



PRODUCTO 7. 2

Memoria de Taller Técnico de Seguimiento Anual del proyecto “Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia del uso del agua en la agricultura de ALC al 2030” 2021

Claudio Balbontín, Claudia Bavestrello, Britt Wallberg.



FONTAGRO



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Claudio Balbontín, Claudia Bavestrello y 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

www.fontagro.org





Contenido

Introducción	6
Antecedentes.....	7
Desafío	8
Equipo de Trabajo	9
Agenda de trabajo de la reunión anual	10
Presentaciones	12
Presentación 1. Experiencia de validación en la programación del riego de papas con información satelital: Ensayo Piloto PEPA, Coquimbo, Chile. Expositor: Claudio Balbontín Nesvara.....	12
Presentación 2. Programación del riego en tomates con información satelital: Validación en parcela Piloto INTA, San Juan, Argentina. Expositor: Fernando González.....	13
Presentación 3. Manejo del riego en tomate industrial: Comparación recomendaciones tradicionales de riego, coeficientes de cultivo y volúmenes de riego versus información satelital. Expositor: Federico Montenegro.....	14
Presentación 4. Programación del riego de maíz: Evaluación manejo temporada 2020/21 y proyecciones temporada 2021/22. Expositor: Roberto Martínez.....	15
Presentación 5. Modelamiento regional del consumo hídrico de los cultivos en la zona Villa Regina. Registros de terreno para la validación del modelamiento. Expositora: Ayelen Montenegro	16
Presentación 7. Manejo tradicional del riego por surcos en viñedo piloto de Mendoza: adaptación del aporte de riego superficial a las estimaciones con información satelital. Expositor: Carlos Puertas	18
Presentación 8. Manejo del riego en praderas para la producción ganadera. Expositores: Claudio García, Sofía Calero, Álvaro Otero.....	19

Presentación 9. Cultivo de lima ácida var. Tahití. Aplicación de riego de precisión y dendrometría. Infraestructura de registros ambientales. Expositores: Liliana Ríos / Mauricio Fernando Martínez	20
Presentación 10. Implementación del Modelo de Balance de Agua en el Suelo asistido con información Satelital Hidromore: recopilación de inputs para pilotos regionales. Expositores: Jesús Garrido / Alfonso Calera.....	22
Lecciones aprendidas	24
Conclusiones.....	25
Biografías de los participantes	26
Instituciones participantes	30



Índice de Cuadros

Cuadro 1. Profesionales e instituciones participantes.	9
Cuadro 2. Programa del taller anual 2021.....	10
Cuadro 3. Zonas y cultivos de aplicación.....	22

Índice de Figuras

Figura 1. Parte de la presentación del Dr. Claudio Balbontín en el Taller Annual 2021.	13
Figura 2. Presentación del Ing. Agrónomo Federico Montenegro en el Taller Annual 2021.....	14
Figura 3. Presentación Roberto Martínez en el Taller anual 2021.	15
Figura 4. Presentación de Ayelén Montenegro en el Taller anual 2021.....	16
Figura 5. Presentación de Guillermo Cuneo y Gustavo Satlari en el Taller anual 2021.....	18
Figura 6. Presentación de Carlos Puertas en el Taller Anual 2021.	19
Figura 7. Presentación de Sofía Calero, Álvaro Otero y Claudio García en el Taller Anual 2021. .	20
Figura 8. Presentación de Liliana Ríos en el Taller Anual 2021.....	21
Figura 9. Presentación de Jesús Garrido y Alfonso Calera en el Taller Anual 2021.	23

Introducción

Los desafíos asociados a la disponibilidad hídrica cada vez más limitada y los impactos del cambio climático, que anticipan un aumento de la aridez en numerosas zonas agrícolas a nivel mundial, demandan una adaptación en el manejo de los recursos hídricos para su óptima utilización. Afortunadamente, en la actualidad, disponemos de herramientas tecnológicas avanzadas para el monitoreo de la agricultura, junto con marcos conceptuales sólidos para su interpretación adecuada, lo que nos permite implementar metodologías altamente precisas para determinar el consumo hídrico de los cultivos y, por ende, las necesidades de riego.

En este contexto, la iniciativa "**Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia en la agricultura ALC-2030**" propone la utilización intensiva de series temporales de imágenes satelitales y otras tecnologías para analizar tanto las condiciones de desarrollo de los cultivos como del entorno en el que se desarrollan, con el fin de mejorar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos. Para alcanzar este objetivo, los países participantes del proyecto han implementado pilotos tecnológicos en dos escalas de trabajo: una a nivel de parcela, donde se analiza el estado de los cultivos dentro de la finca, y otra a nivel regional, donde se estudian grupos de cultivos para realizar una contabilidad del consumo hídrico en áreas extensas.

Estos pilotos han sido establecidos por las instituciones participantes del proyecto. INIA Chile cuenta con pilotos en el Valle del Elqui, Agrosavia Colombia en el Distrito Rut y Palmira, INTA Argentina en San Juan y Río Negro, DGI en Mendoza, y finalmente, INIA Uruguay tiene su piloto en Arroyo El Tala. Todos estos pilotos reciben apoyo y soporte de la Universidad Castilla La Mancha en España. El objetivo de estos pilotos tecnológicos es validar un paquete conceptual-tecnológico en cada ubicación que permita a diversos usuarios (agricultores, asesores, administradores de recursos hídricos, investigadores, entre otros) contar con fuentes de información y herramientas modernas para la gestión optimizada de los recursos hídricos, ya sea a nivel de parcelas o regiones de riego.

En el Taller Anual del año 2021, se discutieron los resultados preliminares obtenidos en las escalas de trabajo mencionadas y las experiencias de validación del paquete conceptual-tecnológico propuesto. Entre estos resultados, se examinó la implementación de la Plataforma Satelital PLAS en todas las zonas piloto, la entrega de información satelital de los cultivos (índice de vegetación) y su aplicación en tareas de asesoramiento del riego intrapredial, así como en la gestión del agua para las autoridades encargadas de los recursos hídricos. Además, se propusieron nuevos desarrollos para incorporar dentro de la Plataforma, como el modelamiento de la demanda ambiental (ETo).

Antecedentes

El proyecto "Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia en la agricultura ALC-2030" se inició con el propósito de abordar los desafíos relacionados con la gestión del agua en la agricultura en América Latina y el Caribe (ALC). Considerando la importancia crucial del agua en la producción agrícola y la creciente presión sobre los recursos hídricos debido al cambio climático y la expansión de la agricultura, este proyecto se propuso explorar y promover el uso de tecnologías innovadoras para mejorar la eficiencia en el uso del agua y optimizar la productividad agrícola en la región.

Como parte de las estrategias de difusión de resultados y transferencia de metodologías y técnicas desarrolladas en el marco del proyecto, se estableció la organización de Talleres Técnicos Anuales en las zonas piloto identificadas. Estos talleres se concibieron como plataformas para compartir experiencias, presentar resultados de investigación y discutir los avances y desafíos en la implementación de tecnologías para la gestión del agua en la agricultura.

En el primer año de proyecto, correspondiente al año 2021, debido a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19, se adaptaron las modalidades de los talleres, optando por realizarlos de forma remota para garantizar la seguridad de todos los participantes. A pesar de los desafíos logísticos y técnicos asociados con esta modalidad, el compromiso con los objetivos del proyecto y la necesidad de continuar avanzando en la búsqueda de soluciones innovadoras para la gestión del agua en la agricultura en la región motivaron la realización exitosa del Taller Anual de 2021.

Desafío

El principal desafío identificado a partir de los aprendizajes del Taller Anual es la implementación efectiva y generalizada de las tecnologías y prácticas discutidas. Aunque se han presentado soluciones innovadoras y prometedoras para mejorar la gestión del agua en la agricultura, el verdadero desafío radica en asegurar que estas soluciones se adopten ampliamente en diferentes contextos agrícolas y regiones de América Latina y el Caribe (ALC). Esto implica superar barreras como la accesibilidad a la tecnología, la capacitación adecuada de los agricultores, la disponibilidad de recursos financieros y el apoyo institucional y político. Además, es fundamental garantizar que estas soluciones sean culturalmente apropiadas y sostenibles a largo plazo, lo que requiere un enfoque integral y colaborativo que involucre a múltiples partes interesadas, incluidos agricultores, instituciones gubernamentales, organizaciones de investigación, sector privado y sociedad civil. Superar este desafío será crucial para garantizar la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico en la región.

Equipo de Trabajo

Los profesionales e instituciones participantes del Taller Anual se detallan a continuación:

Cuadro 1. Profesionales e instituciones participantes.

Institución	País	Profesional
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	Chile	Claudio Balbontín
Instituto Desarrollo Regional Universidad Castilla de la Mancha (UCLM)	España	Alfonso Calera Jesús Garrido
Agrosavia	Colombia	Liliana Ríos Mauricio Fernando Martínez
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)	Uruguay	Claudio García Sofía Calero Álvaro Otero
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	Argentina	Fernando González (INTA San Juan) Federico Montenegro (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

Agenda de trabajo de la reunión anual

El taller anual del año 2021 de reunión del proyecto “**Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia en la agricultura ALC-2030**” se realizó el día 26 de abril del año 2021 de forma remota y permitió discutir los avances y desafíos en el manejo del agua en la agricultura. Durante el evento, se presentaron diversas experiencias y estudios que destacaron la importancia de la información satelital y otras tecnologías innovadoras en la gestión eficiente del riego y el consumo hídrico en diferentes cultivos y regiones de ALC.

Los expositores compartieron sus avances de los ensayos piloto para programar el riego utilizando información satelital en cultivos como papas, tomates, maíz y viñedos, permitiendo una gestión más precisa y eficiente del recurso hídrico. Además, se discutieron estrategias de manejo tradicional del riego y su adaptación a las nuevas tecnologías, así como la importancia del monitoreo de la evapotranspiración real de los cultivos para optimizar el uso del agua.

El taller concluyó con una sesión de preguntas y comentarios, donde se abordaron temas clave y se enfatizó la importancia de continuar avanzando en la implementación de prácticas y tecnologías sostenibles para garantizar la disponibilidad y el uso eficiente del agua en la agricultura.

De esta manera, el taller proporcionó un espacio de intercambio de conocimientos y experiencias que contribuyó significativamente al avance del proyecto "Plataforma de Gestión del Agua en la Agricultura", destacando el potencial de la tecnología y la colaboración interdisciplinaria para abordar los desafíos hídricos en el sector agrícola. El programa se presenta en el

Cuadro 2.

Cuadro 2. Programa del taller anual 2021.

Hora (todas las exposiciones tendrán una duración máxima de 10 minutos)	Actividad
09:30	Bienvenida y objetivos principales del evento. Claudio Balbontín N.
09:40	Experiencia de validación en la programación del riego de papas con información satelital: Ensayo Piloto PEPA, Coquimbo, Chile. Expositor: Claudio Balbontín N.
09:50	Programación del riego en tomates con información satelital: Validación en parcela Piloto INTA, San Juan, Argentina. Expositor: Fernando González
10:00	Manejo del riego en tomate industrial: Comparación recomendaciones tradicionales de riego, coeficientes de cultivo y volúmenes de riego versus información satelital. Expositor: Federico Montenegro

10:10	<p>Programación del riego de maíz: Evaluación manejo temporada 2020/21 y proyecciones temporada 2021/22.</p> <p>Expositor: Roberto Martínez</p> <p>Modelamiento regional del consumo hídrico de los cultivos en la zona Villa Regina. Registros de terreno para la validación del modelamiento.</p> <p>Expositor: Ayalen Montenegro</p>
10:30	<p>Riego Tunuyan Inferior: Manejo de los recursos hídricos regionales, infraestructura de monitoreo de consumos y entregas.</p> <p>Expositores: Gustavo Satlari / Guillermo Cuneo</p>
10:40	<p>Manejo tradicional del riego por surcos en viñedo piloto de Mendoza: adaptación del aporte de riego superficial a las estimaciones con información satelital.</p> <p>Expositor: Carlos Puertas</p>
10:50	<p>Manejo del riego en praderas para la producción ganadera.</p> <p>Expositores: Claudio García, Sofía Calero, Álvaro Otero.</p>
11:00	<p>Cultivo de lima ácida var. Tahití. Aplicación de riego de precisión y dendrometría. Infraestructura de registros ambientales.</p> <p>Expositores: Liliana Ríos / Mauricio Fernando Martínez</p>
11:10	<p>Break: todos toman mate</p>
11:20	<p>Implementación del Modelo de Balance de Agua en el Suelo asistido con información Satelital Hidromore: recopilación de inputs para pilotos regionales.</p> <p>Expositores: Jesús Garrido / Alfonso Calera</p>
Ronda de preguntas y comentarios	
Cierre de la actividad	

Presentaciones

Presentación 1. Experiencia de validación en la programación del riego de papas con información satelital: Ensayo Piloto PEPA, Coquimbo, Chile. Expositor: Claudio Balbontín Nesvara

Resumen

La presentación muestra la información sobre el ensayo piloto realizado en Coquimbo, Chile, en la estación experimental Pan De Azúcar, en el cultivo de papas. El ensayo piloto utilizó información satelital para programar el riego del cultivo, lo que permitió optimizar el uso del agua y aumentar la productividad.

El póster también incluye un gráfico que muestra la evapotranspiración (ETo), la precipitación (Pp) y la ETo-Pp mensual para Coquimbo, Chile. Esta información es útil para los agricultores para planificar el riego de sus cultivos.

La información climática base para calcular las necesidades de riego son la Evapotranspiración (mm/día), esta información puede obtenerse de estaciones meteorológicas públicas que existen en Chile y que pueden entregar esta información de forma histórica desde que cuenten con registros. Por otro lado, esta información puede ser contrastada con la evapotranspiración del cultivo en particular, en este caso de papas. Las variables que determinan la ETo son la humedad relativa, la temperatura del aire, la velocidad del viento y la radiación solar incidente.

Por medio del uso de programación, con los datos necesarios obtenidos de estaciones meteorológicas, es posible hacer cálculos de forma automática, que luego se enriquecen con datos detallados del cultivo obtenidos, por ejemplo, a través de sondas de humedad del suelo que entregan la humedad del suelo a diferentes profundidades. Además, conociendo el perfil físico del suelo, esto es, textura, retención de humedad y capacidad de campo, por ejemplo, es posible afinar el cálculo de los requerimientos de riego de cada cultivo en una condición particular.

Además, es necesario tener un buen conocimiento del sistema de riego utilizado, por ejemplo, si son cintas de goteo será importante conocer el coeficiente de uniformidad del equipo, el caudal por minuto, entre otros.

A su vez, utilizando herramientas satelitales como la plataforma PLAS FONTAGRO, es posible hacer el seguimiento del cultivo durante el ciclo productivo, ya que a través del uso de imágenes satelitales, y de la identificación del uso de suelo, es posible obtener el NDVI. Luego, esta información se puede observar en campo, viendo como el índice se refleja en el desarrollo del cultivo. De esta manera, podemos ver la correlación existente entre el valor del NDVI con el coeficiente de cultivo, por lo que podemos obtener, a partir del NDVI el Coeficiente basal del

cultivo que luego utilizamos para calcular las necesidades de riego, y de esta manera dar una recomendación de riego ajustada a las necesidades reales del cultivo, lo que deriva en un mejoramiento de la eficiencia del uso de agua, mejorando el rendimiento del cultivo.

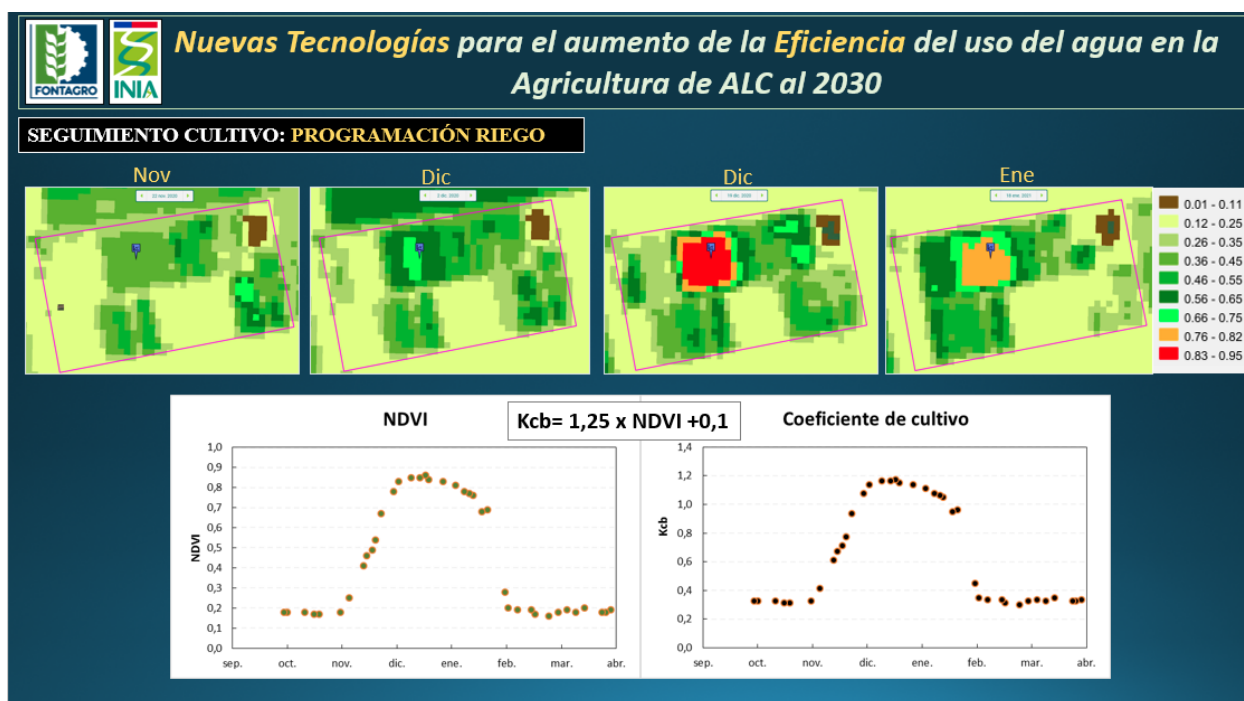


Figura 1. Parte de la presentación del Dr. Claudio Balbontín en el Taller Anual 2021.

Presentación 2. Programación del riego en tomates con información satelital: Validación en parcela Piloto INTA, San Juan, Argentina. Expositor: Fernando González

Resumen

Durante los meses iniciales se trabajó en la evaluación de los equipos de riego para el cálculo de la lámina bruta a aplicar en parcelas comerciales de tomate para industria en el departamento Pocito, provincia de San Juan, Argentina, que es parte de la tesis de Federico Montenegro. Hasta ese momento fue posible contar con la información inicial: la superficie de tomate industrial es de 1.559 ha, siendo el primer productor a nivel nacional, produce el 35% de Argentina, el rendimiento promedio es de 105 ton/ha. El departamento de pocito concentra el 47% de la producción de la provincia y el 95% se riega por goteo.

Presentación 3. Manejo del riego en tomate industrial: Comparación recomendaciones tradicionales de riego, coeficientes de cultivo y volúmenes de riego versus información satelital. Expositor: Federico Montenegro

Resumen

El trabajo consistió en evaluar la uniformidad de distribución utilizando Merrian-keller simplificado. Para esto se instaló, previo al transplante, un contador volumétrico al inicio del primer lateral de la subunidad, para medir la cantidad de agua aplicada al cultivo durante el ciclo productivo. Además, realizaron un estudio de suelo para describir el perfil hasta 1 metro de profundidad. Se compararon los coeficientes de cultivos sugeridos por la Asociación Tomate 2000 y los sugeridos por la plataforma PLAS, observando diferencias importantes que subestiman o sobrestiman el Kc.

Los principales resultados indican que La cantidad de agua aplicada supera significativamente a la cantidad de agua requerida si se considera el ciclo completo Sin embargo, en algún momento del ciclo del cultivo, se detectaron situaciones de déficit hídrico en el 90,5% de los casos y condiciones de exceso de riego en el 100% de los casos. Los emisores trabajan fuera del valor de presión nominal, lo que ocasiona que la descarga de los emisores sea varíe respecto al caudal de diseño Esto puede ocasionar subirrigación y mayor deposición de sedimentos por baja velocidad del agua. Sólo en el 33,3% de los casos, los equipos no pueden aplicar la lámina máxima diaria. Sin embargo, el 85,7% se regó en horas punta lo que ocasiona gastos innecesarios de energía eléctrica. Se aplicaron láminas de riego muy superiores a las requeridas que no redundaron en aumentos de rendimientos ni de calidad de fruto. De hecho, ante mayores cantidades de agua, se produjo mayor porcentaje de frutos rajados.



Figura 2. Presentación del Ing. Agrónomo Federico Montenegro en el Taller Annual 2021.

Presentación 4. Programación del riego de maíz: Evaluación manejo temporada 2020/21 y proyecciones temporada 2021/22. Expositor: Roberto Martínez

Resumen

En su presentación, El Dr. Roberto Martínez mostró la evaluación del manejo de la temporada 2020/21 y las proyecciones para la temporada 2021/22 en maíz regado por pivote central. La información trató sobre la ubicación del lote en la norpatagonia Argentina, los trabajos realizados de caracterización y dinámica del agua en el suelo, el seguimiento de la agronomía del cultivo, seguimiento con la plataforma PLAS Spider, el uso de datos meteorológicos, la programación del riego y la proyección para evaluar la eficiencia y productividad del uso del agua.

De esta manera, el avance hasta abril de 2021, consta de la realización de los análisis de suelos, la determinación de la curva de retención de humedad y el seguimiento de la humedad. Además, se registró la fecha de siembra, emergencia, manejos culturales, fenología del cultivo y rendimiento. Junto con esto, se realizó seguimiento al cultivo utilizando la plataforma PLAS FONTAGRO para registrar el NDVI del cultivo en la temporada, comparándolo con el Kc. La estación meteorológica se encuentra a menos de 1000 metros del cultivo en estudio y proporciona datos de temperatura del aire, radiación solar, humedad relativa, viento y ET0. Como dato preliminar, el cultivo tiene una evapotranspiración total de 730 mm.

Para el año 2022 se registrarán datos de pluviometría según programación del equipo, validación del funcionamiento del equipo de riego con medidas de campo, el número de riegos y láminas que para la fecha 2021 se encuentran en etapa de procesamiento.

Trabajos de caracterización y dinámica de agua en el suelo

Análisis de suelos
Determinación de curva de retención de humedad
Seguimiento de la humedad



Figura 3. Presentación Roberto Martínez en el Taller anual 2021.

Presentación 5. Modelamiento regional del consumo hídrico de los cultivos en la zona Villa Regina. Registros de terreno para la validación del modelamiento. Expositora: Ayelen Montenegro

Resumen

El trabajo presentado se sitúa en la Zona de Villa Regina en la provincia de Neuquén, Alto Valle del Río Negro. Con un total de 1978 kilómetros, el agua se entrega en turnos rotativos con una dotación de 1L/s en todo el periodo, que comprende desde principios de septiembre hasta fines de abril de cada año, y está pensado en el cultivo de frutales de pepita. En el subdistrito de Villa Regina hay 13400 hectáreas bajo riego, corresponde al 38 % de la producción de frutales de pepita de todo el el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Hay 110 establecimientos dedicados al empaque y conservación de peras y manzanas que comercializan en mercado interno y al exterior. Además, se encuentra el 35% de la capacidad frigorífica provincial y el 33% de los productores de la provincia.

Mensualmente cuentan con información meteorológica de la estación, que les entrega la precipitación y evapotranspiración diaria (Penman-Monteith). Además, cuentan con la información edáfica de Villa regina. La mayor superficie de Villa regina está cubierta por peras y manzana. A la fecha cuentan con información valiosa para la evaluación, como los caudales entrantes al sistema, dotación mensual, sensores de humedad, registro de riegos y caudales de riego.



PLATAFORMA DE GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA 2030-2050

26/4/2021

Modelamiento regional del consumo hídrico de los cultivos en la zona de Villa Regina. Registros de terreno para la validación del modelamiento



Ayelen Montenegro
EEA Ing. Agr Carlos H. Casamiquela (Alto Valle)
Ruta 22 km 1190



Figura 4. Presentación de Ayelén Montenegro en el Taller anual 2021.

Presentación 6: Riego Tunuyan Inferior: Manejo de los recursos hídricos regionales, infraestructura de monitoreo de consumos y entregas. Expositores: Gustavo Satlari / Guillermo Cuneo

Resumen

En la presentación se observó que el caudal solicitado es mayor que el caudal real acumulado. La diferencia entre la lámina real acumulada y la lámina programada es negativa, lo que indica que se ha recibido menos agua de la que se había programado. Además, el número de días con agua por turno es bajo. Los turnados se entregan en forma precisa, de acuerdo al tiempo que le corresponde a cada regante en la provincia de Mendoza. Existe un sistema de inspección que permite llevar un control de la entrega del agua.

Para el programa de turnados es necesaria información previa, como el pronóstico de escurrimiento, el plan de erogación, tener las variables de entrada tales como la superficie a regar en cada turno, el día de inicio del riego, la duración del riego en horas, el día de finalización del riego, el caudal a dotar en el canal. Además, existen indicadores de la herramienta de distribución tales como el día de inicio del riego en cada canal, duración del riego en el canal, día de finalización del riego, caudal a dotar en el canal, volumen total derivado, lámina total aplicada.

Para llegar a un sistema de distribución eficiente, han realizado pilotos en finca en Junín, Mendoza, en la cuenca del Río Tunuyán inferior, que corresponde a la inspección Canal Constitución. Para esto es necesario tener una caracterización de suelos, del cultivo y del sistema de riego. Además, por medio de la plataforma PLAS FONTAGRO es posible conocer la demanda del cultivo, de esta forma, en conjunto con los otros factores es posible realizar un balance de agua.

Entre los meses de enero y abril de 2021 se realizaron 7 evaluaciones de eficiencias de riego en el marco del convenio FONTAGRO, las que incluyen medidas de humedad del suelo por medio de sondas.

Hasta abril de 2021, los avances principales son la base de datos de las imágenes satelitales, las áreas de influencia para cada estación meteorológica, la depuración, relleno (radiación teórica) y acondicionamiento de bases de datos meteorológicas, la corrida del programa WATER para cada escena LANDSAT (51 aptas-sin nubes- entre 2015 y 2019) y el cálculo de ETo diarias para cada estación (ETo calculator-FAO). Con esto proceden a hacer balances de energía y a hacer simulaciones con diferentes softwares como HidroMORE y WEAP.

Finalmente, se han realizado reuniones de equipo con productores e ingenieros de FECOVITA, reunión general de distribución DGI de 5 cuencas y reunión de INTA, Inspección y DGI en el INTA.



Figura 5. Presentación de Guillermo Cuneo y Gustavo Satlari en el Taller anual 2021.

Presentación 7. Manejo tradicional del riego por surcos en viñedo piloto de Mendoza: adaptación del aporte de riego superficial a las estimaciones con información satelital. Expositor: Carlos Puertas

Resumen

Durante la fase inicial del proyecto se ha caracterizado la información edafoclimática, y se comenzará a evaluar el desempeño del riego superficial a nivel parcelario, balances hídricos anuales, monitoreo del estado hídrico del suelo y planta, productividad en kilos de fruta por planta.

La parcela corresponde a un viñedo regado en forma gravitacional con entrega de agua en forma discontinua (riego por turnado) a partir del sistema de distribución del Canal Constitución. En esta parcela, dado que no es posible decidir el momento de aplicación del riego por parte del productor, se utilizó el paquete conceptual-tecnológico para caracterizar la temporada de riego mediante un balance hídrico de cultivo y evaluar la respuesta del mismo manejado bajo regímenes habituales en la zona de estudio. Así también, comparar la metodología de estimación del kc a través de imágenes satelitales (Plataforma PlasFontagro) versus la estimación del kc obtenido a través de tablas a partir del Manual n°56 de FAO (Allen et al. 1998).



Proyecto FONTAGRO
PLATAFORMA DE GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA 2030 EN PAÍSES ALC

PILOTO ARGENTINA, Junín (Mendoza): Validación nuevas tecnologías en el riego de vides

Investigador: Carlos Puertas
email: puertas.carlos@inta.gob.ar



<https://www.fontagro.org/new/proyectos/gestion-del-agua-2030>

Figura 6. Presentación de Carlos Puertas en el Taller Anual 2021.

Presentación 8. Manejo del riego en praderas para la producción ganadera. **Expositores: Claudio García, Sofía Calero, Álvaro Otero.**

Resumen

En la fase inicial del proyecto, es necesario realizar una caracterización de los usos de suelo y sistemas productivos, de los sistemas de riego y de los criterios para el manejo del riego. Para esto, cuentan con mapas de uso de suelo, mapas de agua potencialmente disponible en la cuenca del Arroyo del Tala, mapas de clases de aptitud par cultivos, sectorización de suelos con sistemas de cultivos en rotación con pasturas, sistemas de arroz y ganadería extensiva, sistemas lecheros. En los sistemas productivos agrícola y ganadero el método de riego predominante es el Pivot Central.

Los componentes del estudio son: caracterización del suelo en distintas profundidades, implementación y uso de estación meteorológica, conocimiento del cultivo y caracterización del sistema de riego. Hasta el mes de abril, se ha realizado la caracterización del suelo y de los sistemas de riego.



Figura 7. Presentación de Sofía Calero, Álvaro Otero y Claudio García en el Taller Anual 2021.

Presentación 9. Cultivo de lima ácida var. Tahití. Aplicación de riego de precisión y dendrometría. Infraestructura de registros ambientales. Expositores: Liliana Ríos / Mauricio Fernando Martínez

Resumen

En el tiempo de ejecución del proyecto hasta abril de 2021 se implementó el piloto de Colombia en AGROSAVIA, C.I. Palmira en cultivo de Lima ácida Tahití aplicando riego de alta precisión y dendrometría. Se realizó la descripción del perfil del suelo de cada cultivo, exploración de la profundidad de raíces, diagnóstico del equipamiento y su funcionamiento y análisis de datos de las estaciones meteorológicas. Con estos datos pudieron evidenciar que efectivamente hay necesidad de riego.

Además, se estudiaron detalles del sistema de emisión en el cultivo y del riego tales como el tipo de riego, frecuencia, tiempo y aforos continuos, estudio del equipamiento hidráulico como el tipo de fuente, fuente de potencia, infraestructura, aforos.

Durante este tiempo se realizaron visitas constantes para el seguimiento de los cultivos y se realizaron consultas directas a los usuarios sobre el cultivo con preguntas tales como: edad del cultivo, material, rendimiento, costo del agua, costo de la energía para riego, ingresos por cosecha, infraestructura y su estado, valor de bombeo, entre otros.

Además, se colectó información secundaria del Distrito de Riego RUT, como información climática, suelos: ordenes, unidades y texturas, detalles hidráulicos, cultivos por tipos y áreas y

estudios previos en el lugar. Se instaló una red de monitoreo de la humedad del suelo en el Distrito RUT con sensores de precipitación, ETo y humedad del suelo. Adicionalmente, se inició el seguimiento a los cultivos, sin que se haya logrado instalar el total del equipamiento a abril de 2021.

Para los cálculos a nivel de cuenca, entregaron la información requerida a la Universidad de La Mancha: Localización, Series Climáticas, Cartografía, Suelos, Sitio de cultivos.

Finalmente, se realizó el primer evento de socialización del proyecto en el Distrito RUT.



Figura 8. Presentación de Liliana Ríos en el Taller Anual 2021.

Presentación 10. Implementación del Modelo de Balance de Agua en el Suelo asistido con información Satelital Hidromore: recopilación de inputs para pilotos regionales.

Expositores: Jesús Garrido / Alfonso Calera

Resumen

El avance del inicio del proyecto hasta abril de 2021, consistió en la presentación de la implementación de la herramienta HidroMORE al balance de agua en el suelo asistido con información satelital (RS-SWB), las zonas de aplicación, superficies y principales cultivos, recopilación de inputs para pilotos regionales y resultados preliminares.

Respecto de la implementación RS-SWB mediante la herramienta HidroMORE, se realiza a la escala de pixel, es un balance de agua en el suelo asistido por teledetección a través de series temporales NDVI provenientes de Landsat 8, Sentinel-2. Necesita de mapas de uso de suelo (clasificación supervisada), tiene una base de datos de mapa de suelos European Soil Data Base (EC-joint Research Centre, 2013) y de datos climáticos diarios de la red SIAR (pp, ETo).

En el año 2021 se aplicó a las zonas que se presentan en el **Cuadro 3**.

Cuadro 3. Zonas y cultivos de aplicación.

País	Institución	Zona	Superficie (ha)
Argentina	Irrigación DGI	Subcuenca del río Tunuyán Inferior	100.000
Argentina	INTA	Colonia Fiscal Sarmiento (San Juan)	2.000
Argentina	INTA	Río Negro (Villa Regina)	7.000
Chile	INIA-ULS	Valle del Elqui	15.000
España	IDR-UCLM	Mancha Oriental	100.000
Colombia	AGROSAVIA	Valle del Cauca (Distrito RUT)	10.000
Uruguay	INIA	Cuenca Arroyo del Tala	2.000

País	Zona	Cultivos Principales
Argentina	Río Tunuyán Inferior	Vid, frutal, olivo y hortalizas
Argentina	Colonia Fiscal Sarmiento (San Juan)	Vid, hortalizas y alfalfa
Argentina	Río Negro (Villa Regina)	Frutales de Pepita (peral y manzano) y de Carozo (durazno, ciruela y pelón)
Chile	Valle del Elqui	Vid, maíz, papas, alfalfa
España	Mancha Oriental	Vid, trigo, cebada, maíz, cebolla, ajo, alfalfa, almendro y olivo
Colombia	Valle del Cauca (Distrito RUT)	Caña de azúcar, maíz, vid, papaya, maracuyá, guanábana, cacao, lima ácida tahiti y aguacate
Uruguay	Del Tala	Arroz, maíz, sorgo, soja y pasturas

Nuevas Tecnologías para el Aumento de la Eficiencia del Uso del Agua en la Agricultura de ALC al 2030

Implementación del Modelo de Balance de Agua en el Suelo asistido con información Satelital (RS-SWB)

HidroMORE: recopilación de inputs para pilotos regionales

Jesús Garrido Rubio y Alfonso Calera Belmonte

Reunión Avance, 26 de abril de 2021



Figura 9. Presentación de Jesús Garrido y Alfonso Calera en el Taller Anual 2021.

Lecciones aprendidas

- I. El uso de información satelital es una herramienta eficaz para optimizar la programación del riego en diversos cultivos. Permite una gestión más precisa y eficiente del recurso hídrico al proporcionar datos relevantes sobre la evapotranspiración, precipitación y necesidades hídricas de los cultivos.
- II. La comparación entre las recomendaciones tradicionales de riego y aquellas basadas en información satelital resalta la importancia de adaptar las prácticas de manejo del agua a las nuevas tecnologías disponibles. Esto implica una revisión de los coeficientes de cultivo y volúmenes de riego para garantizar una gestión más eficiente.
- III. Los resultados preliminares mostraron la importancia de realizar un monitoreo continuo de los sistemas de riego para garantizar su eficacia y evitar situaciones de déficit hídrico o exceso de riego. Se resalta la necesidad de ajustar los equipos y las prácticas de riego para optimizar el uso del agua y mejorar la calidad del cultivo.
- IV. El éxito de las experiencias presentadas se debe en gran medida a la colaboración entre expertos en diferentes áreas. Esta colaboración permite abordar los desafíos hídricos desde una perspectiva integral y desarrollar soluciones más efectivas.
- V. La implementación de modelos de balance hídrico asistidos con información satelital muestra el potencial para realizar análisis a escala regional y proporcionar recomendaciones específicas para diferentes zonas y cultivos. Esto resalta la importancia de adaptar las estrategias de gestión del agua a las condiciones locales y regionales.

Conclusiones

El taller anual del proyecto "Nuevas tecnologías para el aumento de la eficiencia en la agricultura ALC-2030" subrayó el papel fundamental de la innovación tecnológica en la transformación del manejo del agua en la agricultura.

Aunque se han logrado avances prometedores, persisten desafíos en la implementación a gran escala de las tecnologías y prácticas presentadas. Es crucial abordar cuestiones como la accesibilidad y la capacitación en el uso de las nuevas herramientas, así como garantizar la disponibilidad de recursos y apoyo institucional para su adopción generalizada.

La gestión del agua en la agricultura debe ser abordada desde una perspectiva holística que considere no solo la eficiencia en el uso del recurso, sino también su sostenibilidad a largo plazo. Esto implica la integración de prácticas agrícolas sostenibles, la conservación del suelo y la biodiversidad, y la mitigación de impactos ambientales negativos.

El éxito de las experiencias presentadas en el taller depende en gran medida de la continuidad y la capacidad de adaptación a medida que evolucionan las condiciones climáticas y las tecnologías disponibles. Es fundamental mantener un enfoque flexible y receptivo a los cambios, así como fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos en curso.

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. 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.

Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org