



**SISTEMA DE ASESORAMIENTO AL REGANTE (SAR).
¿CUÁNDO REGAR Y CUÁNTO REGAR? LAS TECNOLOGÍAS
DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TICs) COMO
HERRAMIENTAS PARA FORTALECER LA CAPACIDAD DE LA
TOMA DE DECISIONES DE LA AGRICULTURA FAMILIAR**

AgTech 19037, Contrato C-RG-T3387-P002

**Producto 8: Nota técnica sobre el uso del SAR y la
cuantificación de su impacto**

2023



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 Gabriel Angella (INTA de Argentina); Luis Urbina Urbina (INTA de Nicaragua); Claudio García (INIA de Uruguay); Carolina Frías, Juana López, Gabriela Barraza, Howard van Meer (INTA de Argentina); César Acevedo Narváez, Irving Paredes Martínez, Oscar Castillo Mendoza, Rolando Garay Oviedo (INTA de Nicaragua); Jairo Trad, Paula Plomer, Catriel Santillán (Kilimo de Argentina); Juan Rufail (INTA de Argentina).

Copyright © 2023 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

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract.....	5
Resumen EJECUTIVO	5
Introducción.....	6
Objetivos.....	7
Implementación del SAR.....	7
Impacto del SAR	8
Metodología.....	9
Resultados.....	12
Conclusiones y recomendaciones.....	14
Referencias Bibliográficas.....	15
Instituciones participantes.....	17



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características principales de las áreas piloto del proyecto SAR y TICs.....	9
Cuadro 2. Rendimientos medios, rendimientos alcanzados y aumento de los rendimientos de los cultivos en las áreas piloto del proyecto	12
Cuadro 3. Incremento de ingresos debido al uso de programaciones de riego adecuadas.....	13
Cuadro 4. Áreas piloto por país, extensión de las áreas piloto, áreas sembradas de los cultivos a nivel nacional y el impacto económico potencial por el uso de un SAR.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas piloto y fincas de seguimiento de cultivos en Nicaragua, Argentina y Uruguay.....	10
---	----



ABSTRACT

This Technical Note corresponds to Product 8 of the Project, "Technical Note on the use of the SAR and the impact quantification". Product 8 is part of Component 3 "Test studies for the implementation, impact and scaling of the SAR" and the related Activity is 3.1 "Applying the SAR in the pilot areas of project". The main impact of the use of SAR is the increase in crop yields due to a better water use (irrigation schedules adjusted to water requirements). With a more efficient irrigation management, the yields can be increased between 22% and 68%, depending on the crop. Related to the higher yields, an increase in farmers' income could be achieved, varying from 580 to 41,000 USD.ha⁻¹, also depending on the crop. On a national scale, the economic impact associated with the use of a SAR varies, depending on the crops, between 1,318,200 and 128,000,000 USD. The main project contribution to trigger innovations is the development of the SAR platforms (a website and a mobile phone application). Fifty-five hectares directly adopted the innovations in an experimental stage. In a first phase of scaling, 5,040 hectares can be reached.

Key words: Irrigation advisory services, yields, income.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente Nota Técnica corresponde al Producto 8 del Proyecto, "Nota técnica sobre el uso del SAR y la cuantificación de su impacto". El Producto 8 es parte del Componente 3 "Estudios de prueba para la implementación, impacto y escalamiento del SAR" y la Actividad relacionada es la 3.1 "Aplicar el SAR en las áreas piloto de ejecución del proyecto". El principal impacto del uso del SAR es el aumento del rendimiento de los cultivos debido a un mejor uso del agua (programaciones de riego ajustadas a las necesidades de agua). Con un manejo más eficiente del agua de riego, los rendimientos pueden aumentar entre un 22% y un 68%, según el cultivo. Asociado a los mayores rendimientos, podría lograrse un aumento en los ingresos de los agricultores, que varía entre 580 y 41.000 USD.ha⁻¹, también dependiendo del cultivo. A escala nacional, el impacto económico asociado al uso de un SAR varía, según los cultivos, entre 1.318.200 y 128.000.000 de USD. La principal contribución del proyecto a la generación de innovaciones es el desarrollo las plataformas del SAR (sitio web y aplicación de telefonía móvil). Cincuenta y cinco hectáreas han adoptado las innovaciones de manera directa, en etapa experimental. En una primera etapa de escalamiento, pueden alcanzarse 5.040 hectáreas.

Palabras Clave: Servicio de asesoramiento al regante, rendimientos, ingresos.




INTRODUCCIÓN

A los fines de brindar un marco al lector que no conoce en detalle el proyecto FONTAGRO AgTech 19037 “Los sistemas de asesoramiento al regante y las tecnologías de la información y la comunicación” (SAR y TICs), se presentan sus principales aspectos conceptuales.

El sector agropecuario enfrenta el desafío de incrementar la producción de alimentos para satisfacer la demanda ocasionada por el crecimiento de la población mundial. En este escenario, el riego y la agricultura familiar (AF) tendrán un rol central. La AF es la forma de producción más extendida en el mundo, representando más del 90% del total de explotaciones agropecuarias (EAPs), esto es, 500 millones, aportando más del 80% de los alimentos (FAO 2015). La mayor parte de la AF de América Latina y el Caribe utiliza el riego basado en el conocimiento empírico, lo que ha ocasionado un manejo poco adecuado e ineficiente del agua. El uso de Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR), con mayor difusión en estratos de productores medianos y grandes, promueve un manejo sustentable del agua, proporcionando a los agricultores la información necesaria para un manejo más eficiente del riego, lo que aporta a incrementar el rendimiento de los cultivos. Ejemplos de diferentes experiencias de servicios de asesoramiento a regantes, sus impactos en los rendimientos de los cultivos y en el uso del agua, se encuentran, entre otros, en: Lorite et al (2012), que estudiaron el uso de un servicio local de asesoramiento de riego en el distrito Genil-Cabra (Córdoba, España) en trigo, girasol y hortalizas, entre otros cultivos; Vuolo et al (2015) en distritos de riego de Italia, Austria y Australia en vid, duraznero, remolacha azucarera y citrus, entre otros cultivos; Palacios Vélez et al (2011) en el cultivo de trigo en diversos sistemas de riego en México; Altobelli et al (2018) estudiaron la voluntad de los agricultores para contratar servicios de alertas de riego; Tapsuwan et al (2015) analizaron el uso de un servicio de asesoramiento de riego en Segura, España; Unver et al (2020) evaluaron cómo la visión de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y Organizaciones Sociales y Comunitarias (OSyC) reformularon algunos servicios de asesoramiento al regante.

El creciente acceso a Internet, a la telefonía móvil y a productos de sensores remotos, son una oportunidad para transferir información y conocimientos a la AF. El SAR permitirá fortalecer la capacidad de la toma de decisiones de los productores sobre el manejo del agua a través del uso de programaciones del riego ajustadas a los requerimientos de agua de los cultivos priorizados por la AF. El objetivo general del proyecto es generar un estudio que permita identificar cómo disminuir la brecha de rendimientos en un grupo de cultivos seleccionados a través del uso de programaciones del riego ajustadas a los requerimientos de agua. Los objetivos específicos son: 1) Elaborar un diagnóstico inicial en las áreas de estudio y desarrollar la infraestructura del Sistema de Asesoramiento al Regante (SAR). 2) Desarrollar un estudio de un sistema de tecnologías de la información (TICs) que constituirán las bases operativas del SAR. 3) Realizar estudios de prueba para implementar el SAR y sentar las bases para su escalamiento. El organismo ejecutor es la Fundación ArgenINTA y actúan como instituciones co-ejecutoras el Instituto



Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)-Argentina, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)-Uruguay y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)-Nicaragua. Son instituciones asociadas el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)-España, Wageningen University & Research (WUR) de Holanda y la empresa KILIMO de Argentina. El proyecto está organizado en tres componentes técnicos: C1: “Diagnóstico de la situación inicial y desarrollo de la infraestructura del SAR”, C2: “Desarrollo de un estudio de un sistema de Tecnologías de la Información (TICs) del SAR” y C3: “Estudios de prueba para la implementación, impacto y escalamiento del SAR”.

La presente Nota Técnica corresponde al Producto 8 del Proyecto, “Nota técnica sobre el uso del SAR y la cuantificación de su impacto”. El Producto 8 es parte del Componente 3 “Estudios de prueba para la implementación, impacto y escalamiento del SAR” y la Actividad relacionada es la 3.1 “Aplicar el SAR en las áreas piloto de ejecución del proyecto”. Se resumen las actividades realizadas para la implementación del SAR en las áreas piloto y se cuantifican sus impactos principales: el incremento de la producción de los cultivos y de los ingresos de los productores.


OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es generar un estudio que permita identificar cómo disminuir la brecha de rendimiento de un grupo de cultivos seleccionados, usando programaciones de riego ajustadas a los requerimientos de agua. El objetivo específico del Producto 8 es cuantificar el impacto del SAR.

IMPLEMENTACIÓN DEL SAR

Durante la ejecución del proyecto se desarrollaron las actividades que constituyeron la base para la implementación del SAR. En los Productos 1 a 7, anteriormente presentados, se informa detalladamente sobre ellas. Merecen destacarse las siguientes:

- caracterización de las áreas piloto del proyecto, considerando aspectos socioeconómicos, climáticos, edáficos, productivos y del manejo del riego.
- fortalecimiento de redes de información agrometeorológica. A través del proyecto se adquirieron seis estaciones meteorológicas automáticas, que se instalaron en las áreas piloto San José y Canelones (Uruguay), Tisma y El Sauce (Nicaragua) y Colonia El Simbolar y Nueva Francia (Santiago del Estero, Argentina). Se beneficiaron 400 productores en Uruguay, 250 en Nicaragua y 900 en Argentina.
- implementación de la base de datos del SAR. Se describió la Base de Datos Geográfica (GDB), diseñada para almacenar los datos de un conjunto de entidades espaciales. La



Implementación de la GDB se realizó en el sistema gestor de bases de datos de acceso libre PostgreSQL, PostGIS.

- desarrollo de un software para el cálculo del balance hídrico, cuyo objetivo principal es ayudar a la toma de decisiones en la gestión del agua; básicamente, definir los momentos de riego de los cultivos, de forma tal de que no se produzca disminución de rendimientos como consecuencia de estrés hídrico. El modelo realiza un balance de agua del suelo, mediante metodologías de cálculo tradicionales y/o con el apoyo de imágenes satelitales y productos derivados de satélites. Tiene un marco conceptual, componentes y algoritmos de cálculo y cuenta con cinco módulos de entrada de datos (lote, cultivo, suelo, clima, riego) y un módulo de cálculos (balance hídrico-programación del riego).
- desarrollo de la aplicación de telefonía móvil y sitio web del SAR. El sitio web y la *App* del SAR tienen como objetivo principal ayudar al productor a establecer la programación del riego, esto es, definir cuándo y cuánto regar. La recomendación se basa en información del cultivo, tipo de suelo, el clima y el contenido de humedad del suelo. Tienen un diseño sencillo y amigable, de forma tal que con una navegación simple se puede ingresar datos o acceder a la información. El estado hídrico del cultivo se muestra gráficamente a través de figuras que indican la situación siguiendo los colores de un semáforo.

IMPACTO DEL SAR

En esta sección se desarrollan los principales impactos del uso del SAR: el impacto productivo y el impacto económico. La brecha de rendimientos se define habitualmente como la diferencia entre los rendimientos medios que obtienen los agricultores y los rendimientos alcanzables, en una zona determinada. La brecha de rendimientos se debe a numerosos factores (económicos, sociales, biológicos, tecnológicos). Entre los aspectos de manejo agronómico, se encuentran el manejo del agua y los fertilizantes, el control de malezas, plagas y enfermedades, las características físicas y químicas del suelo, la adecuada elección de la fecha de siembra, entre otros. La cuantificación de la proporción en que los diferentes factores biofísicos explican la brecha de rendimientos exige investigaciones que exceden los objetivos de este proyecto. Entre otros, Sadras (2004) y Sadras et al (2015) estudiaron el impacto de la co-limitación agua-nutrientes en los rendimientos. El impacto productivo del uso del SAR es el aumento del rendimiento de los cultivos debido a un mejor uso del agua (programaciones de riego ajustadas a las necesidades de agua). La incorporación de tecnologías para mejorar el riego que permitan reducir las brechas de rendimientos es de suma importancia para la AF, ya que una de sus principales limitantes productivas es la dificultad de expandir la superficie de siembra. Esto hace que la posibilidad de incrementar los ingresos pueda lograrse principalmente por el aumento de los rendimientos por unidad de superficie. Por su parte, el impacto económico se cuantificó considerando el incremento de los rendimientos y los precios de mercado de los cultivos.

METODOLOGÍA

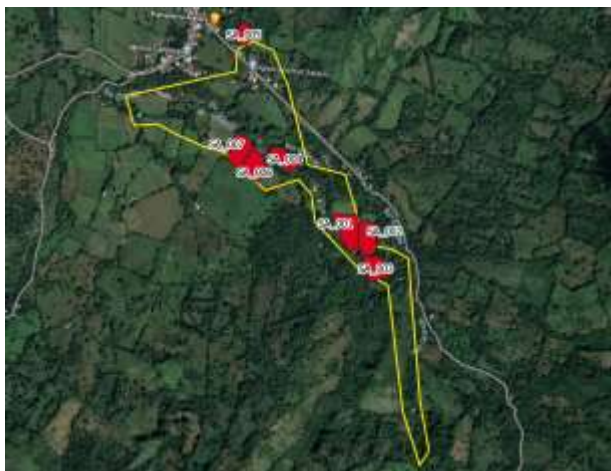
Impacto productivo

Para analizar el impacto productivo del SAR, se compararon los rendimientos medios de los cultivos en las áreas piloto con los rendimientos alcanzados en las parcelas de seguimiento del SAR, desde 2021 a 2023. En el Cuadro 1 se muestran las áreas piloto de cada país, los cultivos implantados y el número de parcelas de seguimiento.

Cuadro 1. Características principales de las áreas piloto del proyecto SAR y TICs.

País	Área piloto	Cultivos	Número de parcelas
Argentina	Nueva Francia	Alfalfa, Algodón	23
	Colonia El Simbolar	Alfalfa, Algodón	17
Nicaragua	Ciudad Darío	Tomate, pimiento (chiltoma)	3
	Tisma	Tomate, pimiento (chiltoma)	3
	El Sauce	Frijol	3
Uruguay	San José	Frutilla	4
	Canelones	Pimiento	1

A modo de ejemplo, en la Figura 1 se muestra la ubicación de un área piloto y sus parcelas de seguimiento en Nicaragua, Argentina y Uruguay.



El Sauce, León, Nicaragua



Colonia El Simbolar, Santiago del Estero,
Argentina




San José, Uruguay

Figura 1. Áreas piloto y parcelas de seguimiento de cultivos en Nicaragua, Argentina y Uruguay.

La información completa sobre la caracterización de las áreas piloto, considerando aspectos socioeconómicos, climáticos, edáficos, productivos y del manejo del agua, se presentó en la Nota Técnica del Producto 1 del proyecto:

https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/Proy_FONTAGRO_AgTech_19037_Nota_t%C3%A9cnica_Producto_1_3_mar_2022.pdf

Los rendimientos medios de los cultivos en las áreas piloto se obtuvieron de diversas fuentes: encuestas a agricultores, realizadas en las campañas agrícolas del período de ejecución del proyecto (2021 a 2023); relevamientos de investigadores participantes del proyecto



(comunicaciones personales de O. Castillo Mendoza, I. Paredes Martínez, C. Acevedo Narváez, junio de 2023); estadísticas de organismos públicos (MAGP, 2022) y publicaciones (Angella et al 2016, Centeno et al 2022, Angella et al 2022). Los rendimientos de las áreas piloto son un promedio de los datos recabados durante las campañas agrícolas mencionadas.

Los rendimientos obtenidos en las parcelas de seguimiento se determinaron de diversas formas. En el caso del algodón, en cada parcela se cosecharon 10 metros lineales en 3 filas de cultivo; en alfalfa, se cosecharon 3 cuadros de 1 m² por corte y por parcela, en ambos casos en sectores representativos del estado general de los cultivos. Estos datos se contrastaron y ajustaron con la información de los rendimientos brindada por los productores y luego llevados a t ha⁻¹. Para la frutilla (fresa) y el pimiento (morrón) en Uruguay, algunos rendimientos fueron suministrados por los productores (cosecha de canteros de 60 m x 0,6 m), datos que luego se llevaron a t ha⁻¹ y, en otros casos, se hicieron muestreos puntuales, que también fueron cotejados con los rendimientos registrados por el productor y llevados a rendimientos por hectárea. Los rendimientos de tomate, pimiento (chiltoma) y frijol en Nicaragua fueron registrados por los productores y llevados a t ha⁻¹. Cabe aclarar que en pimiento, frutilla y tomate la cosecha se hace en cortes sucesivos y los productores registran la cantidad de cortes y el rendimiento de cada uno. En los tres países, las dimensiones de las parcelas cosechadas fueron determinadas por técnicos participantes del proyecto. Todos los productores colaboradores del proyecto trabajan junto al INTA de Argentina, INTA de Nicaragua e INIA de Uruguay desde hace muchos años y la información que comparten es altamente confiable. Los rendimientos de los cultivos en las parcelas de seguimiento son un promedio de los datos registrados durante las campañas agrícolas 2021 a 2023.

Impacto económico

Considerando la diferencia entre los rendimientos medios de los cultivos en las áreas piloto y los obtenidos en las parcelas de seguimiento, se evaluó el impacto económico del uso del SAR (aumento de ingresos), teniendo en cuenta los precios de mercado de los cultivos. Estos precios se obtuvieron de fuentes diversas. Para el algodón, se tomó la cotización de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía, Argentina (2023). Para hortalizas, se usaron las siguientes fuentes: comunicaciones personales de investigadores participantes del proyecto (O. Castillo Mendoza, I. Paredes Martínez, C. Acevedo Narváez, junio de 2023), quienes relevaron datos de mercados concentradores locales de Nicaragua; Bolsa Agroindustrial Upanic-Nicaragua (2023); SIMPAH-Honduras (2023); para los cultivos de frutilla y pimiento en Uruguay, MAGP-Uruguay (2023); para la alfalfa, Cámara Argentina de la Alfalfa (2023). No se evaluó el impacto del uso del SAR sobre los costos de producción.

RESULTADOS

Impacto productivo

El Cuadro 2 muestra los rendimientos medios de los cultivos en las áreas piloto del proyecto, los rendimientos logrados en los predios experimentales y el aumento de rendimientos.

Cuadro 2. Rendimientos medios, rendimientos alcanzados mediante la aplicación del SAR e incremento de los rendimientos de los cultivos en las áreas piloto del proyecto.

Cultivo	Rendimientos medios (t.ha ⁻¹)	Rendimientos alcanzados (t.ha ⁻¹)	Incremento de rendimientos (t.ha ⁻¹)	Incremento de rendimientos (%)
Alfalfa (A)	15	20	5	33
Algodón (A)	3	5	2	67
Pimiento (U)	19	32	13	68
Frutilla (U)	19,7	30	10,3	52
Frijol (N)	1,33	1,62	0,29	22
Tomate (N)	37	59,8	22,8	62
Pimiento (N)	20	32,5	12,5	63

A: Argentina; U: Uruguay; N: Nicaragua

t: toneladas

ha: hectárea

MS: materia seca

Para alfalfa: t MS.ha⁻¹.año⁻¹

El Cuadro 2 indica que las brechas de rendimientos son significativas. Lograr un uso más eficiente del agua de riego es un factor determinante para reducirlas.

Impacto económico

El aumento del rendimiento de los cultivos se traduce en mayores ingresos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incremento de ingresos asociado al aumento de rendimientos.

Cultivo	Incremento de ingresos (USD.ha ⁻¹)
Alfalfa (A)	1.200
Algodón (A)	1.600
Pimiento (U)	16.900
Frutilla (U)	41.000
Frijol (N)	580
Tomate (N)	31.100
Pimiento (N)	22.900

Alfalfa: USD.ha⁻¹.año⁻¹

Para una mejor valoración de los impactos regionales y nacionales que podría causar el uso de un SAR, en el Cuadro 4 se presenta: las superficies de siembra de los cultivos en las áreas piloto, las áreas sembradas de los cultivos a nivel nacional para cada país y el impacto económico potencial asociado.

Cuadro 4. Áreas piloto por país, extensión de las áreas piloto, áreas sembradas de los cultivos a nivel nacional y el impacto económico potencial por el uso de un SAR.

País	Área piloto (AP)	Cultivo	Área sembrada en el área de influencia de las AP (ha)	Área potencial de impacto en el país (ha)	Impacto económico potencial nacional (USD)
Argentina	Colonia El Simbolar y Nueva Francia	Alfalfa	5.500	66.000	79.200.000
		Algodón	6.300	80.000	128.000.000
Uruguay	Canelones y San José	Pimiento	78	78	1.318.200
		Frutilla	80	126	5.166.000
Nicaragua	Ciudad Darío, Matagalpa	Tomate	200	3.400	105.740.000
		Pimiento	250	1.459	33.411.100
	Tisma, Masaya	Tomate	35	*	*
		Pimiento	21		
	Salales, El Sauce	Frijol	35	65.530	38.007.400



Impacto ambiental

En este proyecto no estaba previsto cuantificar impactos ambientales. Cualitativamente, el principal impacto ambiental sería la reducción del uso del agua para riego, especialmente en métodos de riego por superficie. Como consecuencia de lo mencionado, se minimizarían los impactos negativos asociados al uso excesivo del agua de riego (ascenso freático, salinización secundaria, anegamiento, lavado de nutrientes, erosión hídrica). La aplicación de dosis de riego adecuadas y en los momentos requeridos por los cultivos llevaría a una disminución de los costos de producción asociados al riego, por menores requerimientos de bombeo. Esto tendría un efecto ambiental positivo, por la disminución del uso de combustibles fósiles o de electricidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se hicieron las primeras cuantificaciones de la aplicación del SAR en las áreas piloto, específicamente el impacto sobre los rendimientos de los cultivos y el ingreso de los agricultores. El principal impacto del SAR es el aumento del rendimiento de los cultivos debido a un mejor uso del agua (programaciones de riego ajustadas a las necesidades de agua). Esto no sólo impacta en lo económico, al incrementar ingresos por unidad de superficie, sino también en la sustentabilidad de la AF, que tiene limitadas posibilidades de expandir sus áreas de cultivos, por lo que la opción principal para incrementar la productividad es aumentar la producción por unidad de superficie. Con un manejo más eficiente del agua de riego, los rendimientos pueden aumentar entre un 22% y un 68%, según el cultivo. Asociado a los mayores rendimientos, podría lograrse un aumento en los ingresos de los agricultores, que varía entre 580 y 41.000 USD.ha⁻¹, también dependiendo del cultivo. A escala nacional, el impacto económico asociado al uso de un SAR, varía, según los cultivos, entre 1.318.200 y 128.000.000 de USD. Para consolidar el uso del SAR en su etapa de escalamiento, se hacen las siguientes recomendaciones: tener en cuenta las diferentes condiciones productivas y de acceso a la información por parte de los agricultores, identificadas durante la ejecución del proyecto; generar un mayor grado de confianza con el productor para que, después de la interacción inicial con los técnicos, pueda continuar trabajando sin el apoyo continuo de las instituciones. Acompañar el trabajo en las áreas piloto durante dos o tres temporadas posteriores a la finalización del proyecto permitirá consolidar el uso del SAR y fomentar su adopción por los productores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altobelli, F.; Lall, U.; Dalla Marta, A.; Caracciolo, F.; Cicia, G.; D'Urso, G., & Del Giudice, T. 2018. Willingness of farmers to pay for satellite-based irrigation advisory services: a southern Italy experience. *The Journal of Agricultural Science*, 156(5), 723-730. Doi:10.1017/S0021859618000588.

Angella, G.; M. García Vila, J. M. López, G. Barraza, R. Salgado, S. Prieto Angueira, P. Tomsic, E. Fereres. 2016. "Quantifying yield and water productivity gaps in an irrigation district under rotational delivery Schedule". *Irrig Sci* (2016) 34:71–83 DOI 10.1007/s00271-015-0486-0.

Angella, Gabriel; Luis Urbina Urbina; Claudio García; Rolando Garay; Carolina Frías. 2022. *Sistema de asesoramiento al regante (SAR). ¿Cuándo regar y cuánto regar? Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) como herramientas para fortalecer la capacidad de la toma de decisiones de la agricultura familiar. Producto 1. Nota técnica con el informe técnico del diagnóstico inicial de las áreas de estudio. Proyecto FONTAGRO AgTech 19037, Contrato C-RG-T3387-P002*. FONTAGRO.

https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/Proy__FONTAGRO_AgTech_19037__Nota_t%C3%A9cnica_Producto_1_3_mar_2022.pdf

Bolsa Agroindustrial Upanic (Bolsagro), Nicaragua. 2023. *Precios de mercado*. Recuperado de: <http://bolsagro.com.ni/19-noticias/39-precios-mercado.html>

Cámara Argentina de la Alfalfa. 2023. *Cotizaciones de mercado*. Recuperado de: <https://alfalfaargentina.com.ar/cotizaciones-de-mercado/>

Centeno, D.; J. Rojas Meza. 2022. "Manejo agronómica en tomate y chiltoma realizados por los socios de la cooperativa de productores hortaliceros COPRAHOR en Sébaco-Mataglapa - Nicaragua. Revista científica de PAREM-Estelí. Medio Ambiente, Tecnología y Desarrollo Humano. Año 11-Núm. 44 -Octubre-Diciembre-2022. ISSN: 2305-5790.

DOI: <https://doi.org/10.5377/farem.v11i44.15692> Recuperado de: <https://revistasnicaragua.cnu.edu.ni/index.php/RCientifica/article/view/7948/10106>

FAO. 2015. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. ISBN 978-92-5-308536-1 (edición impresa) E-ISBN 978-92-5-308537-8 (PDF). Roma, Italia, 2015.

Lorite, I.J., García-Vila, M., Carmona, MA. *et al.* "Assessment of the Irrigation Advisory Services' Recommendations and Farmers' Irrigation Management: A Case Study in Southern Spain". *Water Resour Manage* 26, 2397-2419 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0023-3>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGP), Uruguay. 2022. *Estadísticas Agropecuarias. Anuario Estadístico Agropecuario 2022*. Recuperado de: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura->

[pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2022](#)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGP), Uruguay. 2023. Dirección General de la Granja. Observatorio Granjero. Unidad Agroalimentaria Metropolitana (UAM). *Boletín de precios mayoristas de referencia de frutas y hortalizas*. Uruguay. Recuperado de: https://www.uam.com.uy/images/DESARROLLO_COMERCIAL/InformePrecios/2023/agosto/Boletin_de_precios_14_de_agosto.pdf

Palacios-Vélez, E.; Julio Enrique Palacios-Sánchez, Luis Alberto Palacios-Sánchez. 2011. "Agricultura de riego asistida con satélites". *Tecnología y Ciencias del Agua*, antes Ingeniería Hidráulica en México, vol. II, núm. 2, abril-junio de 2011, pp. 69-81.

Sadras, V.O. 2004. "Yield and water-use efficiency of water- and nitrogen-stressed wheat crops increase with degree of co-limitation". *Eur J Agron* 21:455-464.

Sadras, V.O.; K. G. Cassman; P. Grassini; A. J. Hall; W. Bastiaanssen; A. G. Laborte; A. E. Milne; G. Sileshi; P. Steduto. 2015. *Yield gap analysis of field crops*. FAO Water Reports 41, FAO, Rome, Italy.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP), Ministerio de Economía, Argentina. 2023. *Mercados agropecuarios*. Recuperado de: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/archivos/000010_Precios%20Locales/000010_Algod%C3%B3n/000001_Cotizaciones%20de%20C%C3%A1maras%20de%20Algod%C3%B3n.php.

Sistema de Información de Mercados de Productos Agrícolas de Honduras (SIMPAH). 2023. *Reporte diario de precios de venta al por mayor de hortalizas*. Managua, Nicaragua. Recuperado de: http://www.fhia.org.hn/descargas/simpah/6.2_reporte_diario_precios_hortalizas_mayoreo-managua.pdf

Tapsuwan, S.; Johannes Hunink, Francisco Alcon, Aakfe N. Mertens-Palomares and Alain Baille. 2015. "Assessing the design of a model-based irrigation advisory bulletin: the importance of end-user participation". *Irrig. and Drain*. 64: 228–240 (2015). Published online 29 November 2014 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/ird.1887.

Unver, O.; Melvyn Kay, Konda Chavva, Amali Abraham Amali, Eva Pek, Maher Salma. 2020. Development for water, food and nutrition in a competitive environment-How NGOs and CSOs are reshaping traditional farmer irrigation advisory services. *Irrig. and Drain*. 2021;70:431–447. DOI: 10.1002/ird.2444.

Vuolo, F.; Guido D’Urso, Carlo De Michele, Biagio Bianchi, Michael Cutting. 2015. "Satellite-based irrigation advisory services: A common tool for different experiences from Europe to Australia". *Agricultural Water Management* 147 (2015) 82-95.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY



Instituto Nicaragüense de
Tecnología Agropecuaria



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org