



SEMINARIO DE CLAUSURA PROYECTO  
"SIAR LIMARÍ"

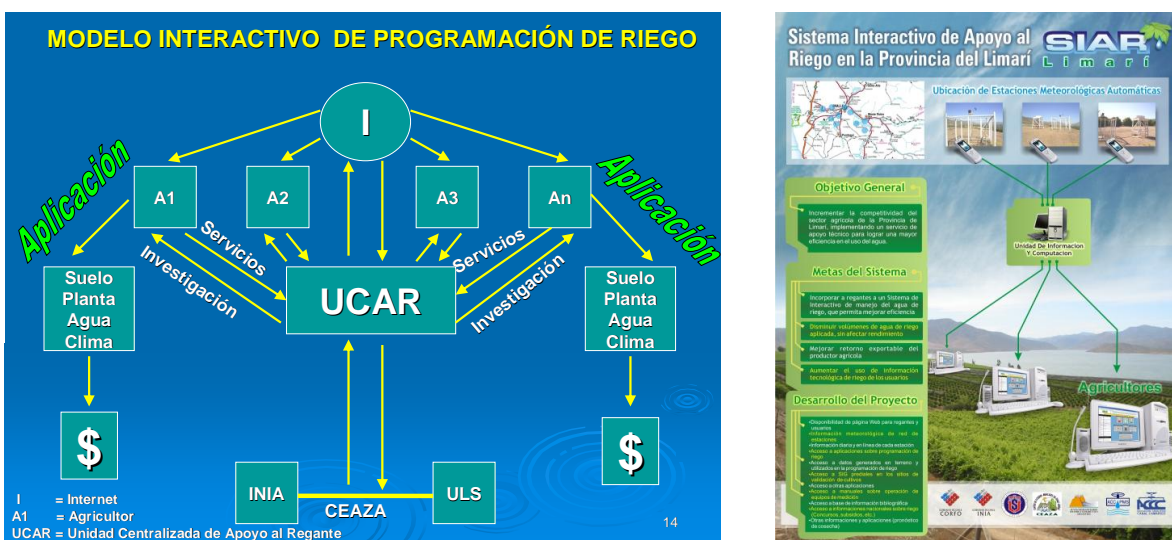


OVALLE, 31 DE AGOSTO DE 2009.

## 1. INTRODUCCION

Con fecha de hoy 31 de Agosto del 2009, finaliza su ejecución el Proyecto "**Sistema interactivo de apoyo al riego, en la Provincia del Limarí, SIAR Limarí**", ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA; con la co ejecución de la Universidad de La Serena, a través de la participación del Departamento de Agronomía y del Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas, CEAZA; y el apoyo de las instituciones asociadas: Junta de Vigilancia del Río Grande y Limarí y sus Afluentes, Asociación de Canalistas del Canal Camarico y la Asociación de Canalistas Canal Palqui, Maurat, Semita.

Para la ejecución del proyecto se contó con financiamiento del Programa INNOVA de CORFO, de los propios regantes y de las instituciones ejecutoras; por un período de 3 años (2006-2008), mas una extensión de 8 meses en el año 2009. Durante su ejecución se consideró la implementación del modelo que se presenta en la Figura 1, el cual refleja una interacción continua entre el proyecto y los usuarios o regantes a través de la página Web.



**Figura 1:** Modelo Interactivo para el desarrollo del proyecto

En su ejecución el proyecto fue desarrollado en las siguientes etapas:

- **Etapas I – Año 2006**, denominada de **Diagnóstico, Diseño e Implementación**, constituida por catorce (14) actividades, que se mencionan en el Cuadro 1, con el objetivo de establecer la línea base para la implementación de una Red o Sistema Interactivo de apoyo a los regantes de la cuenca del Limarí, basado en la utilización de la tecnología de INTERNET.
- **Etapas II – Año 2007**, denominada de **Constitución de Base de Datos, Inicio de Validación de Variables e Implementación de la Estrategia de Transferencia y Difusión y Capacitación de Usuarios**, constituida por diez (10) actividades (Ver Cuadro 1).
- **Etapas III – Año 2008 y Año 2009** (enero a agosto), denominada de **Ajuste de Parámetros Agronómicos, Continuidad de la Implementación de la Estrategia de Transferencia y Difusión y Capacitación de Usuarios; y Elaboración del Plan de Sustentabilidad**, constituida por doce (12) actividades (Ver Cuadro 1). En esta etapa y la anterior el objetivo fue establecer y poner en operación el sistema interactivo de apoyo a los regantes de la cuenca del Limarí, basado en la utilización de la tecnología de INTERNET.

**Cuadro 1.-** Temáticas y Actividades relacionadas entre las etapas, durante el desarrollo del proyecto SIAR Limarí.

<b>Aspectos Temáticos</b>	<b>Etapas I Año 2006</b>	<b>Etapas II Año 2007</b>	<b>Etapas III Año 2008 y 2009</b>
<b>Constitución del Equipo de Trabajo e Implementación de Oficina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución del equipo de trabajo.</li> <li>• Implementación de la Unidad Centralizada de Apoyo al Regante (UCAR).</li> </ul>		
<b>Elaboración y puesta en Internet de Software de Programación de Riego, Evaluación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de Software existentes para la programación de riego o diseño de un software apropiado para las condiciones locales.</li> <li>• Colocación de Software de programación de riego en Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios a terceros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración y/o ajuste se Software.</li> <li>• Evaluación del funcionamiento del programa interactivo.</li> </ul>
<b>Disponibilidad de material SIG, Implementación y Operación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la disponibilidad del material SIG disponible en el área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación y Operación SIG.</li> </ul>	
<b>Catastro de Estaciones Meteorológicas y creación y funcionamiento de la Red</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catastro de estaciones meteorológicas</li> <li>• Validación de estaciones automáticas instaladas de acuerdo a la OMM.</li> <li>• Evaluación de los modelos de las nuevas estaciones meteorológicas a adquirir por los agricultores que se incorporarían a la Red.</li> <li>• Análisis de la información histórica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacialización de la información agrometeorológica.</li> <li>• Análisis de la factibilidad de colocar las estaciones en Red.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de la Red CEAZA SIAR Limarí.</li> </ul>
<b>Diagnostico General y Validación de Parámetros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico general de los predios asociados al proyecto y Georreferenciación.</li> <li>• Selección y caracterización de los predios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y validación de parámetros.</li> <li>• Validación de protocolos o guías de mediciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de consistencia de la información.</li> <li>• Seguimiento y monitoreo de las variables del modelo.</li> </ul>
<b>Estrategia de Difusión, Transferencia Tecnológica y Capacitación de Usuarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de estrategia de transferencia y difusión de resultados.</li> <li>• Realización de actividades de Difusión para los regantes del Limarí.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de la estrategia y difusión y capacitación a usuarios.</li> <li>• Realización de actividades de difusión para regantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuidad de la estrategia de transferencia y difusión y capacitación de usuarios e incorporación de nuevos usuarios.</li> <li>• Evaluación de la estrategia de transferencia y difusión y capacitación de usuarios, que da cuenta del grado de cumplimiento y el impacto alcanzado.</li> </ul>
<b>Capacitación de Equipo de Trabajo, Cursos y Gira</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de cursos de capacitación para investigadores del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de actividades de capacitación para los investigadores del proyecto.</li> <li>• Misión Tecnológica a España- Murcia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de actividades de capacitación para los investigadores del proyecto.</li> <li>• Misión tecnológica a USA-California*.</li> </ul>
<b>Diseño y Operación del Plan de Sustentación</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y operación del plan de sustentación.</li> </ul>

\*Actividad no realizada, recursos reitemizados.

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

**2.1. Objetivo General del Proyecto.** Diseñar, implementar y poner en marcha un Sistema Interactivo, para apoyar a los regantes en su gestión del riego a nivel intrapredial.

### **2.2. Objetivos Específicos**

1. **Diseñar un sistema interactivo**, considerando aspectos técnicos, metodológicos y de operación de los componentes: infraestructura, equipamiento y personal; además del diseño de productos, servicios y estrategias. Considera como productos y/o resultados: Plano de ubicación de las unidades operativas del sistema y funcionamiento de componentes técnicos (oficina y campo); Plan de desarrollo de productos y servicios; Plan estratégico de promoción de productos y servicios;
2. **Implementar el sistema**, poniendo énfasis en la calibración de equipos y en la implementación de una estrategia de generación de productos y servicios. Los productos y/o resultados asociados a él serían: Adquisición, ubicación y calibración de equipos y coeficientes; generación de modelos para sustentar los productos y servicios;
3. **Operar el sistema interactivo de gestión**, para el asesoramiento del riego intrapredial. Lográndose como productos/servicios: Red operativa e interactiva en comunicación con el cliente; desarrollo y marcha de las estrategias de sustentación de los productos y servicios

## **3. ACTIVIDADES REALIZADAS**

Tomando en cuenta el relacionamiento existente entre las actividades de las diferentes etapas (Cuadro 1), agrupadas en aspectos temáticos, a continuación se da cuenta de los principales aspectos y resultados obtenidos en cada caso:

### **3.1.- Constitución del equipo de trabajo e implementación de oficina**

Durante el primer año del estudio y luego de un proceso de llamado a concurso a través de la prensa y entrevista a postulantes, se procedió a la selección de los profesionales idóneos, para posteriormente, luego de efectuar los trámites administrativos correspondientes, se firmaron los respectivos contratos con un Ingeniero en Informática, un Ingeniero Agrónomo y personal Técnico.

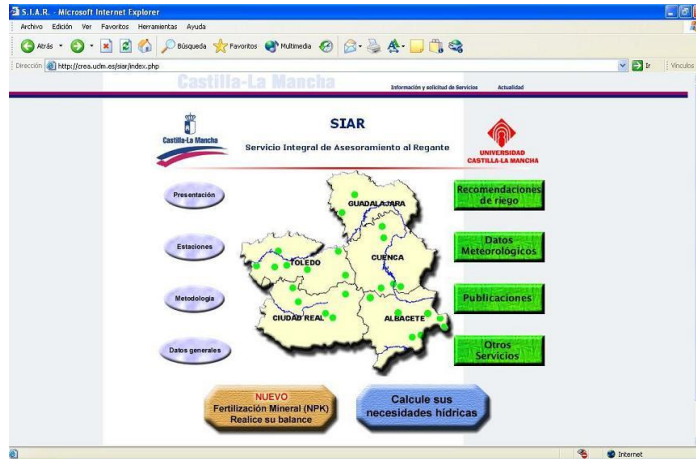
La implementación de la oficina fue considerada como actividad crítica, en la planificación del proyecto; tomando en cuenta que la Unidad Centralizada de Apoyo al Regante (UCAR) sería en el futuro, el eje de funcionamiento y sustentación del proyecto. En ella descansó la interacción con los regantes y el soporte del sistema. A consecuencia de esto se definió, instalarla desde un principio en un lugar cercano a las oficinas de las organizaciones de regantes. Para ello se contó con el apoyo de la Junta de Vigilancia del Río Grande, Limarí y sus Afluentes, quien puso a disposición del proyecto una oficina.

### **3.2.- Elaboración y puesta en Internet de Software de Programación de Riego.**

En primer lugar se analizó una muestra de 12 sitios de Internet de programación de riego, de países como España, EE.UU., Chile e Italia entre otros, con la finalidad de evaluar el diseño y la utilidad que prestan al usuario las diferentes funcionalidades, conocer la forma en que se distribuye la información e investigar los métodos utilizados. Algunos de los factores evaluados fueron: la

amigabilidad con el usuario, el diseño y la distribución, calidad y cantidad de la información entregada.

Luego de haber evaluado los sitios de Internet se pudo establecer que había ciertas secciones de contenido que eran comunes a la mayoría, pues reunían la información de mayor utilidad para los usuarios regantes. De estas secciones, sus contenidos, diseño y distribución se tomó nota, con el objetivo de incluir las fortalezas en las especificaciones de diseño del sitio del SIAR-Limarí y superar asimismo las debilidades de cada sitio explorado. Un ejemplo de los sitios evaluados se presenta en la Figura 2, correspondiente al sitio del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante, Castilla-La Mancha, España.

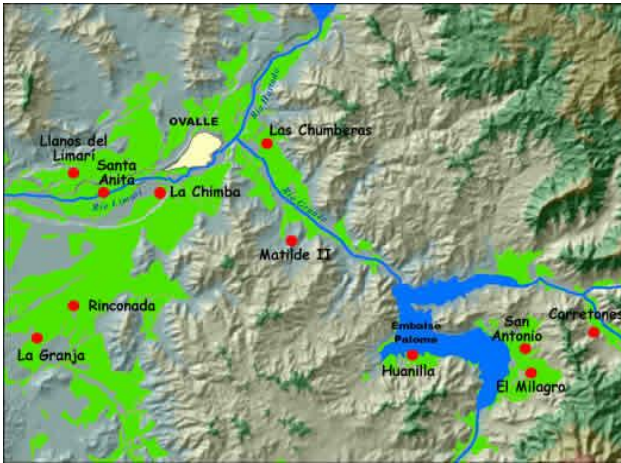


**Figura 2.-** Pagina Web del Servicio Integral de asesoramiento al regante.

Por otro lado se evaluaron una serie de Software para verificar si era posible y/o conveniente adquirir o adaptar una aplicación de programación de riego disponible en el mercado o bien es necesario desarrollar una solución ad-hoc. Sin embargo ninguna de las aplicaciones descargadas fue totalmente compatible con los requerimientos del SIAR-Limarí, pues este proyecto es heterogéneo en su configuración de componentes físicos y presenta características de funcionamiento que son demasiado específicas como para adaptarse a una solución genérica, como son las ofrecidas en Internet.

Luego de este análisis se establece que la interfaz gráfica más favorable para las condiciones locales sería una semejante a la implementada por el CEAZA-MET, con ciertas adaptaciones y mejoras.

Durante la Etapa II la red interactiva estuvo operativa. Se logró conectar todas las estaciones meteorológicas asociadas al proyecto, ubicadas en distintos lugares de la Provincia del Limarí (Figura 3). Algunas de estas Estaciones eran de propiedad privada, quienes cedieron su información para ser publicada; otras fueron adquiridas con aportes de las tres organizaciones de regantes asociados al proyecto y otras estaciones fueron cedidas por parte de la Universidad de La Serena y el CEAZA, co-ejecutores del proyecto. Para efectuar la conexión en red y transmisión de datos ON-LINE se contrató a una empresa de la IV región, que entregó la mejor opción tecnológica para entregar datos en tiempo real. Esta empresa fue DESAMD, a través de la plataforma SIPA; y sobre esta plataforma se trabajó la generación a nivel de usuario de gráficas comparativas y reportes de tipo climatológicos.



**Figura 3.-** Ubicación de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la red SIAR.

Finalmente se crea el sitio [www.siar.cl](http://www.siar.cl) a través del cual los usuarios pueden visualizar la información climática en tiempo real.

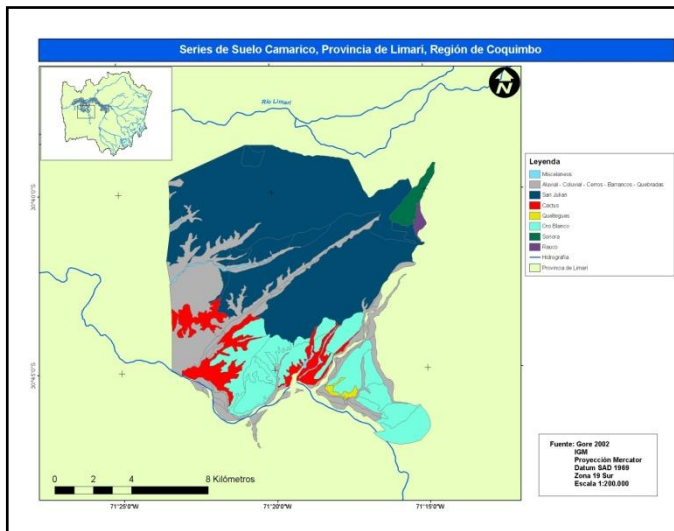
### **3.3.- Disponibilidad de material SIG, Implementación y Operación.**

Para abordar esta temática se encontró una valiosa fuente de información en el proyecto de CORFO denominado PTI-Limarí (2005) que reúne toda la información a escala provincial (Provincia del Limarí) con fuentes generales de escala regional (1:250.000) que tienen como fuente topográfica la información IGM. Su deficiencia radica en la heterogeneidad del origen de la información y escasa validez espacial a escalas locales o prediales.

Particularmente importante para el proyecto fueron las bases de información reunidas por la Comisión Nacional de Riego que fueron conocidas en profundidad, aunque responden sólo parcialmente a los requerimientos de escala y resolución necesarias para el proyecto, nuevamente estas bases muestran heterogeneidad de las fuentes de información y procedimientos usados para levantar los datos, situación que imposibilita su utilización en forma directa, requiriéndose de procesos de validación y corrección profundas. Puede ser considerada de manera complementaria a la base reunida por el PTI, ya que incorpora coberturas de los sistemas de regadío, distritos agro climáticos y clasificaciones de suelo, estas tres coberturas poseen deficiencias asociadas con una representatividad espacial heterogénea que se concentra en los fondos de valle con escalas de resolución dispares.

Adicionalmente se estructuró el protocolo de georeferenciación (mediante ejercicios de validación en terreno para diversos sectores del área de estudio que consistieron en 3 campañas para cubrir sus secciones alta, media y baja) y el protocolo para la definición de las áreas de influencia de las estaciones meteorológicas (usando imágenes satelitales Landsat 5 y 7). El Protocolo de georeferenciación se construyó mediante una serie de salidas a terreno para determinar en diversos sectores del área de estudio, los tiempos requeridos y la resolución alcanzable a través del GPS de tipo navegador que toma la lectura de los datos con una precisión de 3 a 5 metros, donde se guarda el punto en la memoria interna del GPS, indicando alfanuméricamente el sitio georeferenciado con una denominación que sea concordada.

Durante la Etapa II se abordó la actividad denominada "Operación del SIG" que consistió en la colocación de información SIG en Internet asociada a las características de los suelos y del clima provincial (Figura 4). La metodología utilizada consistió en la generación, digitalización y adecuación de una serie de coberturas de información pre-existentes mediante el uso del software ArcGis9.2 para las características provinciales del clima y los levantamientos de suelos existentes en el área de estudio. Toda este material cartográfico digital quedó disponible en el sitio Web del proyecto [www.siar.cl](http://www.siar.cl), para uso de los agricultores de la red.



**Figura 4.-** Series de Suelos del Área Camarico, cartografía obtenida en SIG, durante el proyecto.

### 3.4 Catastro de Estaciones Meteorológicas y creación y funcionamiento de la RED

Aprovechando el diagnóstico general realizado en los predios de la Provincia, se efectuó el catastro que permitió establecer la red de estaciones meteorológicas en el valle del Limarí, lográndose la localización, identificación y georeferenciación de 39 Estaciones Meteorológicas Automáticas y 37 Estaciones Meteorológicas Manuales; totalizándose 76 unidades catastradas, en el área de influencia inmediata del Proyecto. Las visitas fueron realizadas con apoyo de los investigadores del área de meteorología, riego, frutales y SIG, y por los profesionales y técnicos del proyecto.

La evaluación de las estaciones se efectuó según lo establece la normativa de la Organización Mundial de Meteorología (OMM). Algunas de las normas son las siguientes:

- ❖ *La estación debía estar en un lugar representativo del área del estudio*
- ❖ *La estación debía estar alejada de árboles que impidieran el libre paso del viento*
- ❖ *La estación debía estar alejada de casas, packing o cualquier cuerpo que absorba y emita calor o impida el libre paso del viento.*
- ❖ *La estación debería estar alejada de fuentes de agua que pudieran interferir en las medidas de humedad relativa y temperatura.*
- ❖ *Todos los obstáculos deben estar a una distancia mayor que cuatro veces la altura del obstáculo de la estación meteorológica.*

Cada una de las estaciones visitadas fue caracterizada, considerando su localización, sensores disponibles y sistema de transmisión de datos. Se pudo constatar que existían problemas en la instalación de algunas de las estaciones, además de que la mayoría de las estaciones instaladas no recibían una mantención anual; incluso en varios predios no existía un plan de mantención.

Vistos los antecedentes de terreno y la información recopilada, que constituyen el catastro, se encontró que solamente una estación cumplía las normas de instalación. Las otras presentaban algunas deficiencias.

Finalmente se seleccionaron 6 Estaciones Meteorológicas Automáticas para proceder a validarlas (Cuadro 2) y aunque solo una de ellas presentaba buenas condiciones de instalación, en conversación con los propietarios y administradores de los predios se acordó que después de la validación de las estaciones estas serían re-localizadas a lugares que fueran representativos del sector.

**Cuadro 2:** Antecedentes de las Estaciones seleccionadas para ser validadas.

N°	Empresa Propietaria	Coordenadas		Marca de la Estación	Localización
		Norte	Este		
1	PALOMA ESTATE S. A.	6.595.534	306.435	DAVIS	El Palqui, Ribera sur Embalse La Paloma
2	PROHENS Ltda.	6.597.506	320.875	DAVIS	Fundo Carretones, al oriente de Monte Patria
3	FRUTEXPORT	6.596.075	315.418	DAVIS	Fundo San Antonio, El Palqui, al oriente
4	AGRICOM	6.605.372	296.826	DAVIS	Matilde 2, bajo Embalse La Paloma, ribera sur
5	PALOMA ESTATE S. A.	6.613.740	294.876	DAVIS	Chumbera, bajo Embalse La Paloma, al oriente de Sotaquí
6	ALVAREZ CORRAL	6.608.576	286.722	DAVIS	Llanos de La Chimba, parte alta sobre camino a Socos

Además de las estaciones pertenecientes a los agricultores de la zona, el proyecto contemplo la adquisición de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA´s). Para esto se generó información relevante, en cuanto a las características y bondades de los equipos o estaciones meteorológicas automáticas, existentes en el mercado nacional; lo que permitió orientar a las organizaciones de regantes respecto del modelo de Estación a adquirir. Producto de ello se elaboró un documento técnico con todos los antecedentes y análisis de marcas y modelos disponibles.

Adquiridas las estaciones del Proyecto (3), como la que se muestra en la Foto 1, con aportes de las organizaciones de regantes, se planteó la necesidad de verificar su funcionamiento, para después utilizarlas como estaciones validadoras de aquellas instaladas en predios de agricultores.



**Foto 1.-** Estación Meteorológica Automática instalada durante el Proyecto SIAR Limarí.

Para las estaciones adquiridas por el proyecto se escogió el datalogger Campbell CR 1000, dado que la experiencia existente en la materia y la opinión técnica de los especialistas demostraron que es un instrumento robusto, de buena calidad, que tienen una garantía de 3 años y servicio técnico.

Una vez armadas las estaciones estas fueron instaladas en las dependencias del INIA para evaluar y verificar el funcionamiento de sus sensores. Durante esta etapa, también fueron validadas una estación meteorológica automática de la Escuela de Agronomía de La Universidad de La Serena y otra del CEAZA. Estas fueron prestadas al proyecto, previo acuerdo con la Asociación de Regantes de Camarico para instalarlas en el área de influencia del canal, porque en esta área no existían estaciones meteorológicas instaladas en los predios de agricultores.

Para la validación de las 6 Estaciones Meteorológicas Automáticas, localizadas en predios de agricultores, el proyecto, a través de una licitación privada contrato los servicios de la Empresa SIELCOM Ltda., que en un plazo de tres meses entregó el informe técnico.

De esta manera y en forma adelantada, se configuró una red de estaciones meteorológicas automáticas en el valle del Limarí, según requerimientos de soporte técnico adecuados a la realidad tecnológica de la zona.

Uno de los aportes fundamentales del proyecto fue la entrega de información agroclimática de buena calidad, vale decir, bajo adecuados estándares de funcionamiento, manejo e interpretación de los datos. Esta información ha sido utilizada por los productores asociados para la toma de decisiones de uso del agua, y a los investigadores para la validación de parámetros precisos que permitan optimizar el recurso hídrico en nuestra región, además de otras aplicaciones que se pudieron obtener a partir de datos agro climáticos. En este esquema, y tomando en cuenta experiencias internacionales, el proyecto se propuso dar un salto tecnológico importante, al mantener una red operando en tiempo real, o por lo menos con un desfase de tiempo entre la obtención del dato climático y su publicación en la Web lo mas reducido posible, esto le da mayor versatilidad a la información generada, y amplía el abanico de opciones de utilización, por parte de los productores asociados y no asociados al proyecto en el ámbito del manejo agronómico de sus predios.

Como se señalaba anteriormente, en la segunda etapa del proyecto la red se encontró operativa, conectadas y funcionando en red todas las estaciones meteorológicas asociadas al proyecto; tanto privadas, como aquellas estaciones adquiridas con aportes directos de las organizaciones de regantes y las cedidas por la Universidad de La Serena y el CEAZA.

El soporte Web se alojó en el servidor de la empresa que prestó el servicio (DESAMD), a través de la plataforma SIPA, y sobre esta plataforma se trabajó principalmente en la generación, a nivel de usuario, de gráficas comparativas y reportes de tipo climáticos. El despliegue de la información en la página web del proyecto, fue la que se indica en la Figura 5.

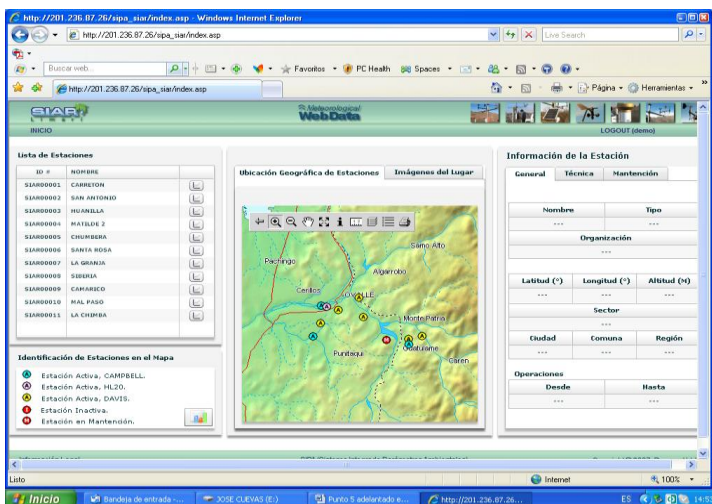


Figura 5.- Despliegue inicial de la página Web [www.siar.cl](http://www.siar.cl).

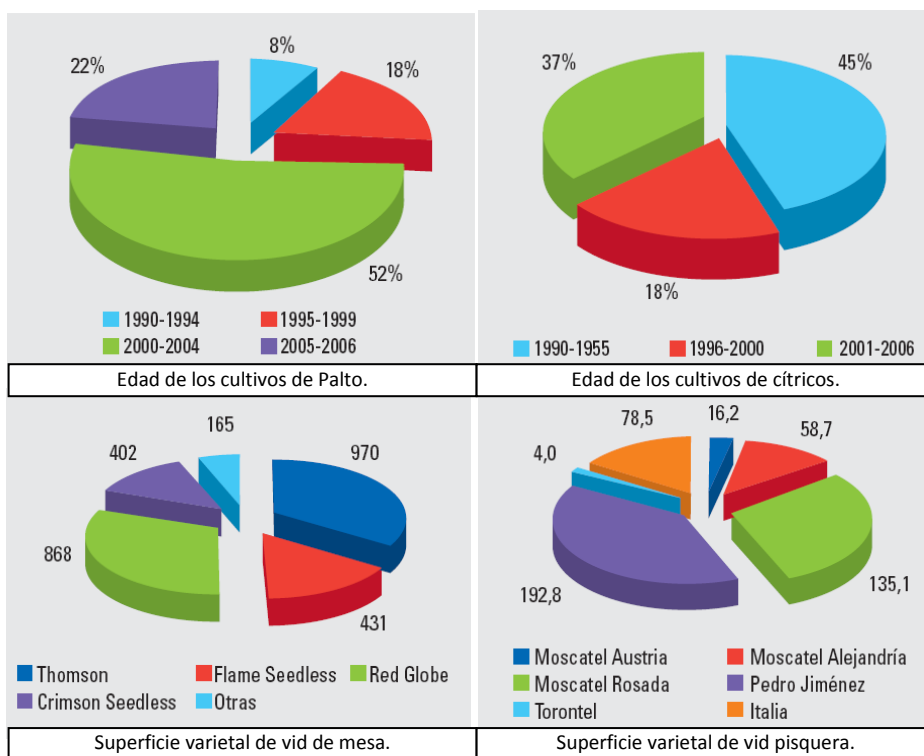
En esta pagina Web fue posible visualizar la ubicación de cada estación, seleccionar aquella ubicada en la zona de interés o cercana a ella y obtener datos climáticos, en forma de grafico o reporte, en tiempo real, de variables como temperatura, humedad relativa, acumulación de horas frío o días grado, entre otras aplicaciones. El funcionamiento de esta red se extendió durante todo el año 2008 y actualmente el sitio continúa operativo, pero las estaciones no están conectadas en red, por lo que sus datos solo se pueden visualizar en forma histórica.

### 3.5.- Diagnóstico general y validación de parámetros.

Esta actividad contempló la caracterización de aquellos predios que inicialmente o potencialmente pudiesen incorporarse o interactuar con la red. Para ello se les efectuó un diagnóstico con el objetivo de obtener información agronómica y climática relacionada con riego, de tal forma que pudiese utilizarse en el software de aplicación de Programación de riego.

Durante el año 2006 se caracterizaron 150 predios enmarcados en el área de influencia geográfica y administrativa de las Organizaciones de Regantes asociadas al proyecto. Para ello se aplicó una encuesta que buscaba conocer información de su predio, su sistema de riego, si disponían de estación meteorológica y de la incidencia de plagas y enfermedades, entre otros temas. Parte de los resultados de este diagnostico se presenta en la Figura 6, donde se muestra la edad de las plantaciones y variedades de algunos de las especies seleccionadas para el proyecto.

**Figura 6:** Algunos de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada en la etapa de diagnóstico.



La ejecución del proyecto se enmarcó dentro de un sistema productivo ya establecido; y en un sector geográfico donde se ha desarrollado una agricultura con altos niveles de inversión en infraestructura, de manera de aprovechar los beneficios de producir en épocas que permiten altos retornos económicos. En este contexto las especies que destacan, tanto por superficie como por rentabilidad son: vid de mesa, variedad Thompson Seedless; Palto, variedad Hass; y Mandarino, variedad Clemenule.

Como se señala en el Cuadro 3, la superficie caracterizada alcanzó a 22.223 ha, lo que aproximadamente representa un poco menos del 50% de la superficie regada del valle del Limarí. Sin embargo, la superficie que representa a las especies vegetales que se han planteado como objetivo de estudio sólo registra 3.777 ha, lo que equivale al 17%, aproximadamente. La diferencia con respecto a la superficie total esta dada por aquellas explotaciones agrícolas que cultivan otras especies o variedades, entre ellas vides para pisco, que después se incluyeron en el estudio. En otros casos corresponden a predios que no han sido explotados en su totalidad, o que presentan sectores no aptos desde un punto de vista agrícola.

**Cuadro 3:** Superficie total de los predios encuestados y distribución por especie y disponibilidad de estación meteorológica.

<b>Tipo de Estación en predios</b>	<b>Nº Predios encuestados</b>	<b>Superficie total (ha)</b>	<b>Superficie total (%)</b>	<b>Vid de Mesa Thompson Seedless</b>	<b>Palto Hass</b>	<b>Mandarina Clemenule</b>
Total	150	22.223	100,00	1.340	2.020	417
Estaciones automáticas	39	6.330	28,48	349	1.150	139
Estaciones manuales	37	5.381	24,21	489	504	251
Sin Estación	74	10.512	47,30	502	366	27

De los predios encuestados un 28,4%, equivalente a 6.330 ha, disponen de estaciones meteorológicas automáticas y un 21,2% solamente tiene estaciones meteorológicas manuales, representados en 5381 ha. Un 47,3% de los predios encuestados no tienen estación meteorológica de ningún tipo, ni tampoco usan información climática en su gestión productiva. Es precisamente este último grupo el que se incluyó fuertemente en las acciones de difusión del proyecto; utilizando como herramienta la página Web, donde tuvieron acceso a información climática procesada y otras aplicaciones, como la Programación de Riego.

Con los antecedentes recolectados se seleccionaron predios en 3 rubros frutícolas: vides, paltos y cítricos, en los cuales se buscó obtener una aproximación de los coeficientes y parámetros de programación de riego, tomando como base las demandas del cultivo. El Cuadro 4 muestra las variables que se validaron y cuáles fueron los referentes que se utilizaron.

Sobre esta base se planificó el trabajo en terreno, específicamente en cuanto a la implementación de los ensayos, cuyo esquema se indica en el Cuadro 5; y donde:

- T1 : El riego se manejó sobre la base del programa de riego del agricultor (100%).
- T2 : 75% del programa de riego del agricultor, equivalente a un posible estrés hídrico leve.
- T3 : 50% del programa de riego del agricultor equivalente a un posible stress hídrico severo.
- T4 : El riego se manejó considerando el programa de riego del agricultor, durante la mayor parte de la temporada de riego; restringiendo el riego en cierta época del año y equivalente a un estrés hídrico severo, para lo cual se consideró una reposición del 50% del programa de riego del agricultor.

**Cuadro 4.** Matriz de variables a validar.

Variable	Referencia	Verificadores	Equipos
ETo	Información histórica local de diferentes orígenes y calidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Temperatura</li> <li>❖ Humedad Relativa</li> <li>❖ Radiación Solar</li> <li>❖ Velocidad del Viento</li> </ul>	Estación Meteorológica Automática
Kc	Datos FAO para diferentes especies	Demanda real de agua del cultivo, obtenida a través de balance hídrico en el suelo, evaluando: <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Potencial Xilemático</li> <li>❖ Diámetro del tronco</li> <li>❖ Desarrollo de raíces</li> <li>❖ Desarrollo fenológico</li> <li>❖ Producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Bomba de Scholander</li> <li>➢ Barrenos</li> <li>➢ Estufa de secado</li> <li>➢ Diviner 2000</li> <li>➢ Otros</li> </ul>
Ks	Datos FAO para diferentes texturas de suelo	Determinación de <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ textura de los suelos,</li> <li>❖ densidad aparente,</li> <li>❖ profundidad efectiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Barrenos</li> <li>➢ Estufa de secado</li> <li>➢ Método Bouyoucos</li> <li>➢ Cilindros</li> <li>➢ Otros</li> </ul>
MP y PS	Modelos y ecuaciones de bibliografía	Mediciones directas en las plantas de: <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Diámetro de copa</li> <li>❖ Altura de follaje</li> <li>❖ Proyección de la sombra</li> <li>❖ Geometría del follaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Carpeta cuadriculada</li> <li>➢ Huinchas</li> <li>➢ Otros</li> </ul>

**Cuadro 5.** Esquema de distribución de los tratamientos en cada sitio de validación.

B1	B2	B3	B4	B5
T1	T2	T4	T3	T4
T2	T1	T3	T4	T1
T3	T4	T2	T1	T2
T4	T3	T1	T2	T3

*B: Bloque, T: Tratamiento*

Durante la segunda temporada quedaron implementados los 10 ensayos que estaban comprometidos: 4 en vides, 3 en paltos y 3 en mandarinos. De estos 10 ensayos, 4 de ellos fueron instalados en el año 2006, es decir en la Etapa I del proyecto y 6 en el año 2007, durante la Etapa II. En el Cuadro 6, se identifican todos los ensayos de validación.

**Cuadro 6:** Predios con ensayos implementados de validación agronómica.

Nº	Predio	Sector	Cultivos	EMA de Referencia	Coordenadas	Fecha de Instalación
1	Frutexport	El Palqui	Uva de mesa	San Antonio <sup>1</sup>	6596072 – 0315417	Nov. 2006
2	La Granja	Camarico	Uva de mesa	La Granja <sup>1</sup>	6596592 – 0276591	Oct. 2006
3	Agricor	Sotaquí	Paltos	Las Chumberas <sup>2</sup>	6594080 – 0314058	Oct. 2006
4	Uniagri	El Palqui	Mandarinas	Santa Rosa <sup>2</sup>	6593400 – 0317013	Nov. 2006
5	La Granja	Camarico	Mandarinas	La Granja <sup>1</sup>	6593592 – 0276591	Jun. 2007
6	Carretones	Carretones	Mandarinas	Carretones <sup>1</sup>	6597385 – 0320865	Jun. 2007
7	Jacobita Alfonso	Huallilinga	Paltos	Matilde 2 <sup>2</sup>	6607148 – 0298263	Ago. 2007
8	Alberto Aguirre	Camarico	Uva Pisquera	Camarico <sup>2</sup>	6599789 – 0278987	Jul. 2007
9	Juan Prohens	Limarí	Uva Pisquera	Limarí <sup>1</sup>	6609531 – 0281848	Jul. 2007
10	Raúl Álvarez*	Llanos de Limarí	Paltos	Llanos de Limarí <sup>1</sup>	6610881 – 0280905	Nov. 2007
11	Antumalal	Tabalí	Paltos	Antumalal <sup>1</sup>	6607619 - 267975	Abr. 2008

<sup>1</sup>. Estación Meteorológica ubicada en el mismo predio. <sup>2</sup>. Estación Meteorológica ubicada en un predio cercano.

\*. Ensayo trasladado a predio Antumalal.

Establecidos los ensayos, según planilla indicada en el Cuadro 5, y posterior al diagnóstico inicial, en cada caso, se inició la aplicación de los protocolos de validación, con el seguimiento de cada uno de ellos. El desarrollo de esta actividad comprendió la redacción, evaluación, revisión y publicación de guías de medición de mediciones en el suelo, en las plantas y guía y uso de los equipos correspondientes. El objetivo fue que estas guías fuesen utilizadas por usuarios del sistema, para realizar evaluaciones a nivel de campo y de esta forma puedan determinar las condiciones mas apropiadas para el desarrollo de las plantas, respecto a la aplicación de agua.

Los protocolos o guías desarrolladas son los siguientes y el usuario puede consultarlas actualmente en el sitio Web [www.siar.cl](http://www.siar.cl).

#### Guías para definir los cambios en el suelo

- Determinación de la textura del suelo.
- Toma de muestras para determinación de fertilidad de suelo
- Determinación de la velocidad de infiltración del agua en el suelo.
- Interpretación de constantes hídricas del suelo.
- Uso del sensor de humedad DIVINER2000.

#### Guía para definir la uniformidad del sistema de riego

- Evaluación de goteros.

#### Guía para estimación de cambios en las plantas

- Muestreo e interpretación de análisis foliar.
- Uso de bomba Scholander e interpretación de datos.
- Metodología para determinación de % de aceite en paltas.

### **3.5.1 Resultados de Validación obtenidos en Vid de Mesa, cv. Thompson S.**

- **Localidades de El Palqui y Camarico.**

El éxito de la mayoría de los cultivos está directamente relacionado con el volumen de agua consumida a través del proceso de evapotranspiración (ET); mantener un contenido de agua en el suelo que no limite la tasa de ET durante toda la temporada es la estrategia más exitosa para maximizar la productividad de los cultivos (Gurovich y Páez, 2004).

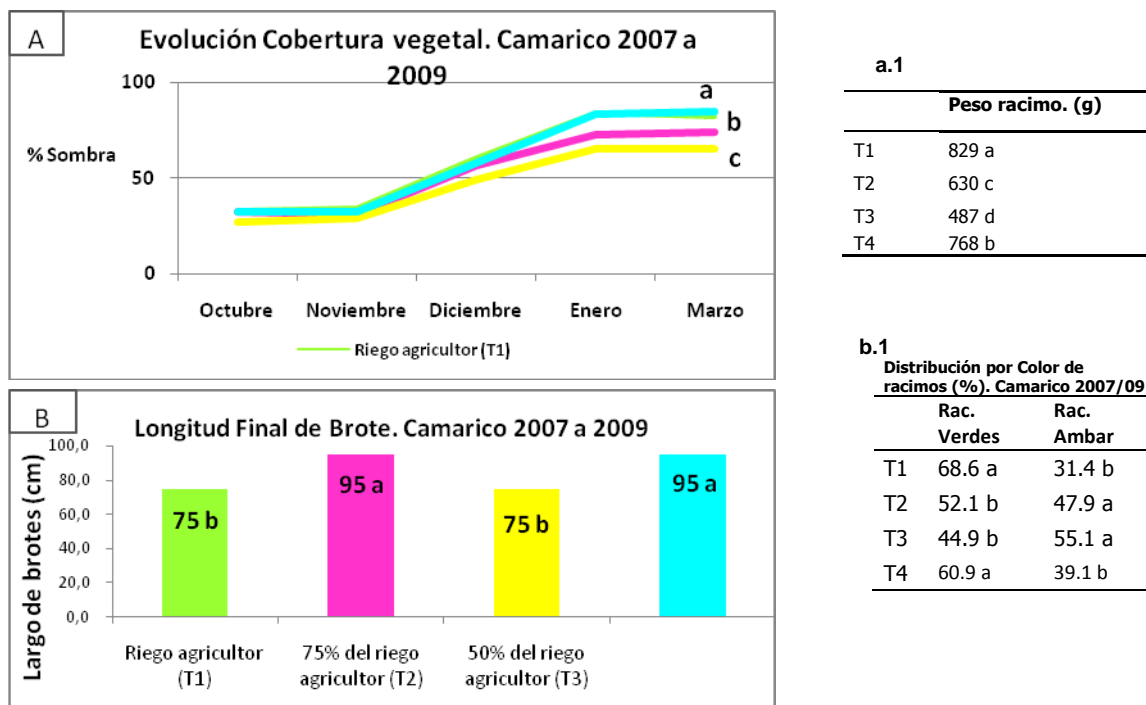
Diversos autores chilenos citados por Selles et al., (2000) han demostrado la dependencia que existe tanto del rendimiento como de la calidad de la uva de mesa con respecto al riego. En este contexto, estudios realizados por Tosso (1986) revelan que riegos más cercanos al 100% de la evapotranspiración máxima del cultivo produjeron un mayor crecimiento vegetativo de las plantas, aumentando la producción total, el peso de racimo y el peso de las bayas. Gurovich (1989) demostró que en las variedades Flame Seedless y Thompson Seedless disminuía la producción total y el calibre de bayas en la medida que se restringía el riego.

Gurovich y Páez (2004) señalan que la determinación de la frecuencia del mismo es una de las variables más importantes, en particular en el período comprendido entre cuaja y pinta, cuando se define entre el 75 y el 90% del calibre final de la fruta, dependiendo de la variedad.

Los resultados de estudio en ambas localidades coinciden con esta información, siendo más marcado este comportamiento en la localidad de Camarico, que presenta condiciones de producción similares a la zona centro del país, donde se concentran gran parte de los estudios hídricos en vides.

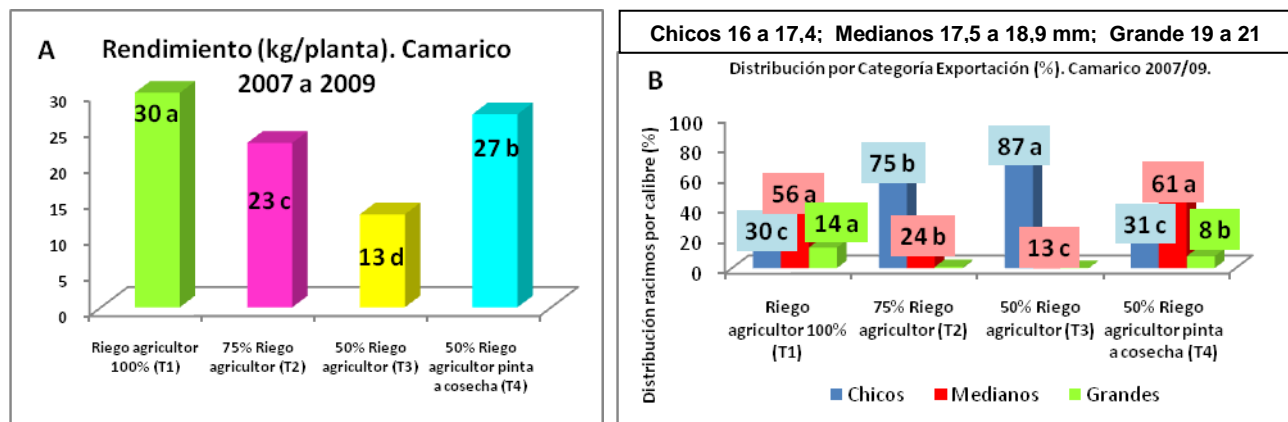
En ambas zonas se presenta el desafío de regar en función de la demanda evapo-transpirativa, considerando las condiciones particulares de heterogeneidad en la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos y la curva de evolución fenológica. La finalidad más que incrementar solamente el crecimiento vegetativo y productividad en parámetros de calidad es mejorar la condición de fruta, particularmente minimizar la presencia de baya acuosa y hairline en Thompson S.

Uno de los resultados más significativos del proceso de validación se obtuvo en la localidad del Palqui. Durante las tres temporadas de mediciones (2006/2007 al 2008/2009) el tratamiento más restrictivo (T3) no presentó diferencias en crecimiento, producción, calidad y condición de fruta con respecto al riego del agricultor (T1). El Palqui se asocia a: condiciones particulares de irrigación; a una evolución de la curva de demanda evapo-traspiratoria asociada a una acelerada evolución fenológica y; a una limitada capacidad de retención de humedad de los suelos dada por la textura (media a gruesa), la escasa profundidad (< 50 cm) y la alta pedregosidad (> 20 %). El contexto descrito permite que una disminución significativa en el agua aplicada provoque ajustes tanto morfológicos como metabólicos y fisiológicos en la planta. Estos cambios se expresan en una menor cobertura vegetal, menor peso de poda pero sin efecto sobre el crecimiento del brote como fuente de sustentación de los racimos.

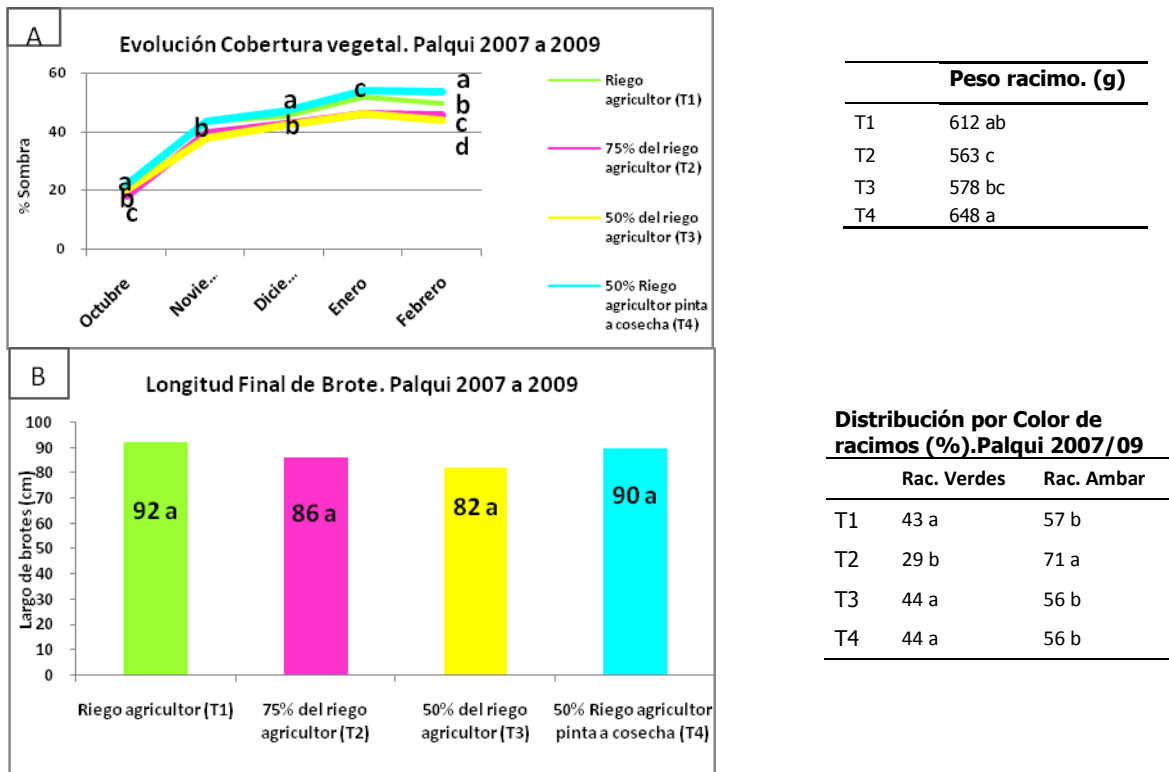


**Figura 7.** Efecto de los tratamientos de restricción hídrica acumulados por tres temporadas de validación sobre A. Evolución de Cobertura vegetal (% sombra) y B. Largo de brotes (cm). Unidad Vid de mesa, cv. Thompson Seedless, Camarico. 2007/09. Análisis factorial.

Fuente. Elaborado por MSc Marcela Camposano Ibarra en base a seminarios de titulación González, G y O. Jara, 2008.; y tesis de título Layana, A y J. Sekul. 2008. Tesis Ing. Agr. Escuela Agronomía. U. La Serena. Informe III Proyecto Siar Limarí. Innova – Corfo. Temporada 2008/09. La Granja, Camarico.

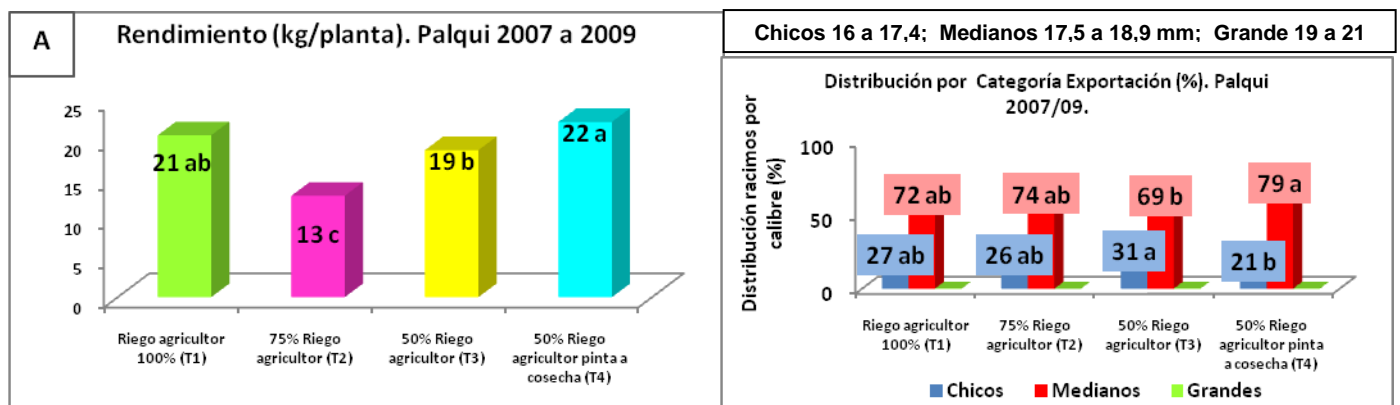


**Figura 8.** Efecto de los tratamientos de restricción hídrica acumulados por tres temporadas de validación sobre A. Producción, a.1 Peso Racimo; B. Distribución producción por categorías exportación en calibre de bayas, b.1. Distribución producción por color racimos. Fuente. Elaborado por MSc Marcela Camposano Ibarra en base a seminarios de titulación González, G y O. Jara, 2008.; y tesis de título Layana, A y J. Sekul. 2008. Tesis Ing. Agr. Escuela Agronomía. U. La Serena. Informe III Proyecto Siar Limarí. Innova – Corfo. Temporada 2008/09. La Granja, Camarico.



**Figura 9.** Efecto de los tratamientos de restricción hídrica acumulados por tres temporadas de validación sobre A. Evolución de Cobertura vegetal (% sombra) y B. Largo de brotes (cm). Unidad Vid de mesa, cv. Thompson Seedless, Palqui. 2007/09. Análisis factorial.

Fuente. Elaborado por MSc Marcela Camposano Ibarra en base a seminarios de titulación González, G y O. Jara, 2008.; y tesis de título Layana, A y J. Sekul. 2008. Tesis Ing. Agr. Escuela Agronomía. U. La Serena. Informe III Proyecto Siar Limarí. Innova – Corfo. Temporada 2008/09. La Granja, Camarico.



**Figura 10.** Efecto de los tratamientos de restricción hídrica acumulados por tres temporadas de validación sobre A. Producción, a.1 Peso Racimo; B. Distribución producción por categorías exportación en calibre de bayas, b.1. Distribución producción por color racimos. Fuente: Elaborado por MSc Marcela Camposano Ibarra en base a seminarios de titulación González, G y O. Jara, 2008.; y tesis de título Layana, A y J. Sekul. 2008. Tesis Ing. Agr. Escuela Agronomía. U. La Serena. Informe III Proyecto Siar Limarí. Innova – Corfo. Temporada 2008/09. La Granja, Camarico.

Por otra parte se pudo validar durante tres temporadas la respuesta a una restricción hídrica entre pinta y cosecha. De esta validación se puede concluir que tanto en la zona de El Palqui como en Camarico es posible minimizar el impacto de una sequía sobre el crecimiento, producción y calidad con una restricción del 50 % del riego del agricultor entre pinta y cosecha; con un impacto en la condición de fruta para El Palqui por incremento del desgrane, pudrición y hairline, ocurriendo lo contrario en Camarico. Esto coincide con lo reportado por diversos investigadores.

A diferencia de lo que se indica en la literatura, con este manejo no se afecta la perennidad de la vid, por presentar igual vigor en área de sección transversal de tronco (ASTT) y Peso de poda en ambas localidades.

<b>Componente del Vigor. Palqui 2007/09</b>		
	<b>ASTT (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso poda (kg/planta)</b>
<b>Temporada</b>		
2007/08	100.1 a	2.6 b
2008/09	101.9 a	3.1 a
<b>Tratamiento</b>		
T1	107.1 a	3.1 a
T2	99.0 bc	2.2 c
T3	95.3 c	2.8 b
T4	102.5 ab	3.2 a
<b>Fuente de variación (significancia (p)<sup>y</sup>)</b>		
Temporada	0.24	≤ 0.001
Tratamiento	≤ 0.001	≤ 0.001
Temporada*Tratamiento	0.95	0.002

<b>Componente del Vigor. Camarico 2007/09</b>		
	<b>ASTT (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso poda (kg/planta)</b>
<b>Temporada</b>		
2007/08	85.7 a	2.9 a
2008/09	84.8 a	1.5 b
<b>Tratamiento</b>		
T1	87.0 a	2.7 a
T2	80.3 b	1.8 b
T3	85.0 a	1.7 b
T4	88.6 a	2.5 a
<b>Fuente de variación (significancia (p)<sup>y</sup>)</b>		
Temporada	0.49	≤ 0.001
Tratamiento	≤ 0.001	≤ 0.001
Temporada*Tratamiento	≤ 0.001	0.005

### 3.5.2 Resultados de Validación obtenidos en ensayos en Mandarinos

De acuerdo con el Censo Agropecuario del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) año 2007, la superficie del país con mandarino alcanza a 3.392 ha, registrándose en la Región de Coquimbo el 60,1% de ella (2.055 ha). La variedad Clemenule es por lejos la más plantada en la Región de Coquimbo, ocupando sobre el 65% de la superficie regional (CIREN, 2005).

El clima es un factor crítico en el desarrollo de las plantas. La temperatura es probablemente la variable climática más importante en el comportamiento vegetativo y productivo, por ejemplo, la ocurrencia de los distintos estados fenológicos (floración, brotación, cuaja, cosecha) en las plantas se aceleran como respuesta a una alta acumulación de grados de calor.

Los mandarinos pueden crecer bajo condiciones de suelo muy diferentes, desde suelos pedregosos hasta suelos arcillosos y pesados (Agustí, 2000). Sin embargo, el desarrollo óptimo se presenta en suelos francos y en los arenosos profundos. Contrariamente, los suelos impermeables y muy arcillosos dificultan su crecimiento. Cuando la proporción de arcilla es superior al 50%, el crecimiento de las raíces se ve seriamente restringido.

El manejo del agua de riego se presenta como un factor relevante para la obtención de cosechas elevadas y de calidad, el riego reduce la caída fisiológica de frutos y aumenta su tamaño final. Pero también reduce el contenido de sólidos solubles totales y la acidez libre a través de un proceso de dilución, al aumentar el contenido de jugo en los frutos.

Para efectuar el trabajo experimental en esta especie, se establecieron 3 en sayos. En la parte alta del valle se estableció el ensayo Santa Rosa, en el sector de El Palqui y el ensayo Carretones, en la localidad de

Chilecito. En la parte baja se estableció el ensayo La Granja, en el sector de Camarico, los antecedentes se muestran en el cuadro 7.

**Cuadro 7.-** Caracterización de los lugares donde se establecieron los ensayos en mandarinos.

Características	El Palqui	Chilecito	Camarico
Nombre Predio	Santa Rosa	Carretón	La Granja
Propietario	UNIAGRI	Rafael Prohens y Cía. Ltda.	UAC
Distancia de Plantación	6,0 x 2,0 m	5,5 x 3,0 m	5,5 x 3,5 m
Porta injerto	Carrizo	Carrizo	Carrizo
Año de plantación	1992	2002	1994
Establecimiento del ensayo	Julio 2006	Abril 2007	Abril 2007
Tipo de suelo	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
Profundidad del suelo	1 a 1,5 m	Sobre 1,2 m	Sobre 1,2 m
Caudal nominal de emisores	4 L/h	3,5 L/h	4 L/h
Distancia entre los emisores	1 m	0,75 m	1 m
Numero de laterales por hilera	2	1	1
Diámetro de laterales	16 mm	17 mm	16 mm
Coefficiente de Uniformidad inicial	82 %	88 %	88 %

Algunos de los resultados obtenidos durante las temporadas que duro el estudio se presentan a continuación, para cada localidad:

#### a.- Ensayo Carretón

- **Fenología y Producción:** Durante las temporadas 2007 – 2008 y 2008 – 2009, el período de floración ocurrió desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre. Los primeros frutos cuajados se observaron a partir de la segunda semana de octubre y la cosecha se inició el 28 de mayo en la temporada 2008 - 2009. Por lo tanto, el tiempo transcurrido entre la cuaja y el inicio de cosecha es de alrededor de 7 meses y medio.

En la temporada 2008 – 2009 los frutos cuajados se observaron la tercera semana de octubre, mientras la cosecha de los frutos se inició el 3 de junio de 2009. Las producciones en estas dos temporadas se muestran en el Cuadro 8.

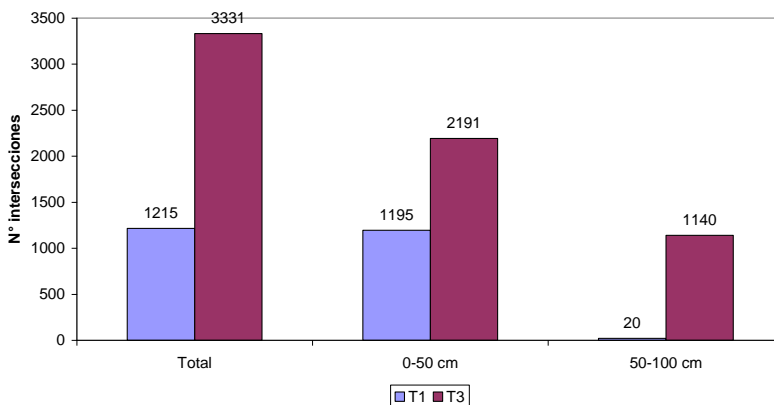
**Cuadro 8.-** Rendimientos por hectárea, en dos temporadas de estudio

Tratamiento	Producción t/ha	
	2007-2008	2008-2009
T1	24,4	55,2
T2	20,6	50,4
T3	9,1	38
T4	17,5	51,2

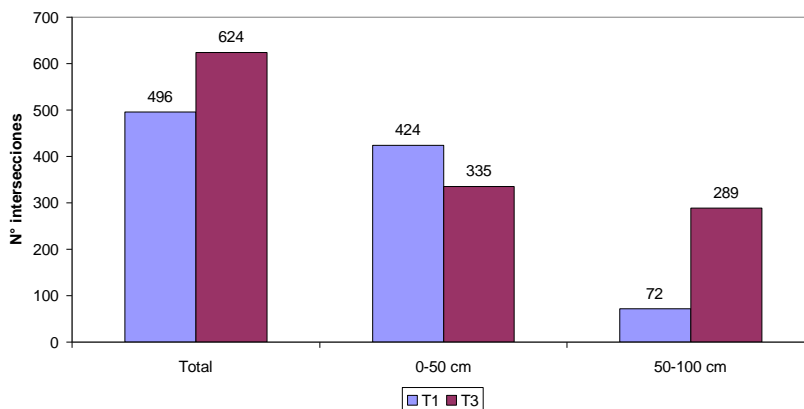
- **Crecimiento de raíces (rizotrones):** Con el propósito de registrar el efecto de las tasas de riego sobre el crecimiento de raíces en profundidad, se construyeron dos rizotrones: uno en una planta con el tratamiento T1 (100% ET) y otro en una planta con el tratamiento T3 (50% ET). La Figura 8 muestra que durante la temporada 2007-2008 la mayor cantidad de intersecciones de raíces se registró con el tratamiento T3, indicando que una alta tasa de riego afecta negativamente el crecimiento de las raíces, especialmente cuando la textura del suelo es franco arcilloso. Este efecto se aprecia con mayor nitidez en el sector entre los 50 cm y 100 cm de profundidad, en el que la cantidad de intersecciones en el tratamiento T1 es considerablemente menor que el tratamiento T3. En la temporada 2008 - 2009 el número de intersecciones

de raíces siguió la misma tendencia que en la temporada anterior, es decir, mayor crecimiento de raíces (total y en profundidad) en el rizotrón localizado en el tratamiento T3 (Figura 9).

**Figura 8: Número de intersecciones de raíces en mandarino. Carretones, 2007-2008**



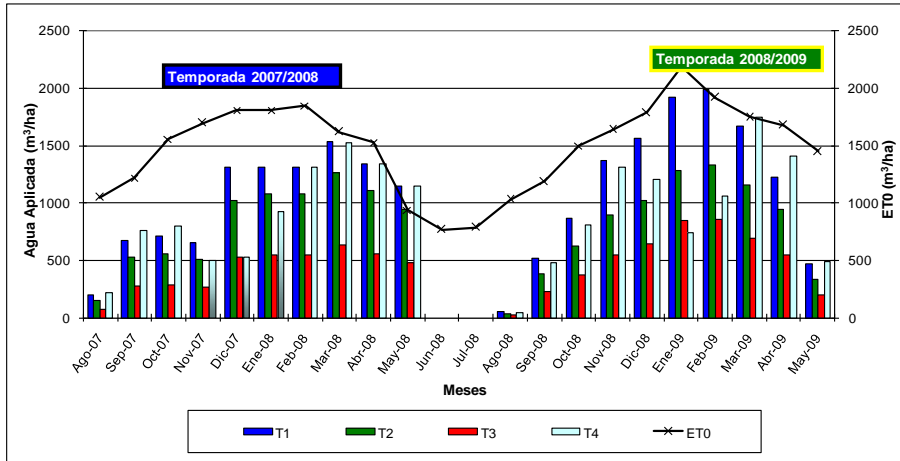
**Figura 9: Número de intersecciones de raíces en mandarino. Carretones, 2008-2009**



- **Volúmenes de agua aplicados, su variación durante la temporada y la Evapotranspiración de referencia o ET<sub>0</sub>, y relación con el agua aplicada**

En el Figura 10 se presentan los volúmenes de agua aplicados mensualmente por tratamiento para cada temporada en el ensayo, comparándose con la demanda evapotranspirativa mensual para cada temporada. En este sector se evaluaron dos temporadas de riego.

Se puede observar que hacia fines de la temporada 2007/2008, por una situación administrativa de manejo del predio, no se aplicó riego, debido a las lluvias invernales presentes en esa temporada en este sector, las que superaron los 150 mm.



**Figura 10.** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada, ensayo CARRETON.

En los tratamientos T1 y T4, en el mes de mayo de la primera temporada los volúmenes aplicados fueron superiores a la demanda registrada por la ET0 para ese mes en el sector. En la segunda temporada en el mes de febrero fue levemente mayor el riego del tratamiento T1 a la ET0 del mes. Esto indicaría que en dichos momentos y en esos tratamientos se tuvo mayores pérdidas, ya sea por percolación o escurrimiento superficial, por saturación del sistema.

#### b.- Ensayo Santa Rosa:

##### • Fenología y Producción

Durante las temporadas 2007-2008 y 2008 – 2009, el inicio de floración se observó la última semana de septiembre y el término del período ocurrió a fines de octubre. La cuaja de los frutos se produjo a partir de la primera semana de noviembre y la cosecha se inició el 5 de junio de 2008 y el 7 de junio de 2009, para la primera y segunda temporada de estudio, respectivamente. La producción obtenida se presenta en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.-** Rendimientos por hectárea, en dos temporadas de estudio

Tratamiento	Producción t/ha	
	2007-2008	2008-2009
T1	31	8,8
T2	30,6	8,5
T3	30,1	15,2
T4	27,2	9,6

##### • Crecimiento de raíces (rizotrones)

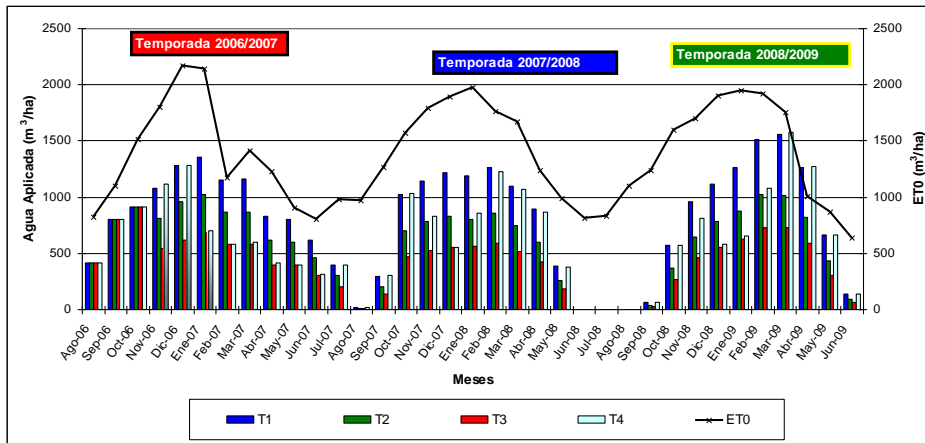
En esta localidad se construyó sólo un rizotróon en una planta con el tratamiento T1. Se registró un mayor crecimiento de raíces en el sector superficial del suelo, es decir, entre 0 cm y 50 cm, durante las temporadas 2007 – 2008 y 2008 - 2009.

##### • Volúmenes de agua aplicados, su variación durante la temporada y la Evapotranspiración de referencia o ET0, y relación con el agua aplicada

Los volúmenes de agua aplicados mensualmente por tratamiento para cada temporada en el ensayo de SANTA ROSA, se presentan en la Figura 11, comparándose con la demanda evapotranspirativa mensual para cada temporada.

Al igual que ensayo anterior, se puede observar como entre el fin de la temporada 2007/2008 e inicio de la temporada 2008/2009, por una situación de manejo de los administradores del predio, no se aplico riego, comenzando la temporada en el mes de septiembre del 2008. Esto podría tener consecuencia en la floración y cuajado de fruta de la temporada, provocando caídas fisiológicas por estrés hídrico.

En la tercera temporada, se puede apreciar que en le mes de abril el agua aplicada en los tratamiento T1 y T4, fue mayor que la demanda, expresada como evapotranspiración de referencia (ET0), presentándose una saturación del sistema.



**Figura 11.** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada, ensayo SANTA ROSA.

### c.- Ensayo La Granja

#### • Fenología y Producción

El período de floración se produjo entre la segunda semana de octubre y la última de noviembre, durante las temporadas 2007 – 2008 y 2008 – 2009. La cuaja de frutos se inició la primera semana de diciembre y el inicio de la cosecha ocurrió el 9 de julio de 2008, en la primera temporada, mientras que en la temporada 2008 - 2009 la cosecha comenzó el 23 de junio de 2009. El cuadro 10 muestra la producción obtenida durante dos temporadas.

**Cuadro 10.-** Rendimientos por hectárea, en dos temporadas de estudio

Tratamiento	Producción t/ha	
	2007-2008	2008-2009
T1	21,9	66,9
T2	10,6	57,3
T3	9,1	61,5
T4	17,7	68,1

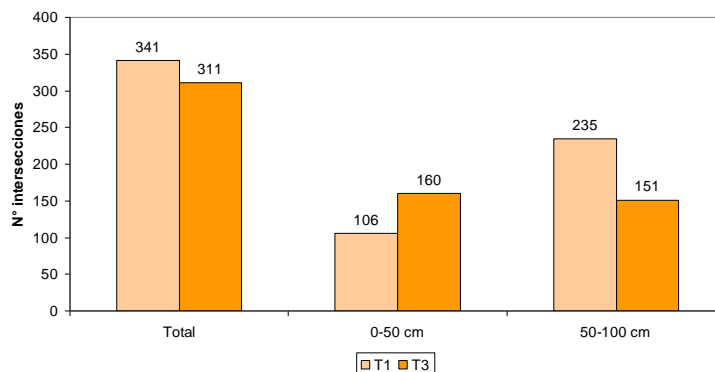
#### • Crecimiento de raíces (rizotrones)

A pesar de que en La Granja existe un suelo de textura arcillosa, la respuesta en crecimiento de raíces fue diferente a la de la localidad de Carretones. Según se observa en la Figura 12, el número de intersecciones totales y en profundidad fue mayor con el tratamiento T1 (100% ET), en la temporada 2007 - 2008. El resultado se explica de dos formas a) el productor aplicó el agua de riego con baja frecuencia (pocas horas de riego cada 4 -5 días) y b) se construyó un dren en la parte baja del rizotrón para eliminar el agua en

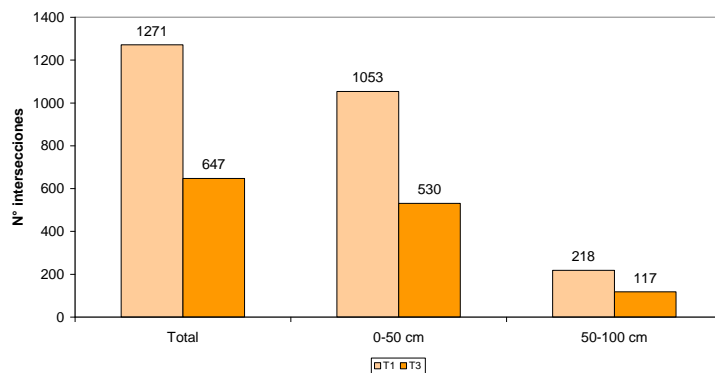
exceso. Así, se evitó una saturación por agua (anoxia) en el perfil del suelo que limitara el crecimiento de las raíces.

Durante la temporada 2008 – 2009 la cantidad de intersecciones de raíces fue similar a la de la temporada anterior, aunque la diferencia entre los tratamientos T1 y T3 en cantidad total de intersecciones fue menos marcada en esta última temporada (Figura 13).

**Figura 12: Número de intersecciones de raíces en mandarino. La Granja, 2007-2008.**

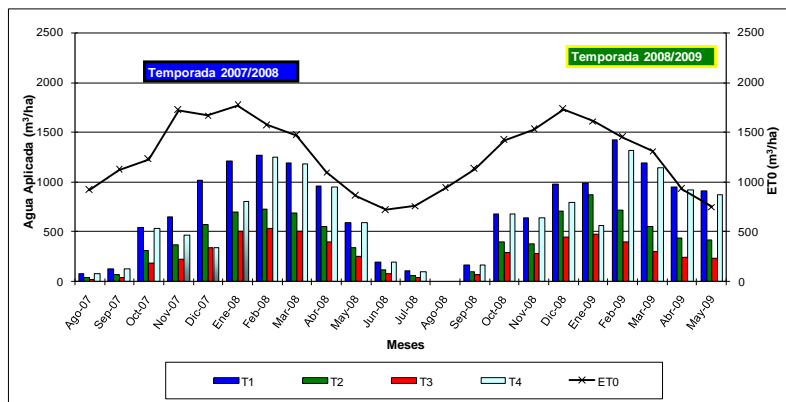


**Figura 13: Número de intersecciones de raíces en mandarino. La Granja, 2007-2008**



• **Volúmenes de agua aplicados, su variación durante la temporada y la Evapotranspiración de referencia o ET<sub>0</sub>, y relación con el agua aplicada**

En el Figura 14 se presentan los volúmenes de agua aplicados mensualmente por tratamiento para cada temporada, obtenidos en el ensayo localizado en el predio La Granja, sector de Camarico. comparándose con la demanda evapotranspirativa mensual para cada temporada.



**Figura 14.** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada. Ensayo La Granja.

Al igual que en ensayos anteriores, se puede observar que entre fines de la temporada 2007/2008 e inicio de la temporada 2008/2009, no se aplicó riego y también se inició la temporada en el mes de septiembre del 2008.

### **3.5.3 Resultados de Validación obtenidos en ensayos en Paltos**

La industria de la palta en Chile es uno de los rubros frutícolas que mayor desarrollo ha presentado en la última década. Hoy en día la superficie plantada con esta especie es la tercera en importancia después de la vid de mesa y manzano, llegando a 26.731 ha (CIREN, 2006). Además de esto, hoy en día Chile es el segundo país exportador de esta fruta a nivel mundial.

Dentro de esto la región de Coquimbo cuenta con 3900 ha, de las cuales 2200 ha se encuentran en la comuna de Ovalle ( ODEPA-CIREN)

La producción nacional exportada alcanzó sólo las 83.000 ton en la temporada 2008, posterior a las heladas del 2007, situación que se espera revertir en la temporada 2009/10, estimándose llegar a un volumen de 185.000 ton.(ODEPA, 2009).

La creciente plantación de paltos (*Persea americana* Mill) en la zona centro-norte de Chile, ha generado el desplazamiento de la especie hacia zonas de suelos marginales y laderas de cerro, debido a la escasez y alto costo de suelos profundos y calidad superior (CASTRO, 2002). En laderas de cerro, se busca lugares con climas benignos, que signifiquen producciones tempranas y libres de heladas, o bien reemplazar cultivos frutales que hoy en día carecen de rentabilidad. Por esta razón, el palto se cultiva hoy en día en suelos cada vez más limitantes, lo que junto a problemas en el manejo y diseño de sistemas de riego, ha aumentado el decaimiento por asfixia radical de zonas cultivadas en la mayoría de los huertos.

Se sabe que los paltos en su origen se desarrollan en suelos livianos, con baja densidad aparente, alto contenido de materia orgánica, alto % de porosidad y que las condiciones climáticas corresponden a climas subtropicales. Por lo tanto es esperable que la adaptación de esta especie sea acorde a las condiciones donde se establece.

- **Localidades de Sotaquí, Huallilinga y Tabalí.**

El objetivo de las unidades de validación de paltos, en tres localidades de la comuna de Ovalle, fue relacionar el comportamiento agronómico del palto, con diferentes tratamientos de riego, basados en indicadores utilizados en la programación de riego. El cuadro 11 muestra algunas características de los predios en que se ubicaron los ensayos.

Los ensayos de paltos Huallilinga y Sotaquí se ubican en la parte media y Antumalal en la parte baja del valle del Limarí. Los ensayos, implementados en el contexto del proyecto SIAR, en los sectores de Sotaquí y Tabalí, se encontraban en suelos de textura arcillosa y franco arcillo arenosa.

En ellos se pudo constatar la heterogeneidad de los huertos, representativa de la zona de estudio, dada no sólo por las diferentes condiciones climáticas abordadas en el estudio sino también por el tipo de suelo, los cuales no necesariamente son los más apropiados para el desarrollo esta especie.

Durante el período de ejecución del proyecto, entre 2006 y 2009, se produjeron problemas climáticos, heladas el 2007 y bajas temperaturas en primavera, que afectó la floración de la siguiente temporada; lo que mermó la producción local de paltos en varias localidades. Igualmente ocurrió en los ensayos establecidos por lo cual no es posible concluir sobre los efectos de los tratamientos de riego planteados sobre la producción y calidad de paltas.

**Cuadro 11.-** Caracterización de los lugares donde se establecieron los ensayos de Paltos.

<b>Características</b>	<b>Huallilinga</b>	<b>Sotaqui</b>	<b>Tabalí</b>
<b>Nombre Predio</b>	Jacobita Alfonso	Agricor	Antumalal
<b>Ha</b>	45	55	
<b>Distancia de Plantación</b>	7,0 x 2,0 m	6x4 m	6x3 m
<b>Variedad</b>	Hass	Hass	Hass
<b>Año de plantación</b>	2003	2001	2005
<b>Establecimiento del ensayo</b>	Agosto 2007	Noviembre 2006	Abril 2008
<b>Tipo de suelo</b>	Franco arenoso	Arcilloso	Aluvio coluvial
<b>Profundidad del suelo</b>	0,8 a 1,2 m	Sobre 0,5- 0,8m	Sobre 1,2 m
<b>Caudal nominal de emisores</b>	2 L/h	4L/h	5,5 L/h
<b>Distancia entre los emisores</b>	0,33m	1 m	1 m
<b>Numero de laterales por hilera</b>	3	2	2
<b>Pendiente</b>	4%	7%	40%
<b>Diámetro de laterales</b>	16 mm	16 mm	16 mm
<b>Coef. de Uniformidad inicial</b>	86,6 %	80 %	80 %

No obstante esto, se pudo constatar que existen diferencias en cuanto al comportamiento productivo en las distintas zonas de estudio, en uno de los huertos (Sotaquí) se tuvo problemas serios por decaimiento de las plantas, posiblemente debido a problemas de suelo (suelos arcillosos), que dificulta el manejo de agua. En este caso las plantas presentaron un escaso crecimiento y un estado nutricional regular y los rendimientos obtenidos, posterior al período de heladas, no se pudieron recuperar. En el caso del huerto ubicado en sector de suelo franco arcillo arenoso (Huallilinga), plantado a alta densidad (1.250 plantas/ ha) presentaba un mejor vigor y estado nutricional y el rendimiento proyectado a hectáreas alcanzó entre 32- 64 ton /ha durante la temporada 2008- 2009 (Cuadro 12), después de dos temporadas sin producción, por efecto de las heladas, para los distintos tratamientos de riego. En este caso, Huallilinga, el agua aplicada para las 32 ton/ha (T3) fue de 7.900 m<sup>3</sup>/ha y de 10.000 m<sup>3</sup>/ha para el mayor rendimiento (T1).

El potencial xilemático de las plantas, que indica el transporte de agua dentro de la planta, se mantuvo dentro de los rangos establecidos (-2.7 a -7.2 bares) para ambos tratamientos indicando que las plantas no estuvieron sometidas a estrés por déficit hídrico en el periodo de estudio.

En el caso del huerto ubicado en el sector de Tabalí (Antumalal), con un suelo arcilloso, los rendimientos por árbol variaron entre 19 y 33 kg, equivalente a 18-11 ton/ha (Cuadro 12); para una densidad de plantas de 555 plantas/ha. Llama la atención que si bien este es un buen rendimiento cuando se analiza el sitio de evaluaciones se observa una gran desuniformidad de plantas, que se traduce en grandes variaciones de rendimiento. Esto probablemente se relaciona con la heterogeneidad natural del suelo; más las variaciones provocadas por el manejo de suelo en la plantación, que probablemente influyen en el manejo de riego.

Otro aspecto que se pudo constatar en este estudio es que las raíces, en el caso de un suelo franco arcillo arenoso, se concentran dentro de los primeros 20 cm de profundidad, y no prosperan más allá de los 40 cm de profundidad; lo cual es coincidente con otros estudios. Esta característica, junto con las características propias de las raíces de los paltos, que son suberizadas y con pocos pelos radicales; condicionan una baja conductividad hidráulica de ellas y baja capacidad de captación de agua. Bajo estas condiciones toma relevancia el uso de mulch, que cubran los camellones; agregándose a ello un buen manejo del agua.

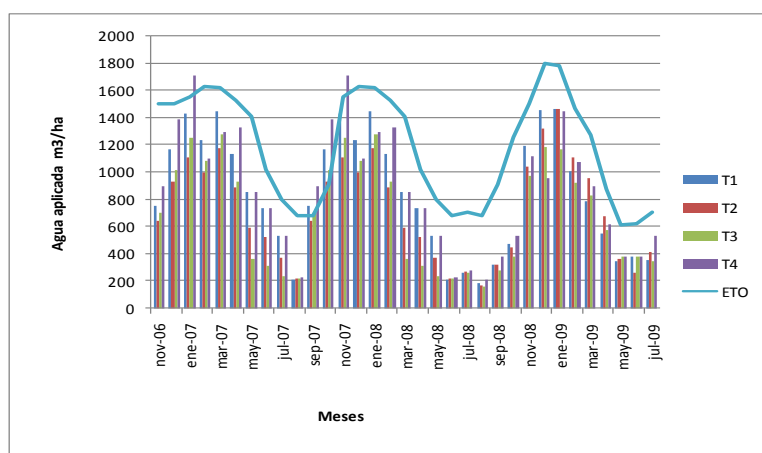
Si bien en esta unidad no se puede concluir sobre tasas de riego más adecuadas para una mayor productividad, se puede señalar que bajo las diversas condiciones de huertos encontradas, es imprescindible establecer una estrategia en manejo de agua que contribuya a mejorar los índices de productividad.

**Cuadro 12.-** Niveles de producción para dos sectores de ensayo en Limarí durante la temporada 2008-2009. Cosecha Agosto de 2009.

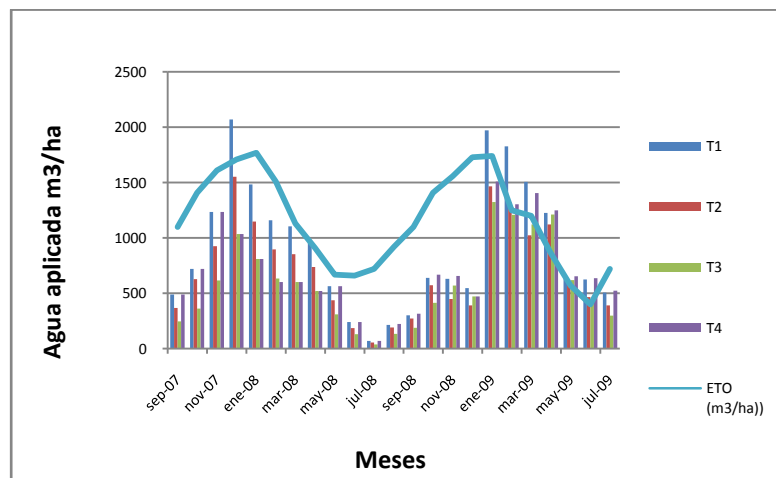
Sectores	Densidad (pl/ha)	Tratamiento	kilo/árbol	Frutos/árbol	Peso medio del fruto (g)
<b>Huallilinga</b>	1250	T1	51 ± 24	264 ± 133	194
		T3	27 ± 14	148 ± 77	184
<b>Antumalal</b>	552	T1	33 ± 15	172 ± 71	195
		T3	19 ± 13	102 ± 67	194

• **Volúmenes de agua aplicados, su variación durante la temporada**

A continuación se presentan los volúmenes de agua aplicados mensualmente por tratamiento para cada temporada en los ensayo, comparándose con la demanda evapotranspirativa mensual para cada temporada.

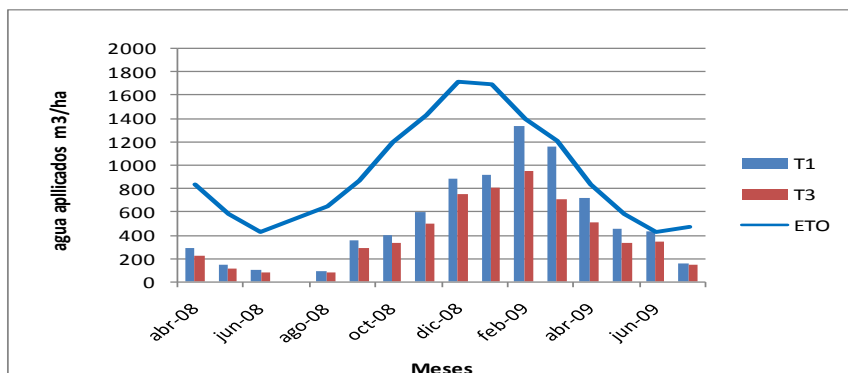


**Figura 15:** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada, ensayo AGRICOR



**Figura 16:** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada, ensayo HUALLILINGA

En las tres localidades estudiadas (Figuras 15, 16 y 17) es posible observar que en términos generales los volúmenes de agua aplicados son inferiores a la demanda evapotranspirativa, pero el comportamiento del riego a lo largo de la temporada es muy similar al comportamiento de la evapotranspiración, lo que indica que los agricultores son conscientes de la demanda hídrica al momento de programar el riego.



**Figura 17:** Volúmenes de agua aplicados v/s demanda evapotranspirativa para cada temporada, ensayo ANTUMALAL.

### 3.6.- Estrategia de Difusión, Transferencia Tecnológica y Capacitación de Usuarios.

Esta actividad estuvo orientada a las actividades de difusión y capacitación de usuarios, en base a la Estrategia Diseñada el año 2006 y modificada el año 2007. A través de ella, la idea fue profundizar en la temática de las ventajas y beneficios del SIAR, entregando herramientas para su utilización y apuntando a motivar a un grupo objetivo del proyecto. Esta acción estuvo dirigida a regantes cuyos sistemas productivos tuviesen mayoritariamente los rubros bajo estudio: uva de mesa y pisquera, paltos y mandarinas, y principalmente aquellos productores con superficies superiores a 5 ha., y localizados en las áreas de influencia de las tres organizaciones de regantes que apoyaron al proyecto.

Para ello se definieron conceptualmente las orientaciones de cada actividad planificada, lo cual se puede ver a continuación y considerando un esquema sectorial. Es decir, efectuar tales actividades en el área de influencia de cada organización de regantes.

El marco conceptual de cada actividad fue el siguiente:

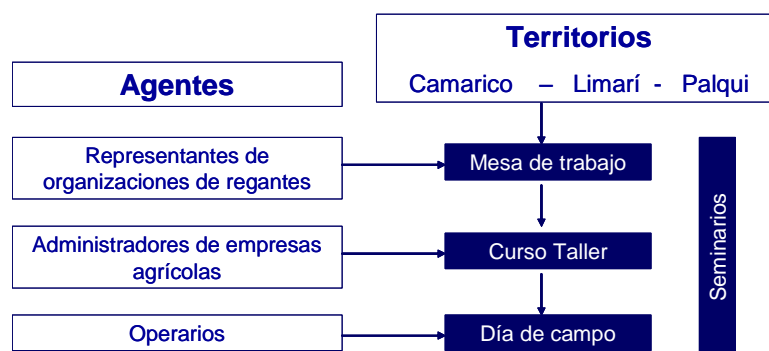
- ❖ Cursos – Talleres: Orientados principalmente al uso de la plataforma web, especialmente en programación de riego. Con el fin de capacitar a los usuarios como se utiliza la información entregada por el servicio de programación de riego administrado por el SIAR.
- ❖ Días de Campo: Los Días de Campo, similares en sus objetivos a la actividad anterior, ya que buscaron enseñar en terreno y de forma práctica como se riega utilizando la información provista por el servicio de programación de riego del SIAR. Los Días de Campo son actividades más masivas y se orientaron en cada caso a actividades específicas en un rubro y cada vez en un predio diferente.
- ❖ Seminarios: Ellos estuvieron orientados a mostrar el valor o beneficios tanto del punto de vista técnico como económico de contar con información para la programación de riego, ya sea a nivel predial y de cuenca.
- ❖ Mesas de Trabajo: Orientadas a coordinar y acordar, entre los distintos participantes del Proyecto (INIA, ULS y Regantes) los procedimientos y acuerdos que permitían mejorar e implementar los servicios entregados por el SIAR.

El cuadro siguiente muestra la cantidad de actividades realizadas cada año:

**Cuadro 13:** Actividades de difusión realizadas los años 2007, 2008 y 2009.

Actividad	2006	2007	2008
Curso-Taller	3	3	6
Días de Campo	2	3	3
Seminarios	4	4	4
Mesas de Trabajo	0	3	3

En función de lo descrito, el esquema o modelo que se diseñó, se incluye a continuación.



**Figura 18.** Modelo de aplicación de la Estrategia de Difusión y Transferencia a usuarios.

Otras instancias de difusión implementadas fueron:

- ❖ Participación en Congresos: Esta actividad se consideró una importante oportunidad para difundir y transferir resultados del SIAR, especialmente en comunidades académicas y profesionales especializadas, lo que a su vez permitió generar retroalimentación con otras experiencias que podrán mejorar el desempeño del SIAR.
- ❖ Sitio Web: El Sitio Web fue una importante herramienta de difusión y transferencia de resultados. Este se activó fuertemente, y estuvo orientado a demostrar como funciona el sistema. Incluso, se dispone de manuales autodescargables para el uso y correcto funcionamiento. También se encuentra información de cursos, seminarios, días de campo y otros. Incluso, se incorporaron noticias, un blogs, etc.
- ❖ Actividades No Incorporadas en el Proyecto: entrevistas en diarios locales y regionales que generaron un impacto para el proyecto. También, se elaboró material gráfico ilustrativo que fue entregado en variadas ocasiones.

Durante la Tercera Etapa del proyecto se realizó una evaluación de la estrategia de transferencia, abocada principalmente a utilización de la página Web del proyecto.

Como resultado se constató un número similar de visitas a las secciones de datos climáticos y programación de riego (7500 aprox.) entre octubre del 2007 y diciembre del 2008. El mes más visitado fue julio, debido probablemente a la existencia de precipitaciones en ese periodo

También se puede inferir que en estos meses se realizaron la mayor cantidad de cursos de capacitación sobre uso de la página a los distintos usuarios del valle del Limarí, lo que estaría haciendo incrementar en un número importante las visitas.

Para el proyecto SIAR siempre fue importante conocer lo que opinan los usuarios de la página Web. Ello se obtuvo con las respuestas que dieron 70 personas que respondieron la encuesta puesta en el sitio Web, donde el 33% de los consultados dijo que visitaba la página esporádicamente; mientras entre un 21 y 23 % de personas la revisaba en forma más seguida.

Los resultados indican que los usuarios tenían conocimiento de que disponían de una herramienta con información en tiempo real y que es importante para llevar a cabo una buena gestión del recurso hídrico, que cada vez es más escaso.

Al preguntarles como se enteraron de esta pagina Web las personas responden que el 31% se informo del sitio web a través de actividades de difusión como seminarios, talleres y días de campo, lo que indica que las personas capacitadas en cada curso y taller, usaron posteriormente la página en las actividades de su predio incorporándola como una herramienta para programar el riego.

A partir de los antecedentes entregados por las encuestas se puede concluir que los usuarios conocían la página Web del SIAR, mostrando gran interés por la información desplegada en ella.

### **3.7.- Capacitación del Equipo de Trabajo, Cursos y Giras**

Con la finalidad de ampliar los conocimientos de los investigadores del proyecto y potenciar su trabajo en la ejecución del Proyecto SIAR Limarí, se realizaron cursos de capacitación y una gira tecnológica, donde participaron profesionales de las entidades ejecutora, co ejecutoras y asociadas. En este contexto las actividades que se realizaron fueron las siguientes:

- ❖ **Curso Programación Computacional Avanzada:** Orientado a entregar conocimientos avanzados sobre procesamiento de datos y manejo de base de datos a los investigadores. Este curso se realizó en el mes de enero de 2007 y fue impartido por el Departamento de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.
- ❖ **Curso de fisiología del estrés en plantas:** Orientado a proporcionar los últimos avances sobre el manejo del estrés hídrico en plantas, con fines de producción y calidad de la fruta. Este curso fue impartido por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca, en el mes de agosto 2007
- ❖ **Curso de economía del agua:** Orientado a entregar conocimientos en el aspecto económico sobre el recurso agua de riego a los investigadores, se efectuó desde el 14 al 16 de enero del 2008 y fue impartido por el departamento de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile.
- ❖ **Misión Tecnológica a España:** Esta actividad tuvo como principal objetivo conocer la situación española respecto a la implementación de un sistema de asesoramiento a los regantes, que opera a nivel de todo el país y ver en detalle como comunidades de agricultores pequeños se han logrado organizar para operar y manejar el recurso agua con fines productivos. Ello permitió tomar ejemplos y aplicarlos a través del proyecto SIAR a la Cuenca del Limarí. Se realizó desde el 23 de Junio hasta el 8 de agosto 2007. En ella participaron, por parte del INIA; Alfonso Osorio, Leoncio Martínez y José Cuevas B.; Por parte de la ULS, Marcela Camosano y Cristian Geldes. Todos integrantes del equipo de profesionales del Proyecto. De esta gira se pudo concluir, que el proyecto SIAR Limarí, se encontraba en el camino correcto en cuanto a la implementación de un sistema de apoyo al regante, basado en el rescate de información meteorológica. También se constató que la transmisión de datos se efectúa solamente una vez al día; suficiente para las necesidades de los agricultores. En este aspecto el sistema

español puede tenerse como referente para el funcionamiento del SIAR Limarí.

### 3.8.- Diseño y Operación del Plan de Sustentación

El objetivo de esta actividad fue diseñar e implementar el plan de sustentación del proyecto, en lo técnico, administrativo y económico. En lo administrativo, hubo un cambio en la percepción original del proyecto, en el sentido que éste basaba su sustentación futura en la venta de productos tecnológicos generados y la incorporación de nuevas Organizaciones de Usuarios como socias del sistema. Al respecto, en varias reuniones del Consejo Directivo del Proyecto se planteó por las mismas organizaciones la necesidad de que el proyecto fuese sustentado por ellas, considerando un financiamiento a partir de sus propios presupuestos; manifestando de ese modo su interés de hacer llegar a todos sus usuarios esta nueva tecnología, sin fines de lucro.

Hacia fines de esta tercera etapa, en el segundo semestre de 2008, se produce un cambio en la percepción de las Organizaciones de Regantes, al evaluar los costos que implica la operación y mantención anual del Proyecto. Para ello se toma como base de valores reales entregados por la Empresa DESAMD, proveedora de los servicios de captación y transmisión de datos desde las Estaciones Meteorológicas y desplegable en página web a través de Plataforma SIPA administrada por la propia empresa (SIPA= Sistema Integrado de Parámetros Ambientales). Los costos entregados por la empresa ascienden a \$ **33.550.000.-** para un año de continuidad del proyecto, incluyendo aspecto de captura y transmisión, en tiempo real cada 15 minutos; procesamiento de datos y desplegado de información en web. Se agrega a ello la mantención de las estaciones y reposición de un % aleatorio de sensores. Tal cifra corresponde al funcionamiento de las mismas 11 Estaciones que estuvieron en Red los años 2007 y 2008; existiendo un aumento de los costos a medida que se incrementan las estaciones en red. Esta información se puede ver en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Variación del Costo Anual (\$) respecto del número de estaciones meteorológicas operando en Red del SIAR Limarí.

Ítem	Costo Unitario Mensual (\$)	Costo Unitario Año (\$)	11 Estaciones	15 Estaciones	20 Estaciones	30 Estaciones	40 Estaciones	50 Estaciones
1.- Unidad Central con personal	1.500.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000
2.- Instalación Inicial (33%)	0	400.000	-	1.980.000	2.640.000	3.960.000	5.280.000	6.600.000
3.- Comunicación (GPRS) (50%)	35.000	420.000	2.310.000	3.150.000	4.200.000	6.300.000	8.400.000	10.500.000
4.- Plataforma SIPA	800.000	9.600.000	9.600.000	9.600.000	9.600.000	9.600.000	9.600.000	9.600.000
5.- Mantención	20.000	240.000	2.640.000	3.600.000	4.800.000	7.200.000	9.600.000	12.000.000
<b>TOTAL</b>			<b>32.550.000</b>	<b>36.330.000</b>	<b>39.240.000</b>	<b>45.060.000</b>	<b>50.880.000</b>	<b>56.700.000</b>
<b>COSTO POR AÑO Y POR ESTACION</b>			<b>2.959.091</b>	<b>2.422.000</b>	<b>1.962.000</b>	<b>1.502.000</b>	<b>1.272.000</b>	<b>1.134.000</b>
<b>COSTO POR MES Y POR ESTACION</b>			<b>246.591</b>	<b>201.833</b>	<b>163.500</b>	<b>125.167</b>	<b>106.000</b>	<b>94.500</b>

Fuente: DESAMD Ltda.

Las Organizaciones de Regantes manifiestan la imposibilidad de sustentar todos los costos, dado que los beneficios del proyecto no se habían internalizado lo suficiente en sus organizaciones; pero manifiestan su interés en continuar apoyando la iniciativa del SIAR, con una cifra referencial no mayor de \$ 1.500.000 por organización.

En vista de lo anterior se plantea al CEAZA (Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas), la opción de que tal entidad, considerando su experiencia sobre la materia en redes de Huasco y Elqui, se haga cargo de la operación de la Red SIAR Limarí, lo cual es aceptado en principio, sujeto a la provisión de fondos que complementen los aportes que tal Centro efectuaría dentro de su Plan de Trabajo en el Limarí.

Paralelamente se contrataron 2 Consultorías, con el objetivo de definir las mejores opciones para la sustentación del SIAR, desde un punto de vista Jurídico y Económico. A partir de los resultados preliminares de la Consultoría Económica y definido el interés del CEAZA por hacerse cargo de la operación de la Red SIAR, el proyecto asume la tarea de buscar distintas opciones y combinaciones de financiamiento, lo que se

plantea a un grupo de regantes cuyas estaciones conformaron la Red SIAR y a los representantes de organizaciones de regantes asociadas al proyecto. Una de las propuestas se presenta en el Cuadro 15

El planteamiento efectuado se orienta a sustentar el proyecto con financiamiento mixto, es decir, con aportes de las Organizaciones de Regantes y con aportes de aquellos regantes que deseen integrar la Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas del valle del Limarí (REMA), los cuales aportan su estación meteorológica y un monto en dinero efectivo mensualmente.

En esta perspectiva, también se planteó la opción de que tal diferencia pudiera ser solicitada a través de la presentación a CORFO de un proyecto de difusión, donde se incluyera la operación y funcionamiento de la Red SIAR. El proyecto es formulado por el INIA, presentado a INNOVA CORFO en la línea de Difusión Tecnológica, sin embargo, la postulación no tuvo éxito.

**Cuadro 15.** Opciones de financiamiento para el funcionamiento de 15 Estaciones Meteorológicas Automáticas, Red SIAR Limarí.

OPCION PRIVADA (15 EMA y Pago 100% Costos) Costo CEAZA = 19.440.000			OPCION MIXTA (15 EMA y Pago 75% Costos) Costo CEAZA = 19.440.000			OPCION MIXTA (15 EMA y Pago 50% Costos) Costo CEAZA = 19.440.000		
Usuario	Aporte mensual	Aporte Anual	Usuario	Aporte mensual	Aporte Anual	Usuario	Aporte mensual	Aporte Anual
Asociación 1	125.000	1.500.000	Asociación 1	125.000	1.500.000	Asociación 1	125.000	1.500.000
Asociación 2	125.000	1.500.000	Asociación 2	125.000	1.500.000	Asociación 2	125.000	1.500.000
Asociación 3	125.000	1.500.000	Asociación 3	125.000	1.500.000	Asociación 3	125.000	1.500.000
Asociación 4	125.000	1.500.000	Asociación 4	125.000	1.500.000	Asociación 4	125.000	1.500.000
Asociación 5	-	-	Asociación 5	-	-	Asociación 5	-	-
<b>Subtotal</b>		<b>6.000.000</b>	<b>Subtotal</b>		<b>6.000.000</b>	<b>Subtotal</b>		<b>6.000.000</b>
Regante 1	74.750	897.000	Regante 1	56.063	672.756	Regante 1	37.375	448.500
Regante 2	74.750	897.000	Regante 2	56.063	672.756	Regante 2	37.375	448.500
Regante 3	74.750	897.000	Regante 3	56.063	672.756	Regante 3	37.375	448.500
Regante 4	74.750	897.000	Regante 4	56.063	672.756	Regante 4	37.375	448.500
Regante 5	74.750	897.000	Regante 5	56.063	672.756	Regante 5	37.375	448.500
Regante 6	74.750	897.000	Regante 6	56.063	672.756	Regante 6	37.375	448.500
Regante 7	74.750	897.000	Regante 7	56.063	672.756	Regante 7	37.375	448.500
Regante 8	74.750	897.000	Regante 8	56.063	672.756	Regante 8	37.375	448.500
Regante 9	74.750	897.000	Regante 9	56.063	672.756	Regante 9	37.375	448.500
Regante 10	74.750	897.000	Regante 10	56.063	672.756	Regante 10	37.375	448.500
Regante 11	74.750	897.000	Regante 11	56.063	672.756	Regante 11	37.375	448.500
Regante 12	74.750	897.000	Regante 12	56.063	672.756	Regante 12	37.375	448.500
Regante 13	74.750	897.000	Regante 13	56.063	672.756	Regante 13	37.375	448.500
Regante 14	74.750	897.000	Regante 14	56.063	672.756	Regante 14	37.375	448.500
Regante 15	74.750	897.000	Regante 15	56.063	672.756	Regante 15	37.375	448.500
<b>Subtotal</b>		<b>13.455.000</b>	<b>Subtotal</b>		<b>10.091.340</b>	<b>Subtotal</b>		<b>6.727.500</b>
<b>TOTAL</b>		<b>19.455.000</b>	<b>TOTAL</b>		<b>16.091.340</b>	<b>TOTAL</b>		<b>12.727.500</b>
<b>% Aporte Usuarios</b>		<b>100,08</b>	<b>% Aporte Usuarios</b>		<b>82,77</b>	<b>% Aporte Usuarios</b>		<b>65,47</b>

Finalmente es importante señalar que SIAR ha sido validado y reconocido por los productores del Valle de Limarí; sistema que entrega servicios agroclimáticos asociados al riego en tiempo real, adaptados a las necesidades de los agricultores. Se observa que en el futuro aumentará la demanda de servicios agroclimáticos por parte de los productores frutícolas y habrá mayor cantidad de agricultores dispuestos a cancelar por estos servicios.

#### 4. Conclusiones

A continuación se presentan algunas conclusiones, que a juicio de los ejecutores son interesantes de tener en cuenta:

- La mayor parte de las actividades comprometidas en el proyecto se realizaron a cabalidad, otras, las menos, sus recursos fueron reitemizados y orientados a la evaluación de los cultivo en estudio.

- Debe señalarse, la buena disposición que la mayoría de los usuarios tuvo, al momento de requerirse su colaboración para el establecimiento de las unidades experimentales de validación. Ello permitió generar información local y aplicable a las condiciones del valle del Limarí, específicamente en el manejo a nivel predial.
- Un aspecto que resulta relevante destacar es la constitución y buen funcionamiento del **Consejo Directivo del Proyecto**, como entidad orientadora y resolutoria de varios aspectos relacionados con la marcha el proyecto; siendo fundamental a la hora de tomar decisiones respecto de los trabajos en desarrollo, como de aquellas actividades por realizarse.
- Se logró la puesta en red de 11 Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA`s), aportadas por agricultores particulares, Organizaciones de regantes y entidades ejecutoras; equipos que entregaban datos constantemente; los cuales eran desplegados en página Web del proyecto, cada 15 minutos, como información básica procesada.
- La implementación del sistema interactivo se cumplió totalmente durante la segunda etapa; disponiéndose de todos los elementos que se consideraron en el sistema. La pagina Web con información en tiempo real estuvo disponible hasta fines del 2008, y a partir del año 2009 solo es posible encontrar información histórica de clima.
- En el tema de Difusión y Transferencia de información a los usuarios, se implementó la Estrategia diseñada por el proyecto, basada en una acción sectorial, tomando como base a los usuarios y el área de influencia de las 3 Organizaciones de Regantes asociadas del proyecto; y utilizando como elementos de difusión, aquellos estipulados en el proyecto (Seminarios, Días de Campo, Mesas de Trabajo, Curso/Talleres). Al respecto, se debe destacar el efecto orientador logrado en las 3 Mesas de Trabajo, desarrolladas e integradas por los productores líderes de cada Organización.
- En lo referente a validación de parámetros asociados a la programación de riego, se logró, tal cual estaba programada, la instalación de 10 unidades experimentales de validación, las cuales entregaron importantes antecedentes sobre variables y factores que son parte de la programación a nivel predial. En lo específico se obtuvo información sobre: Kc, ETo, porcentaje de sombreado, volúmenes de agua aplicada, producción y calidad de fruta; fenología y fisiología de los cultivos, desarrollo de raíces y otros, que le permiten al regante efectuar la programación del riego con datos validados en el sector y que pronto estarán disponible en la pagina Web del Proyecto [www.siar.cl](http://www.siar.cl).
- Al finalizar el tercer año de estudio y a pesar de visualizarse y quedar demostrado los beneficios que un proyecto de esta naturaleza entrega a los beneficiarios (regantes), no fue posible que en el corto plazo las Organizaciones de Regantes pudieran asumir el desafío de hacerse cargo de la operación y mantención de la continuidad del proyecto, incluyendo la mantención en operación de la RED SIAR Limarí de Estaciones Meteorológicas Automáticas. La razón de ello son los costos que tal acción lleva consigo, por una parte, y por otra la necesidad de constituir una entidad administradora del sistema; situación que aun no es visualizada por las organizaciones.
- Por ultimo, debe mencionarse que la factibilidad de mantener el sistema SIAR Limarí en el tiempo, pasa necesariamente por un acuerdo entre entidades públicas y privadas, que puedan co financiarlo, y asociarlo a un escalamiento de nuevos proyectos relacionados con la utilización de la información que el sistema genera. Entre ellos, proyectos de difusión y transferencia tecnológica y proyectos de modelamiento climático, sobre la base de la respuesta de cultivos ante agentes externos que los afectan.