio CENTEC de Sobral de julio de 2004 a enero de 2006 y Responsable Técnico del Laboratorio de Ensayos de Equipos de Riego – LEEI, laboratorio de este, acreditado por INMETRO en 2007. Coordinó el Proyecto Servicio de Asesoría en Riego – SAI, proyecto realizado en el Distrito de Riego de Baixo Acaraú – CE de 2010 a 2014. Coordinó el programa del Curso “Gestión y Evaluación de Sistemas de Riego” realizado por la Agencia Nacional del Agua - ANA en varios centros de agricultura de riego con versiones de 2012 y 2014. Es investigador voluntario en el Instituto de Investigación e Innovación en Agricultura de Riego - INOVAGRI y ha participado en importantes proyectos de investigación en todo Brasil, incluida la creación de institutos y varios proyectos internacionales. con instituciones en Estados Unidos, Chile, España, Francia e Italia. De 2015 a 2019 fue Director de Agronegocios de la Agencia de

Desarrollo del Estado de Ceará – ADECE. Fue miembro del Consejo Deliberante del SEBRAE/CE de enero de 2017 a agosto de 2018. De 2019 a 2022 fue Secretario Ejecutivo de Agronegocios de la Secretaría de Desarrollo Económico y Trabajo del Estado de Ceará. Representa a la Federación de Agricultura y Ganadería del Estado de Ceará – FAEC en la Comisión Nacional de Riego de la Confederación de Agricultura y Ganadería de Brasil – CNA. Desde 2013 participa en CIGR - Comisión Internacional de Ingeniería Agrícola y de Biosistemas, como miembro de las Secciones Técnicas I: Tierra y Agua. Desde 2015 es miembro del Consejo de Recursos Hídricos de Ceará - CONERH y coordina la Cámara Técnica de Apoyo a la Asignación de Agua para la Agricultura. En 2023 fue elegido presidente de la Asociación Brasileña de Riego y Drenaje - ABID por un período de 3 años. Desde agosto de 2019 es miembro de la Cámara de Innovación Pública de FUNCAP. Es miembro del Comité del Proyecto Gobernanza y Seguridad Hídrica (IPF-Ceará) para la ejecución del Proyecto del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento - BIRF. Es Secretario Ejecutivo de Agronegocios de la Secretaría de Desarrollo Económico.



### **Christopher Neale**

El interés de investigación de Christopher Neale se centra en el desarrollo de aplicaciones de teledetección para la agricultura de regadío, la hidrología y el seguimiento de los recursos naturales. Desarrolló un sistema de teledetección aérea de bajo coste utilizado en el oeste de Estados Unidos para cartografiar el balance energético distribuido espacialmente y la evapotranspiración de la vegetación riparia y agrícola. Sus proyectos internacionales más recientes se llevaron a cabo en la República Dominicana, donde utilizó la fotografía aérea y la teledetección para cartografiar y supervisar la agricultura de regadío y desarrolló una base de datos completa de los usuarios del agua de riego en un entorno SIG. Neale se unió a la Universidad de Nebraska en 2013 y supervisa los esfuerzos de investigación del Instituto de Agua para Alimentos, involucrando a los profesores en nuevos proyectos e iniciando asociaciones con organizaciones y universidades de todo el mundo. Anteriormente, Neale fue profesor de ingeniería de irrigación en la Universidad Estatal de Utah, donde dirigió esfuerzos en teledetección y gestión de recursos hídricos agrícolas desde 1988. Es presidente de la Comisión Internacional de Teledetección de la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas y tiene una amplia experiencia en proyectos de investigación y gestión del agua en el oeste de Estados Unidos, África, Sudamérica y el Caribe. Tiene un doctorado en ingeniería agrícola de la Universidad Estatal de Colorado.



### **José González Piqueras.**

PhD. Catedrático de la Universidad de Castilla la Mancha, UCLM. Su actividad investigadora se ha desarrollado en Radiometría de Campo, Teledetección, Sistemas de Información Geográfica y Micrometeorología en la UCLM. Ha participado y dirigido más de 20 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, más de 30 contratos con empresas, ha dirigido 4 tesis doctorales y ha participado en más de 40 artículos revisados por pares. Actualmente es el Coordinador de REXUS, un proyecto H2020 dedicado a la implementación de estrategias de nexo en Agua-Alimentos-Energía, y de IRENE, un proyecto financiado por España sobre sostenibilidad del uso del agua. Galardonado con una evaluación positiva de la actividad de transferencia de investigación a instituciones y empresas, por el Ministerio de Ciencia español en el año 2019. Ha sido profesor visitante en seminarios y estancias en otras universidades en el campo de la teledetección en EE.UU., Francia, Perú y Colombia. Es Director del Departamento de Física Aplicada de la UCLM.



### **Guadalupe Tiscornia.**

Licenciada en Ciencias Biológicas con una maestría en Ciencias Ambientales, ambas de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República (Uruguay). Doctora en Ciencias Agrarias en la Facultad de Agronomía de Uruguay. Desde 2011 es parte del equipo de trabajo de la Unidad de Agroclima y Sistema de Información (GRAS) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA). Sus actividades de investigación en la unidad GRAS abarcan principalmente estudios de clima y cambio climático y desarrollo de sistemas de información para la gestión del riesgo climático en la producción agropecuaria mediante el uso de modelos, sensoramiento remoto y predicciones climáticas.



### **Ariel Lutenberg**

Ingeniero Electrónico, Dr. en Ingeniería. Coordinador proyecto INIA - BID Lab "Living Lab Uruguay: validando soluciones Agtech para una mayor resiliencia al cambio climático.



### **Guillermo Cuneo**

Ingeniero Agrónomo, Especializado en Riego y Distribución de agua de riego. Actualmente me desempeño como Jefe del Departamento de Planificación e Investigación Hídrica del Departamento General de Irrigación, Mendoza, Argentina. Operador de WEAP. Es argentino y en el campo de los recursos hídricos, he desarrollado experiencias en el manejo integral de los recursos hídricos, distribución, riegos en finca (gravitacionales y presurizados), diseños de equipos de riegos presurizados. Manejo de modelos hidrológicos y distribución de aguas a nivel primario, secundario y terciario. También tiene experiencia profesional que se extiende desde la vitivinicultura con experiencias en bodegas locales, de Italia, México y Suiza y administrando viñedos locales.



### **Gustavo Satlari**

es argentino, tiene un posgrado de Especialista en Riego y Drenaje en la UNCuyo y ha sido Jefe del Planificación e Investigación Hídrica en el Departamento General de Irrigación de Mendoza (DGI). Ha desarrollado su actividad en asignación y reasignación de aguas, ha participado en la formulación y evaluación de proyectos de inversión agrícola, proyectos de control de la salinización con aguas de reúso y de asistencia técnica a las organizaciones de usuarios. Dirigió el equipo técnico de Balance Hídrico para las cuencas de Mendoza y ha incorporado al DGI la utilización de sensores remotos para la planificación y evaluación de la gestión del agua. Interviene en la formulación de proyectos de seguridad hídrica, nexos y cambio climático. Realiza consultorías privadas y se desempeña como perito agrícola judicial.



### **Raquel Ayashi**

Ingeniera Agrónoma con una destacada trayectoria en el ámbito de las Ciencias del Suelo y la Ingeniería Agrícola. Su formación académica incluye un Doctorado en Ciencias del Suelo con mención en la Universidad de la República, donde también obtuvo una Maestría en Ciencias Agrarias. Su experiencia profesional abarca más de 25 años, desempeñándose como docente e investigadora en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y en la Universidad Tecnológica del Uruguay. Sus áreas de especialización incluyen el riego deficitario en cultivos como maíz y soja, así como la gestión y evaluación de sistemas de riego.



### **José Luis Chávez**

Obtuvo su licenciatura en ingeniería agrícola en la Universidade Federal da Paraíba en Brasil en 1992. En 1999 Chávez recibió su maestría en ingeniería de irrigación en la Universidad Estatal de Utah. Su doctorado fue en ingeniería biológica y agrícola en la Universidad Estatal de Utah en 2005. Chávez es un especialista en irrigación. Tiene responsabilidades de docencia, investigación y extensión. Su experiencia se centra en la gestión del agua de riego, la determinación y modelado del uso consuntivo de agua de cultivos/vegetación (evapotranspiración o “ET”), el uso de teledetección para mapear la ET, la programación de riego, el diseño de sistemas de riego, la eficiencia de los sistemas de riego, la ingeniería de drenaje y humedales y el riego de precisión. Enseña CIVE 512 Diseño de sistemas de riego, CIVE 519 Gestión del agua de riego y CIVE 549 Ingeniería de drenaje y humedales. Es miembro de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles, la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas y la Comisión de Irrigación y Drenaje de los Estados Unidos. Sus intereses de investigación incluyen el mapeo y modelado del uso de agua de cultivos distribuidos espacialmente (ET), la gestión del agua de cultivos, la programación del riego, la eficiencia de los sistemas de riego y el riego de precisión.



## Consolidación de la Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030: Una Comunidad de Práctica y Red de Trabajo Regional

La **Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030** se consolida como una comunidad de práctica y red de trabajo regional compuesta por investigadores, técnicos, agricultores y tomadores de decisiones que, a través de medios virtuales, intercambian información, conocimientos y experiencias sobre la gestión eficiente del agua en la agricultura. Esta red tiene como objetivo enfrentar los desafíos relacionados con el uso del agua de cara al 2030, fomentando la innovación y la colaboración en la implementación de tecnologías y mejores prácticas.

La plataforma actúa como un espacio de interacción durante la vigencia del proyecto, además tiene un legado proyectado más allá de este. Después de la finalización del proyecto, la plataforma continuará operando con el propósito de obtener nuevo financiamiento, lo que permitirá dar continuidad a las actividades planificadas en los diferentes países y expandir sus iniciativas. De esta manera, la red garantizará la aplicación continua de las herramientas y estrategias desarrolladas, potenciando la sostenibilidad a largo plazo de la eficiencia hídrica en el sector agrícola.

Además, toda la información relacionada con la evolución de esta red de personas y los avances de la plataforma se actualizará de forma regular en el sitio web de **FONTAGRO**, lo que permitirá a los miembros y al público en general mantenerse informados sobre los resultados, actividades, y eventos clave. Este portal servirá como un recurso accesible que facilitará el intercambio continuo de conocimientos, el acceso a nuevas tecnologías, y la implementación de las mejores prácticas en la gestión del agua.

Por último, la **Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura 2030** buscará establecer alianzas estratégicas con nuevas instituciones y actores relevantes, expandiendo su red y garantizando la actualización constante de sus contenidos, lo que reforzará su papel como un espacio central de colaboración para enfrentar los desafíos del agua en la agricultura en los próximos años.



## Legado y Recomendaciones

El legado del proyecto PLAS-ALC sobre la obtención de una mayor eficiencia en el uso del agua en el manejo del agua de riego se puede resumir en tres aspectos:

1. La eficiencia del uso del agua mejora al disponer de información en tiempo real de las demandas de agua de riego, información que necesita ser precisa, fiable y oportuna. La plataforma PLAS-ALC se ha mostrado idónea para proveer esta información.
2. Esta mejora requiere de un equipo técnico que capacita en el uso de las herramientas tecnológicas y trabaja estrechamente con los usuarios. Además, acompaña a otros técnicos y usuarios directamente en campo para la correcta interpretación de la información de acuerdo a las condiciones reales de los cultivos.
3. En relación con una mejor gestión del agua en zonas regables, la Contabilidad del Agua de Riego asistida por Teledetección es un buen instrumento y su integración en la rutina de los gestores requiere garantizar una continuidad en el tiempo año tras año.

El proyecto ha abordado también los trabajos de capacitación y acompañamiento a técnicos a través de eventos presenciales y mediante videoconferencias. De este modo se han alcanzado más de 550 usuarios capacitados y más de 3.000 visualizaciones de contenidos on-line, lo cuales siguen siendo consultados.

El proyecto ha abordado también los trabajos de capacitación y acompañamiento a técnicos y estudiantes a través de eventos presenciales y mediante videoconferencias. De este modo se han alcanzado más de 550 usuarios capacitados y más de 3.000 visualizaciones de contenidos on-line, lo cuales siguen siendo consultados.

En este sentido, la recomendación es la identificación en cada zona de técnicos clave para los trabajos de extensión masiva, que tendría que ser implementada en la continuidad de este proyecto.

Así mismo, es recomendable ampliar la cobertura de la plataforma de forma que abarque todas las zonas susceptibles de utilizar sistemas de riego para incrementar la productividad agrícola en los países ALC. Dicha plataforma, sobre la base de la actual, proporcionaría las demandas de agua de riego en tiempo real. Se requiere que sea de forma transparente, esto es permita visualizar las imágenes, muestre el coeficiente de cultivo y su evolución, y muestre también el valor de la serie temporal de la evapotranspiración de referencia, así como el dato agregado de la demanda de agua del cultivo. Todo ello en tiempo real.

Se recomienda encarecidamente que, a la tradicional formación de técnicos y agricultores avanzados vía cursos, talleres y/o seminarios, se incorpore el modo de acompañamiento por miembros del grupo en su aplicación a casos reales específicos, pues sin ello la formación puede tener un efecto limitado.

La mejora de la gestión del agua en zonas regables utilizando la metodología de Contabilidad del Agua de Riego asistida por Teledetección, requiere la continuidad en el tiempo de la información





generada para su integración paso a paso en la rutina de operación de la gestión del agua en cada zona regable.

Se recomienda extender la formación en estas nuevas tecnologías a estudiantes de cursos avanzados de grado y master, en colaboración con los centros docentes y universidades con las que se pueda establecer convenios para la impartición de cursos reglados. Se ha detectado que la metodología aquí desarrollada no forma parte usualmente del currículo reglado actual. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron seminarios en la Universidad Nacional (Colombia), Universidad de San Juan (Argentina), Universidad Católica de Chile, Universidad Autónoma Metropolitana de México, pero fueron eventos puntuales.

Así mismo, se recomienda la extensión mediante charlas en centros escolares dada la facilidad con que se visualiza la metodología y la necesidad de énfasis en el cuidado del agua desde la formación básica. Entre las estrategias de difusión y capacitación en este segmento, también se considera adecuada la generación de repositorios con material audiovisual de capacitación en canales digitales (ej. YouTube).

Finalmente, y con miras al uso de otras herramientas de análisis basadas en imágenes satelitales, se recomienda el desarrollo de iniciativas que permitan validar con usuarios finales (agricultores) estimaciones de nivel nutricional de los cultivos a partir de índices espectrales, así como la sectorización de las parcelas, para establecer manejos agronómicos precisos que recojan la variabilidad espacial de los cultivos en el terreno.

## Referencias

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.

Botey, Moreno, 2015. Metodología para estimar la humedad del suelo mediante un balance hídrico exponencial diario. AEMET. [https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/balance\\_hidrico/Metodologia.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/balance_hidrico/Metodologia.pdf), (accedido 20 de marzo de 2022)

Calera, A.; Campos, I.; Osann, A.; D'Urso, G.; Menenti, M. Remote Sensing for Crop Water Management: From ET Modelling to Services for the End Users. *Sensors* **2017**, *17*, 1104. <https://doi.org/10.3390/s17051104>

Calera, A.; A. Jochum ; A. Cuesta, A. Montoso, J. González (2005). Irrigation management from space: Towards user-friendly products. *Irrigation and Drainage Systems* 19:337-353. Springer

Campos, I. et al., 2010a. Basal crop coefficient from remote sensing assessment in rain-fed grapes in southeast Spain, *Remote sensing and hydrology*. IAHS, Jackson Hole (WY). USA, pp. 397-400.

Campos, I., Neale, C.M.U., Calera, A., Balbontín, C. and González-Piqueras, J., 2010b. Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Agricultural Water Management*, 98: 45-54.

Choudhury, 1994. Bhaskar J Choudhury, Nizam U Ahmed, Sherwood B Idso, Robert J Reginato, Craig S.T Daughtry. Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations, *Remote Sensing of Environment*, Volume 50, Issue 1, 1994, Pages 1-17, ISSN 0034-4257, [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)90090-6).

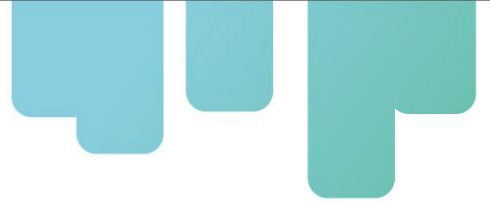
Galve, J.M.: Garrido-Rubio, J. Villodre, J.; Balbontín, C. Calera, A.; González-Piqueras, J, 2022. Estimación de la Evapotranspiración de referencia a partir del modelo meteorológico global GFS. *Proceedings XIX Congreso Nacional de Teledetección*. Pamplona, España.

González-Dugo, MP; Neale, CMU; Mateos, L.; Kustas, WP.; Prueger, JH;; Anderso MC; Li F.2009. A comparison of operational remote sensing-based models for estimating crop evapotranspiration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149; 1843-1853.

Glenn, E.P., Neale, C.M.U., Hunsaker, D.J. and Nagler, P.L., 2011. Vegetation index-based crop coefficients to estimate evapotranspiration by remote sensing in agricultural and natural ecosystems. *Hydrological Processes*, 25: 4050-4062.

Heilman, J.L., Heilman, W.E. and Moore, D.G., 1982. Evaluating the crop coefficient using spectral reflectance. *Agronomy Journal*, 74: 967-971.

Martínez-Casasnovas, J.A., Agelet-Fernández, J., Arnó, J. and Ramos, M.C., 2012. Analysis of vineyard differential management zones and relation to vine development, grape maturity and quality. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(2): 326-337.



Neale, C.M.U., 1987. Development of Reflectance-based crop coefficients for corn. Ph. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins.

Neale, C.M.U., Bausch, W.C. and Heermann, D.F., 1989. Development of reflectance-based crop coefficients for corn. *Trans Am. Soc. Agr. Eng.* 32:1891-1899.

Pôças, I.; Calera, Campos, I; Cunha, M, 2020. Remote sensing for estimating and mapping single and basal crop coefficients: A review on spectral vegetation indices, *Agricultural Water Management* <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106081>.

Torres, E. and Calera, A.; 2010. Bare Soil Evaporation under High Evaporation Demand. A modification proposed to FAO-56 model. *Hydrological Sciences Journal*, 55: 3, 303 — 315 URL: <http://dx.doi.org/10.1080/02626661003683249>

Williams, L.E. and Ayars, J.E., 2005. Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 132: 201-211.

Wright, J.L., 1982. New Evapotranspiration Crop Coefficients. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, 108: 57-74.



## Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)  
Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)