



# PROYECTO SEPOR

Servicio de  
Programación y Optimización

del Uso del Agua de  
**Riego**

BOLETÍN INFORMATIVO

**Proyecto SEPOR,  
Objetivos, Alcances y Proyecciones**

[www.sepor.cl](http://www.sepor.cl)

## ¿Qué es el Proyecto SEPOR?

El Servicio de Programación y Optimización del uso del Agua de Riego (SEPOR), es una iniciativa piloto de la comisión Nacional de Riego, ejecutada por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Universidad de Talca. A través de este programa se implementó un servicio especializado para la asistencia en programación y optimización del riego, dirigido a productores pertenecientes a la Junta de Vigilancia de la 2a Sección de Río Cachapoal (región de O'Higgins), Canal Maule Norte y Junta de Vigilancia del Río Longaví (región del Maule).

El objetivo principal del SEPOR fue la optimización técnica y económica del uso del agua de riego mediante la puesta a disposición de los agricultores de un sistema de información en tiempo real de dosis y frecuencias de rie-

go, orientado a satisfacer regular y eficientemente, en cantidad y oportunidad, los requerimientos de agua de los cultivos, en las diferentes etapas de su desarrollo.

El SEPOR originalmente se ejecutó en el período comprendido entre enero de 2007 y diciembre de 2009, no obstante considerando una ampliación de la cobertura el proyecto y el interés tanto de los regantes como de la CNR, durante el transcurso del año 2009 se puso en marcha una extensión del proyecto denominada Programa de Transferencia Tecnológica en Programación del Riego VI y VII Regiones, para ampliar el impacto del proyecto, al incorporar un número mayor de agricultores a las actividades del programa.



## Actividades del SEPOR

Para el cumplimiento de sus objetivos, las actividades del SEPOR se desarrollaron en cuatro áreas básicas.

- Implementación y puesta en operación de un servicio especializado para asistir en las actividades de optimización del uso del agua de riego, a través del seguimiento y análisis de las variables agro climáticas.

- Investigación y desarrollo de las necesidades hídricas de los cultivos en el área de influencia del proyecto. Esta considera la calibración del modelo de evapotranspiración FAO Penman-Monteith e identificación del comportamiento hídrico de las especies vegetales.

- Transferencia de la tecnología a través de actividades de difusión, capacitación y asis-

tencia técnica a agricultores beneficiarios, técnicos y profesionales del entorno del SEPOR.

## Implementación y puesta en marcha del SEPOR

Para lograr los objetivos planteados, se estableció una red de estaciones meteorológicas automáticas (EMAs) que permite registrar las variables agroclimáticas: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, precipitaciones y radiación solar, necesarias para establecer las pérdidas de agua de un cultivo de pasto o condición de referencia, de esta manera es posible estimar indirectamente el consumo de agua de los cultivos. La red consta de 4 EMAs en la provincia de Cachapoal (Comunas de Coltauco, Doñihue, San Vicente, Coínco), 5 EMAs en la provincia del Maule (Comunas de Talca, San Clemente, Pelarco y San



Rafael) y 3 EMAs en la provincia de Linares (Comunas de Longaví, Retiro y Parral). Este equipamiento se puede comunicar a través de la transmisión a través de la red GPRS (telefonía celular) lo que les ha permitido operar en una zona amplia sin inversiones posteriores. Además se implementó un Módulo Central en las instalaciones del CITRA en la ciudad de Talca y que corresponde al centro neural del proyecto, donde se produce la captura de los datos registrados por las EMAs en terreno, a través de una base de recepción y es almacenada en un servidor, desde el cual se procesa por profesionales especializados en riego, que posteriormente entregan información para los usuarios.

Posterior a la puesta en marcha, se desarrolló una plataforma o sistema informático (edSEPOR), que permite la gestión de la información agroclimática y la entrega de información procesada vía internet. Esta consta de un software

que opera en el módulo central, que recolecta y procesa la información de las EMAs. Además se desarrolló una aplicación web que permite la gestión de la información y un sistema de cuentas de usuario, en un entorno amigable, que facilita su uso por parte de los usuarios. Esta última se encuentra integrada a la página web del SEPOR ([www.sepor.cl](http://www.sepor.cl)). Actualmente edSEPOR cuenta con un registro de información agroclimática desde Enero de 2008.

### Investigación y Desarrollo (I+D)

Dentro de las actividades de I+D del SEPOR, se realizaron ajustes o calibraciones a las fórmulas que permiten estimar las pérdidas de agua por los cultivos o evapotranspiración. Además se ajustaron las variables particulares de demanda de agua o coeficientes de cultivo



para 8 cultivos representativos de cada zona, de manera de regar optimizando el uso de agua, calidad y rendimiento para cada cultivo, en cada zona. A continuación se describe brevemente las actividades desarrollada y los principales resultados.

### Calibración de Penman Monteith FAO 56

Para cuantificar la cantidad de agua que debe estar disponible para las plantas se requiere la estimación de la evapotranspiración. El método recomendado por la FAO como único procedimiento estándar para la definición y el cálculo de la evapotranspiración de los cultivos corresponde al de Penman-Monteith. Este modelo fue calibrado en las zonas del SEPOR, mediante el ajuste de un submodelo de radiación neta, la cual es la fuente de la ener-

gía empleada en la evapotranspiración.

Los resultados de este estudio proporcionaron la evidencia necesaria para establecer que este modelo es efectivo en la determinación de la evapotranspiración horaria. La metodología de cálculo presentada en esta investigación, mostró una estimación con un error máximo de 6% permitiendo su uso en la programación de riego. Actualmente, el modelo ajustado forma parte del sistema edSEPOR, proporcionando un valor de evapotranspiración calibrado a nivel local.

### Coeficientes de cultivo y niveles de reposición hídrica

Se realizaron diferentes ensayos para estimar las necesidades de los cultivos asociados a cada área agroclimática, los que fueron definidos como Unidades Agroclimáticas de Validación (UAV). Se evaluó el efecto de diferentes niveles de riego

sobre la producción y calidad de distintos huertos comerciales ubicados en las diferentes zonas del área de influencia de las juntas de vigilancia. En estas Unidades, se realizó la calibración de los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para las distintas especies seleccionadas. Se evaluaron cinco niveles de reposición hídrica, 50, 75, 100, 125 y 150% del riego aplicado por el productor (según la programación de riego entregada). Los requerimientos hídricos de las plantas, fueron estimados a partir de la evapotranspiración de referencia, usando datos provenientes de las estaciones meteorológicas automáticas asociadas al ensayo.

## Cultivos

### Maíz de Grano y Semillero

Para este cultivo, las parcelas experimentales fueron establecidas en las regiones de O'Higgins (Coltauco) y del Maule (San Clemente y

Retiro). En términos generales, los niveles de agua aplicados podrían ser disminuidos aproximadamente hasta en un 25% de la evapotranspiración de cultivo, nivel a partir del cual se obtendrían ahorros de agua sin generar desmedros significativos en los rendimientos.

### Manzano

Se llevaron a cabo dos ensayos durante la temporada 2007-08 y tres durante la temporada 2008-09, estuvieron ubicados en la región de O'Higgins (Coltauco) y del Maule (Pelarco y Retiro). Los resultados de rendimiento y peso de frutos, mostraron que el nivel de reposición hídrica aplicado por el agricultor fue el mejor tratamiento. Con éste se obtuvieron coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) cercanos a los recomendados en literatura.



## Uva de Mesa

Se realizó un ensayo en una parcela experimental durante las temporadas agrícolas 2007-08 y 2008-09 en el sector de “El Sauce”, comuna de Coltauco, Región de O’Higgins. Los resultados de rendimiento y calidad de los frutos indican que el mejor nivel de reposición hídrica es el aplicado por el agricultor, el cual mantuvo las plantas en buenas condiciones hídricas, empleando un volumen de agua razonable para la temporada.

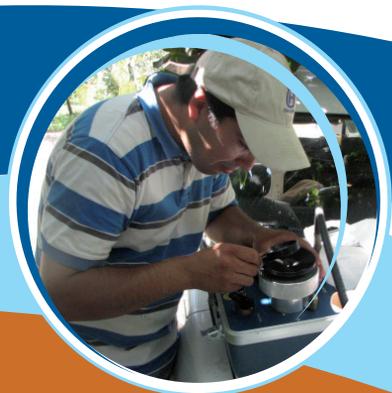
## Tomate Industrial

Para evaluar el efecto de cinco láminas de riego (riego por surcos) sobre el rendimiento y factores de calidad de tomate industrial se establecieron parcelas experimentales en la región del Maule (San

Clemente) durante las temporadas 2007-2008 y 2008-2009.

Los resultados obtenidos en la primera temporada indican que los coeficientes de cultivos utilizados a partir de la literatura, se podrían reducir a un 50% de la posteriormente a la floración, lo que permitiría un ahorro importante de agua sin afectar los parámetros vegetativos ni de rendimiento.

Los resultados obtenidos en la segunda temporada muestran como un mal manejo de los niveles de agua aplicados pueden causar efectos negativos aminorando la madurez y calidad final de los frutos (fruta verde y de desecho) dados por un excesivo nivel de humedad del suelo principalmente hacia fines del periodo de desarrollo.



## Olivos

Para este cultivo, se realizó un ensayo durante las temporadas agrícolas 2006-2007, 2007-2008 y 2008-2009 en una parcela experimental ubicada en el sector de Quepo, Pencahue, región del Maule. Los volúmenes de agua de riego aplicados en los diferentes tratamientos con restricción hídrica durante las tres temporadas produjeron ahorros de agua con respecto al control entre un 2,2% a un 37,0%. La cantidad de agua de riego aplicada tuvo efectos significativos en el peso del fruto, peso de pulpa e índice de color para las tres temporadas. Sin embargo, los componentes de calidad y la composición ácido graso no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos durante las tres temporadas. Los aceites de cada tratamiento se encuentran dentro de los valores aceptados por el COI (Consejo Oleícola Internacional) para ser clasificados como aceite de oliva “extra virgen”.

## Uva Vinífera

El estudio se llevó a cabo en Talca, región del Maule, se estableció una unidad experimental dentro de un viñedo cv. Carménère de 9 años de edad. Los resultados muestran que la estrategia de riego propuesta (reponer el 40% de la evapotranspiración de la vid entre cuaja a cosecha) logra ahorros de agua de alrededor de un 65,2%, en comparación al riego tradicional aplicado por el agricultor. Las disminuciones en el aporte hídrico, no tuvieron efecto significativo en la mayoría de los componentes de rendimiento durante la primera y segunda temporada. Los análisis de la composición química del vino en la primera temporada no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, a diferencia de la temporada 2007-2008 donde la intensidad de colorante y polifenoles totales pre-



sentaron diferencias significativas entre los tratamientos menos regados. Por lo tanto menores tasas de riego ayudarían a mejorar estos componentes en el vino. Se concluye que es posible disminuir la cantidad de agua de riego aplicada al cultivar Carménère entre cuaja a cosecha, sin afectar de forma negativa la calidad final tanto de la fruta como la del vino resultante de esta, produciendo con esto un ahorro importante de agua y energía eléctrica.

### Arándano

El estudio se llevó a cabo en dos variedades (Bonita y Briggita) y estuvo localizado en la comuna de Longaví (región del Maule) durante

la temporada agrícola 2007-2008 y en el sector de Camelia, comuna de Retiro (región del Maule) durante la temporada 2008-2009. Basado en los resultados obtenidos en el ensayo de arándanos Bonita, y tomando en cuenta que las diferencias de rendimiento se establecen en los parámetros de diámetro y peso de fruto (interés comercial) es se puede concluir que el tratamiento con mejores resultados y mayor eficiencia es la reposición del 100% de la evapotranspiración. En cuanto al ensayo en arándanos Briggita, se considera que el coeficiente de cultivo en el período de cuaja, puede ser reducido, sin afectar los parámetros del rendimiento, logrando con esto una reducción importante en el uso del agua.



## Servicio de Asesoría en Programación del Riego

El objetivo de esta actividad, fue la asistencia permanente en la operación del equipamiento y la programación del riego a los agricultores beneficiados por los servicios del SEPOR, en términos de regulación, operación, manipulación y mantenimiento de los mismos.

La asistencia técnica consistió en realizar visitas periódicas en terreno (semanales y quincenales) a cada uno de los productores seleccionados donde se entregó asistencia en dos niveles:

**Asesoría Completa:** incluyó el monitoreo de la humedad del suelo utilizando el sensor de humedad de suelos TDR, para determinar el momento óptimo de aplicación del

riego, según umbrales de riego establecidos a través de la determinación de las constantes hídricas y capacidad de estanque. Se entregó la información de consumo de agua de los cultivos para la toma de decisiones de programación de la frecuencia y tiempo de riego

**Asesoría Básica:** incluyó el monitoreo de la humedad del suelo utilizando calicatas. A través de una manera sencilla y didáctica se explicaba al productor como determinar el contenido de humedad según el tipo de suelo donde aplicaba el riego, considerando la profundidad de raíces del cultivo y algunas condiciones particulares de cada suelo. Además, se efectuaron recomendaciones generales para el riego resolviendo inquietudes particulares de los agricultores.



Se estableció un aumento progresivo en el número de agricultores asesorados, finalizando el 2010 con un total de 123 (Gráfico 1). Los sistemas con mayor representación fueron el riego por surcos en sistemas gravitacionales y el goteo/cinta en los riegos tecnificados (Gráfico 2). En cuanto al impacto por género, el 19% de los asesorados fueron mujeres y el 81% hombres (Gráfico 3).

Gráfico 1. Agricultores Asesorados en Programación de Riego

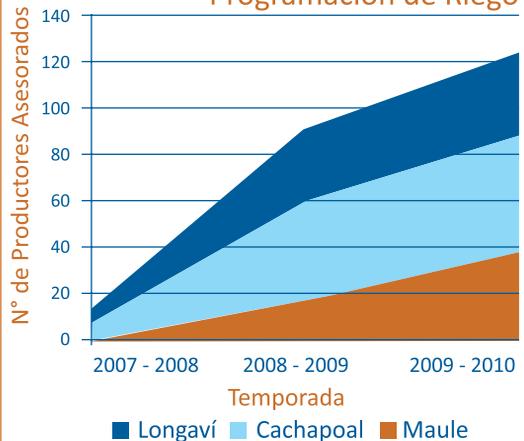


Gráfico 2. Tipo de Riego en Agricultores Asesorados

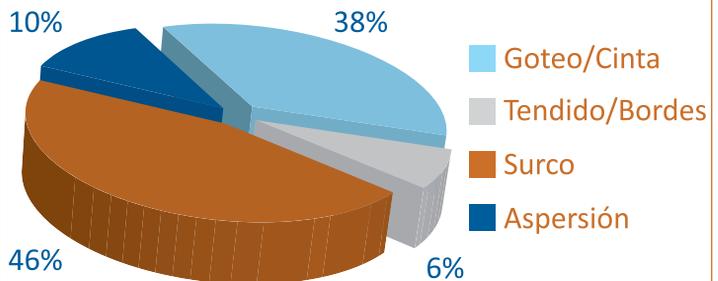
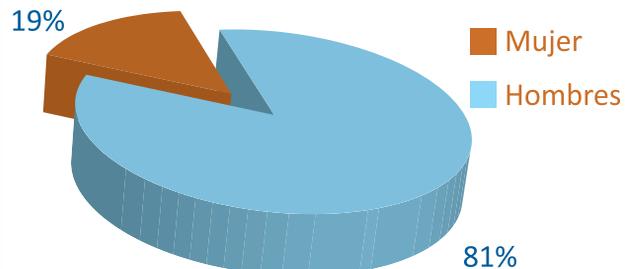


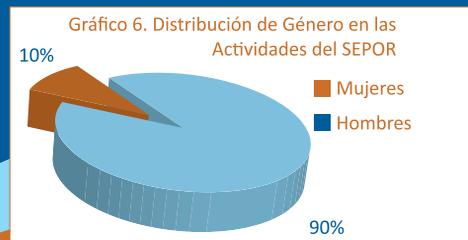
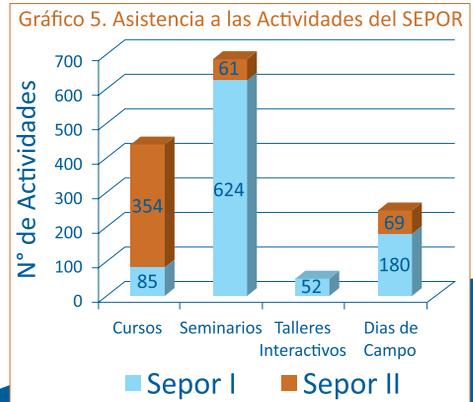
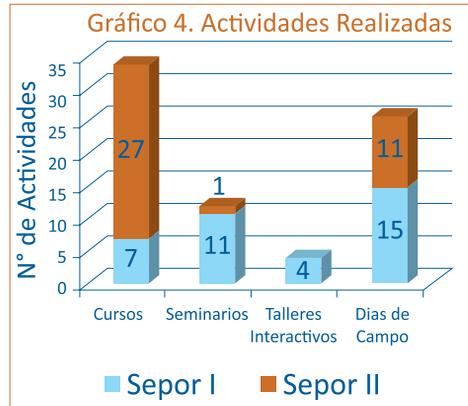
Gráfico 3. Distribución de Género Agricultores Asesorados en Programación de Riego



## Transferencia Tecnológica

El proyecto SEPOR consideró la ejecución de distintos mecanismos de transferencia tecnológica, para capacitar a los beneficiarios en la optimización del uso del agua de riego a través del monitoreo y la adecuación de sus prácticas de riego con las recomendaciones del SEPOR. Además se consideró la capacitación de técnicos y profesionales que se desempeñan en funciones de apoyo a la agricultura en áreas como métodos y técnicas de programación de riego. En forma paralela se desarrolló una labor de difusión de las actividades del SEPOR. La transferencia oral consistió en la ejecución de cursos, seminarios, días de campo y talleres interactivos. La realización de estos se efectuó en distintos niveles, existiendo actividades orientadas a agricultores y otras a profesionales del agro. En el **Gráfico 4** se indican el número de actividades realizadas en el proyecto. El número total de asis-

tentes se muestra en el **Gráfico 5**, con un total de 439 para los cursos, 685 en seminarios, 52 en talleres interactivos y 249 en días de campo. La distribución de género de los participantes fue de 10% de mujeres y 90% de hombres (**Gráfico 6**).



Por otra parte , la transferencia escrita comprendió la elaboración y publicación de cartillas de divulgación, boletines y artículos. El número de publicaciones se muestra en la Tabla 1 y actualmente se encuentran disponible para descarga en el sitio web [www.sepor.cl](http://www.sepor.cl)

**Tabla 1.** Publicaciones del SEPOR

	SEPOR I	SEPOR II
Cartillas Divulgativas	18	6
Boletines Técnicos	6	2
Artículos	11	

El Programa de Transferencia Tecnológica en Programación del Riego contempló la asistencia técnica en terreno a productores asociados a las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA's) Junta de Vigilancia de la 2ª Sección del Río Cachapoal (región de O'Higgins), Maule Norte y Junta de Vigilancia del Río Longaví (Región del Maule), organizaciones que están participando en el programa SEPOR, de la CNR.

Este programa de transferencia tecnológica complementó al SEPOR, a través de la realización de actividades en terreno como asistencia personalizada (108 productores), 17 días de campo y de actividades de formación, como 24 cursos de capacitación y 3 seminarios.

En términos generales, los productores intervenidos manifestaron estar conformes con la asistencia técnica entregada, a través de la cual pudieron aprender y darse cuenta de la evolución de la humedad del suelo y así ajustar la frecuencia y tiempo de riego a cada cultivo en particular. Además que fue un servicio novedoso para algunos ya que nunca antes habían incorporado conceptos y tecnologías para programar el riego.





**COMISION NACIONAL DE RIEGO  
DIRECCIÓN**

Alameda 1449. Piso 4, Santiago-Chile  
(Metro Moneda)  
Web: [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)

**HORARIOS DE ATENCIÓN**

De Lunes a Jueves de 9:00 a 18:00hrs  
y Viernes de 9:00 a 17:00hrs.

La Comisión Nacional de Riego ha habilitado la Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS), la cual puede ser contactada mediante las siguientes vías:  
Teléfono: (56-2) 4257908 - e-mail: [cnr@cnr.gob.cl](mailto:cnr@cnr.gob.cl)

El presente documento constituye un material de divulgación preparado por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNIVERSIDAD DE TALCA.  
Campus Talca, Avenida Lircay s/n, teléfono 71-200426, Talca.  
“Permitida su difusión total o parcial, citando la fuente”



[www.citrautalca.cl](http://www.citrautalca.cl)