

# Aplicación de la tecnología satelital para estimar coeficientes de cultivo

## Publicaciones:

- Carrasco-Benavides M., **Ortega-Farías, S.**, Lagos, L.O., Kleissl, J., Morales, L. Poblete-Echeverría, C., and Allen, RG. (2012). Crop coefficients and actual evapotranspiration for a drip-irrigated Merlot vineyard using multispectral satellite images. *Irrig. Sci.*, 30: 537-553.
- Poblete-Echeverría, C. and **Ortega-Farias, S.** 2012. Parameterization of surface energy balance components over a drip-irrigated Merlot vineyard using reflectance and meteorological data. *Irrig. Sci.*, 30: 485-497.

## Statistical analysis of single crop coefficient ( $K_c$ ) and actual evapotranspiration ( $ET_a$ ) of a drip-irrigated Merlot vineyard.

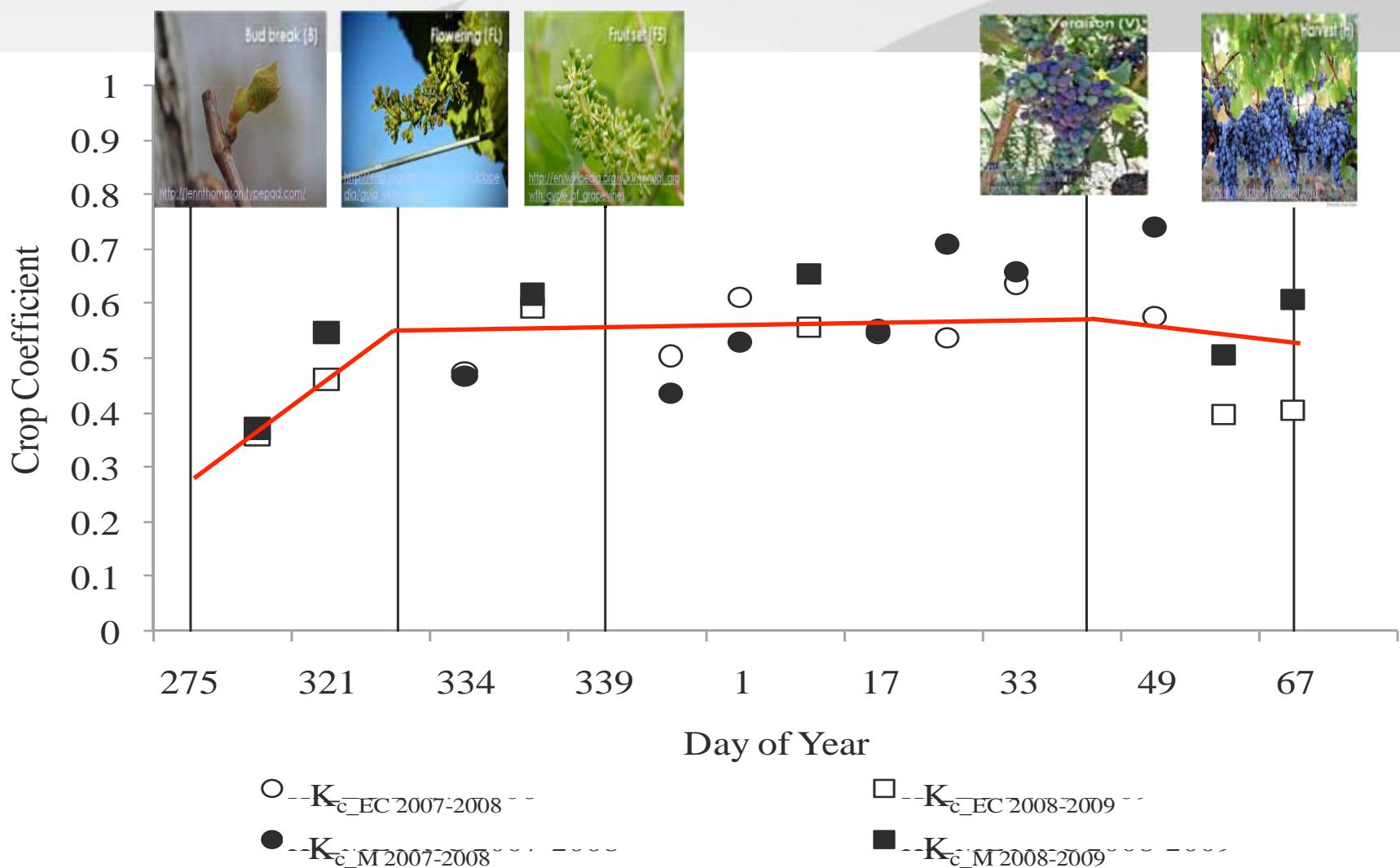
---

	MAE	RMSE	b	d
$K_c$	0.08	0.10	1.10	0.70
$ET_a$	0.50 mm d <sup>-1</sup>	0.62 mm d <sup>-1</sup>	1.09	0.85

---

RMSE = root mean square error; MAE = mean absolute error; d = index of agreement

# Budbreak Flowering Fruit set Veraison Harvest



Daily values of crop coefficient obtained by the eddy correlation system ( $K_c_{EC}$ ) and calculated ( $K_c_M$ ) by METRIC model for the main phenological stages of a vineyard.

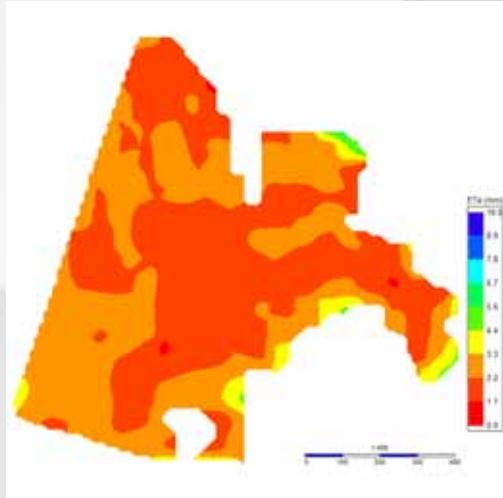


# Desarrollo de mapa de consumo de agua y Kc

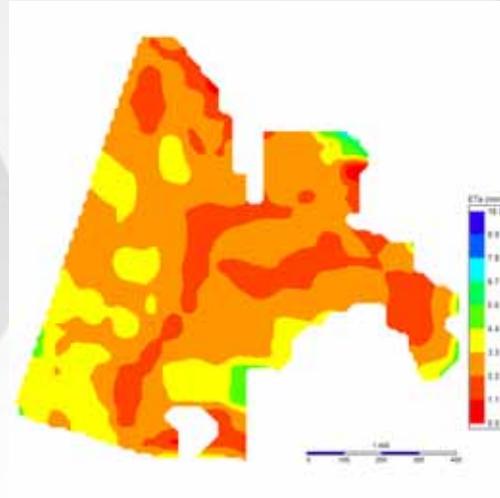
## Example of $ET_a$ and $Kc$ mapping (period 2007-2008)



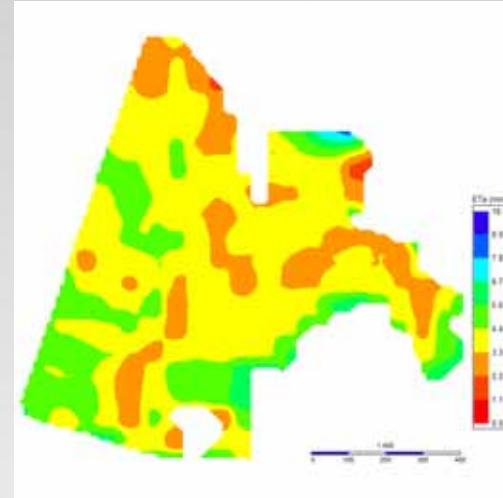
# ETa Mapping



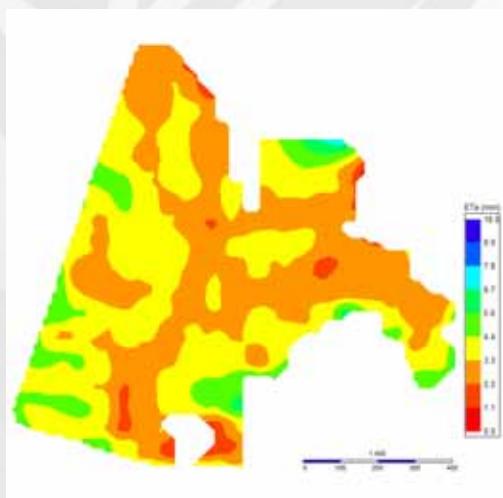
11-30-2007



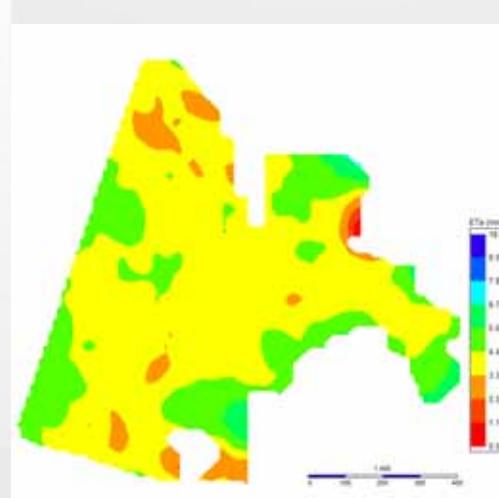
12-16-2007



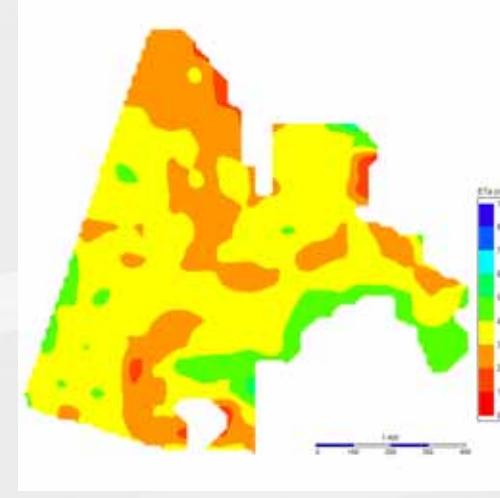
01-01-2008



01-17-2008

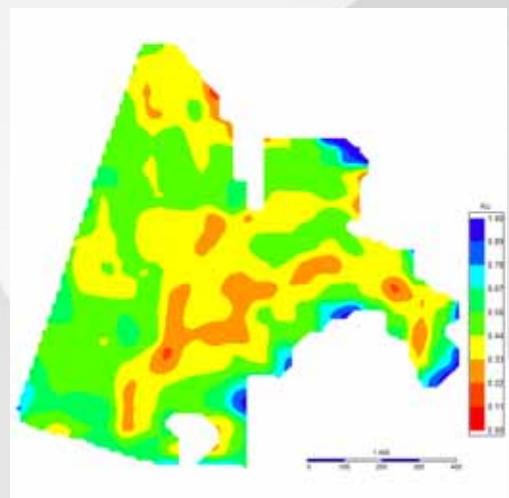


01-25-2008

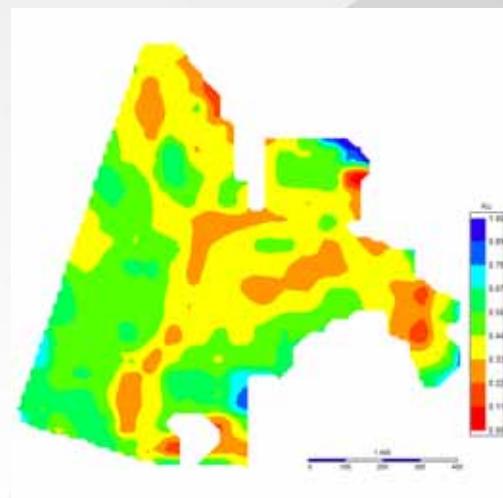


02-02-2008

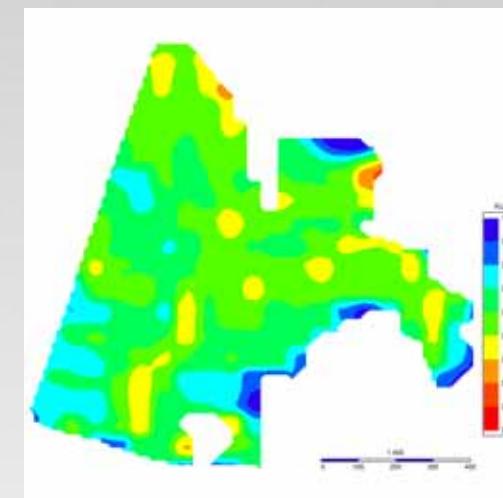
# Kc Mapping



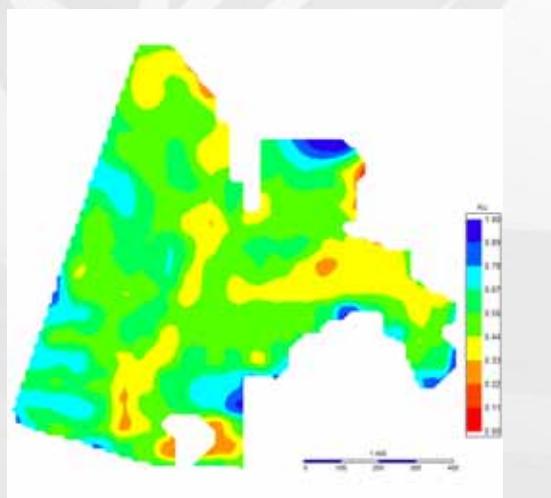
11-30-2007



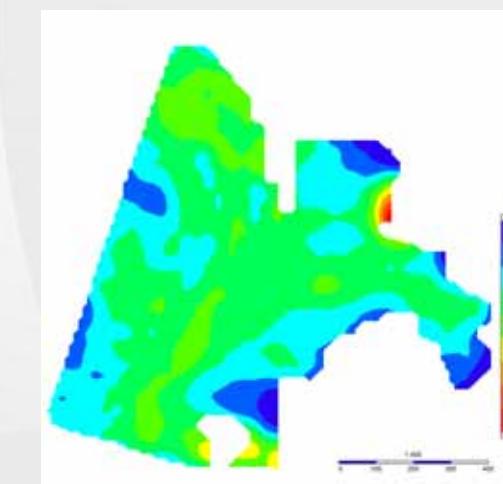
12-16-2007



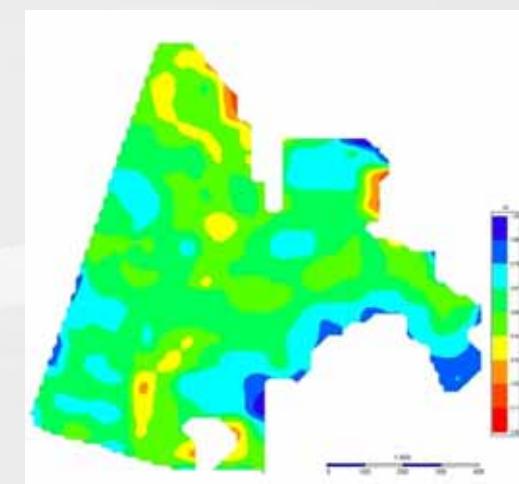
01-01-2008



01-17-2008



01-25-2008

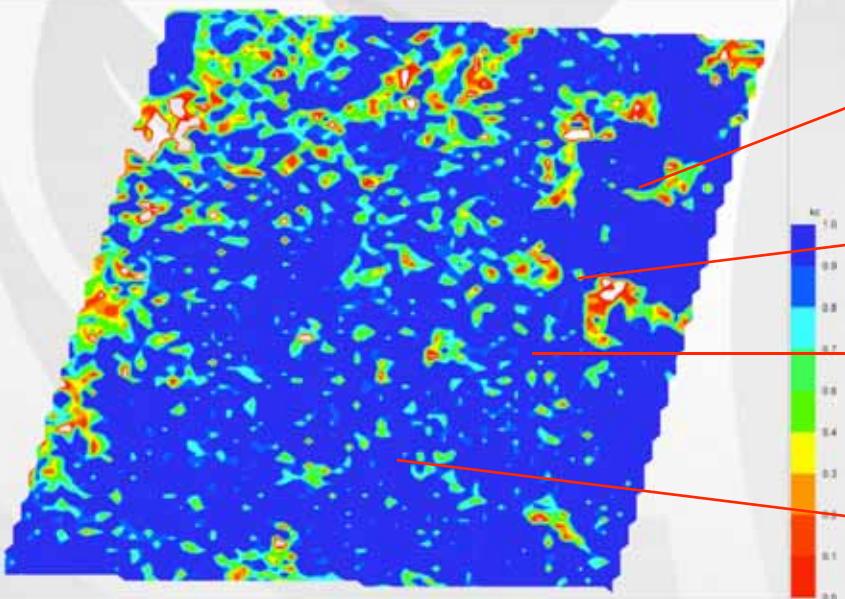


02-02-2008

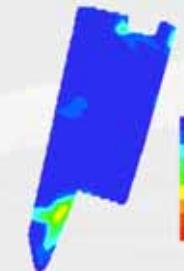
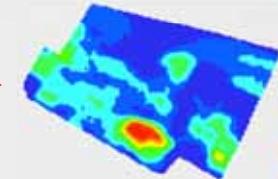
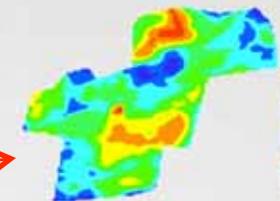
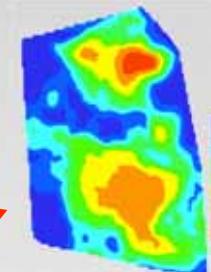


# Estimación regional del consumo de agua

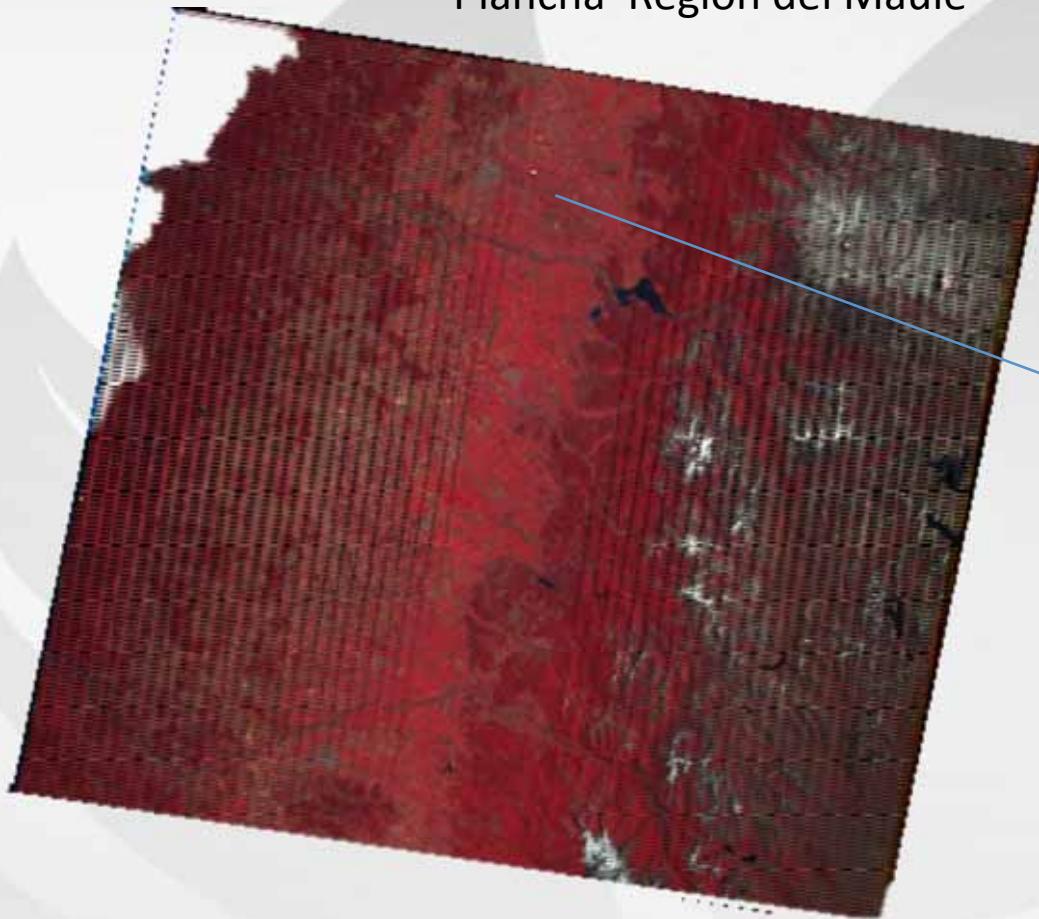
Regional  
(25 viñas: 2,200ha)



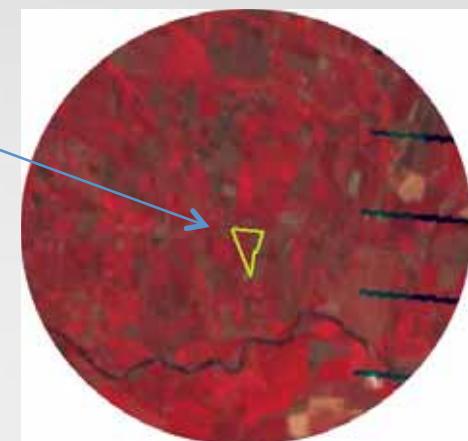
Viñedos



Plancha Región del Maule

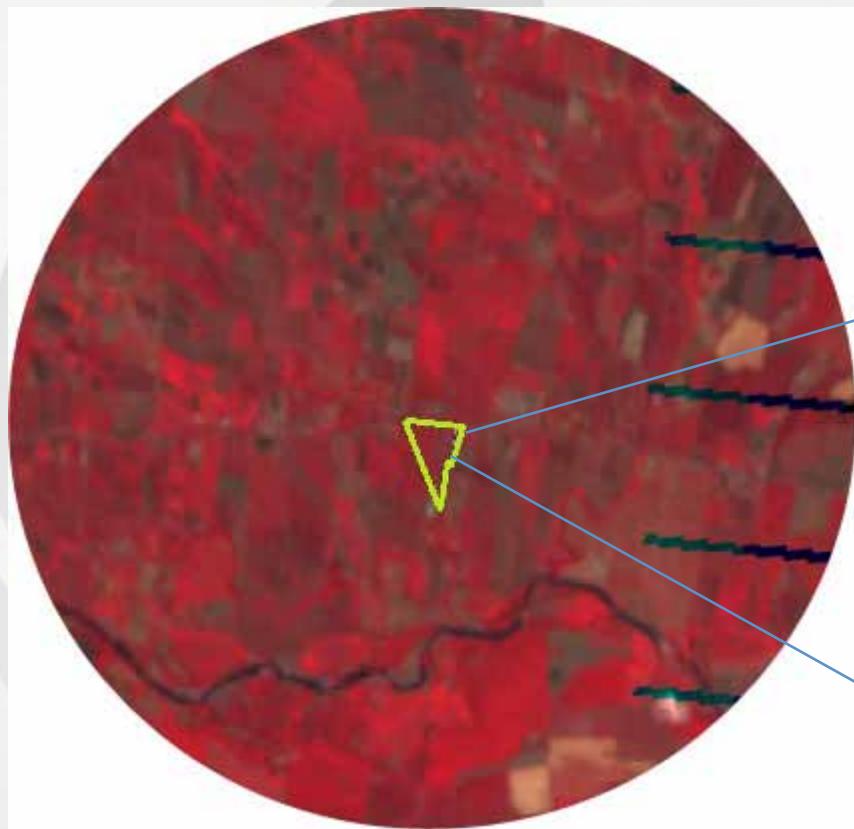


AOI

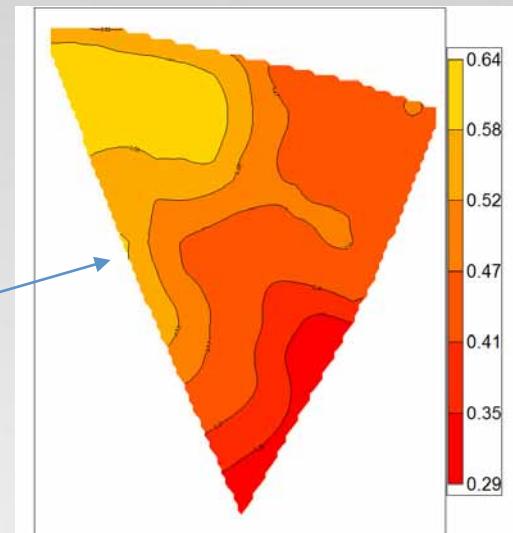


Ejemplo estimación parámetros con  
percepción remota

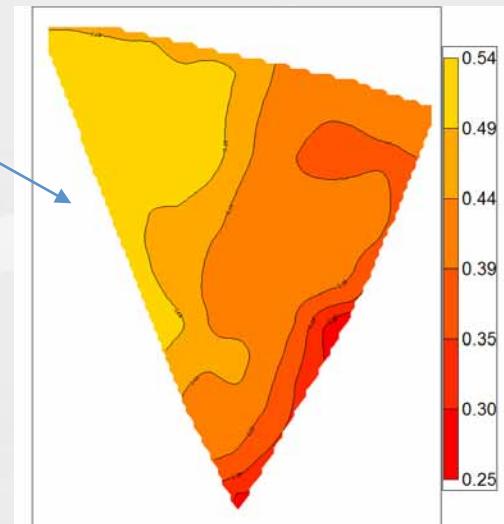
Temporada 2011-2012  
Viña Bustamante



Kc principio temporada METRIC 2011-12-11



Kc principio temporada METRIC 2012-02-3



Variabilidad de Kc:  
-Intrapredial  
-Dentro de la temporada  
-A través de las temporadas

## Consumo de agua annual del viñedo (m<sup>3</sup>/ha/year)

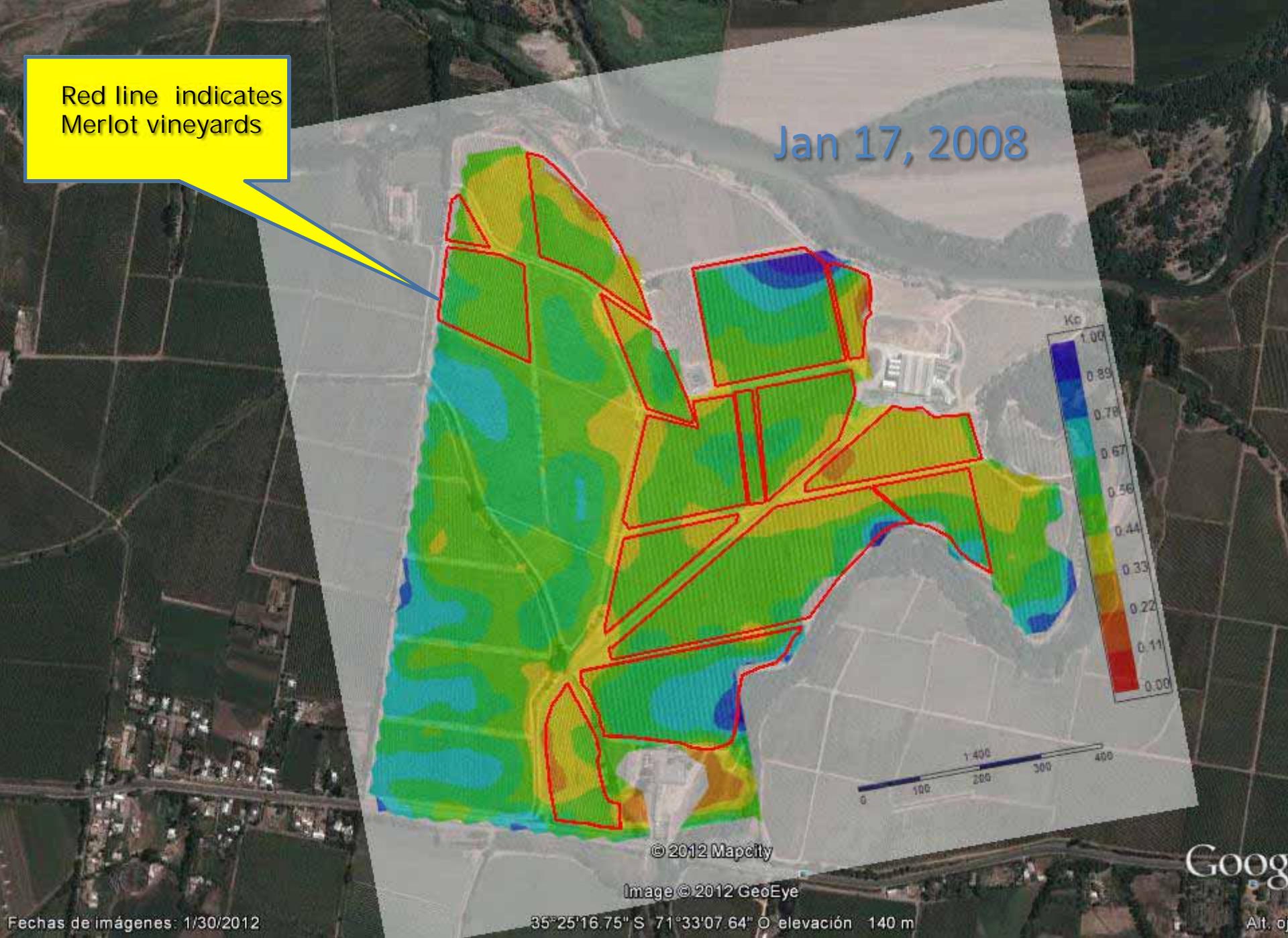
	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Mean
Blocks						
15	3750	3768	4445	4723	3819	4101
16	4923	4945	5837	6181	4981	<b>5373</b>
17+18	4605	4622	5476	5805	4710	5044
19	3394	4030	4030	4259	3435	<b>3830</b>
20	3879	4611	4611	4911	3994	4401
21	3945	4689	4689	4970	4026	4464
22	4709	5591	5591	5947	4811	5330
Mean	<b>4172</b>	4608	4954	<b>5257</b>	4254	<b>4649</b>



# Evaluation of irrigation management

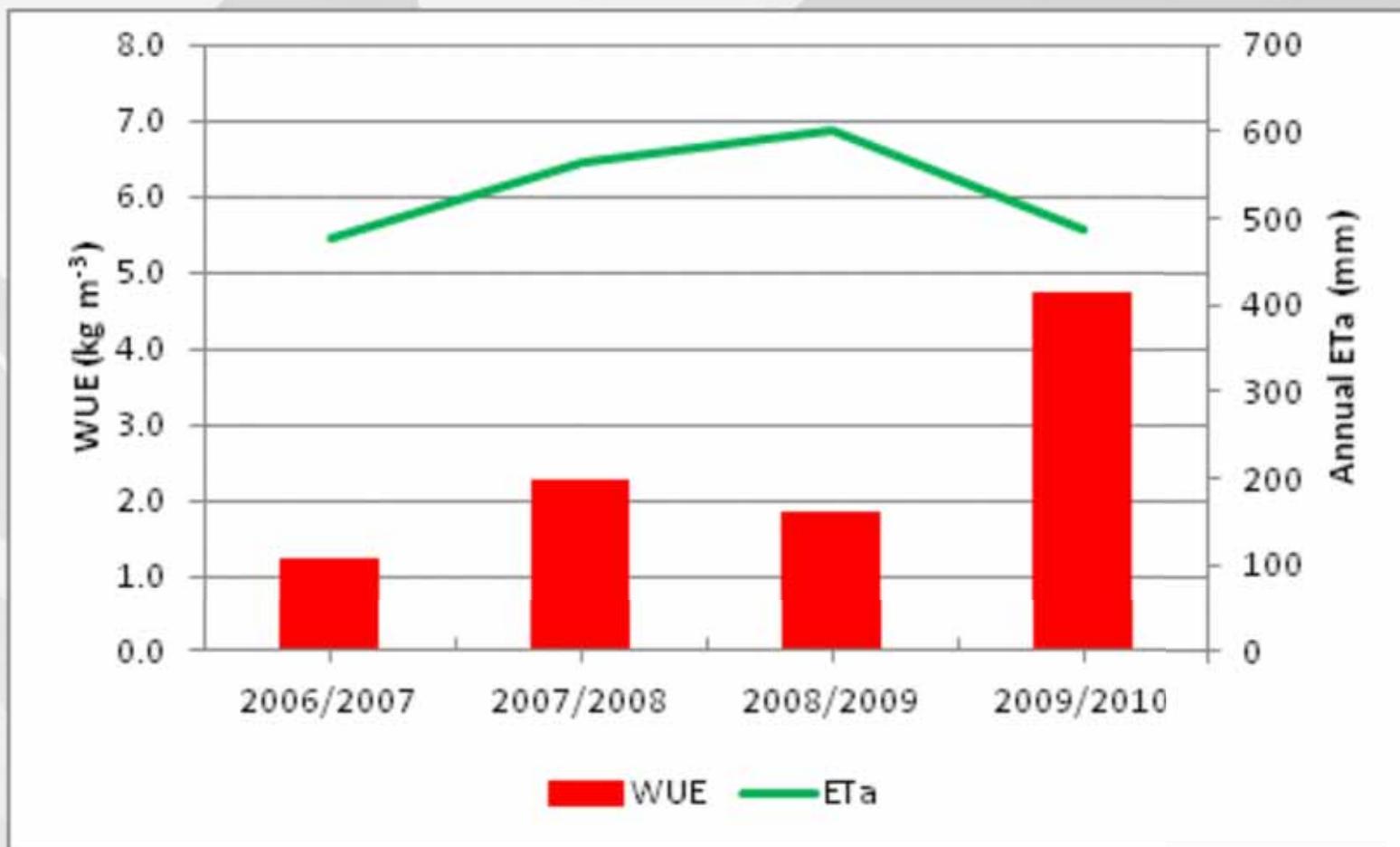
Red line indicates  
Merlot vineyards

Jan 17, 2008

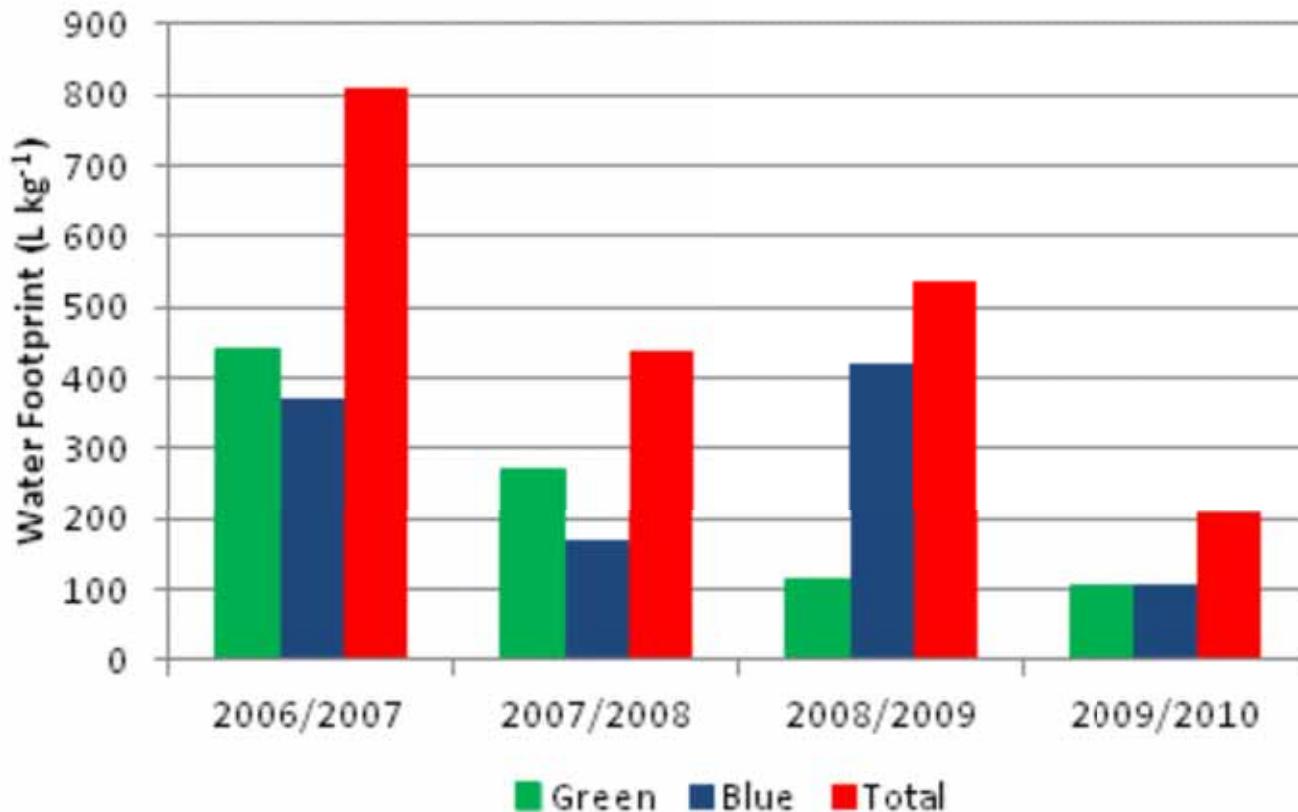




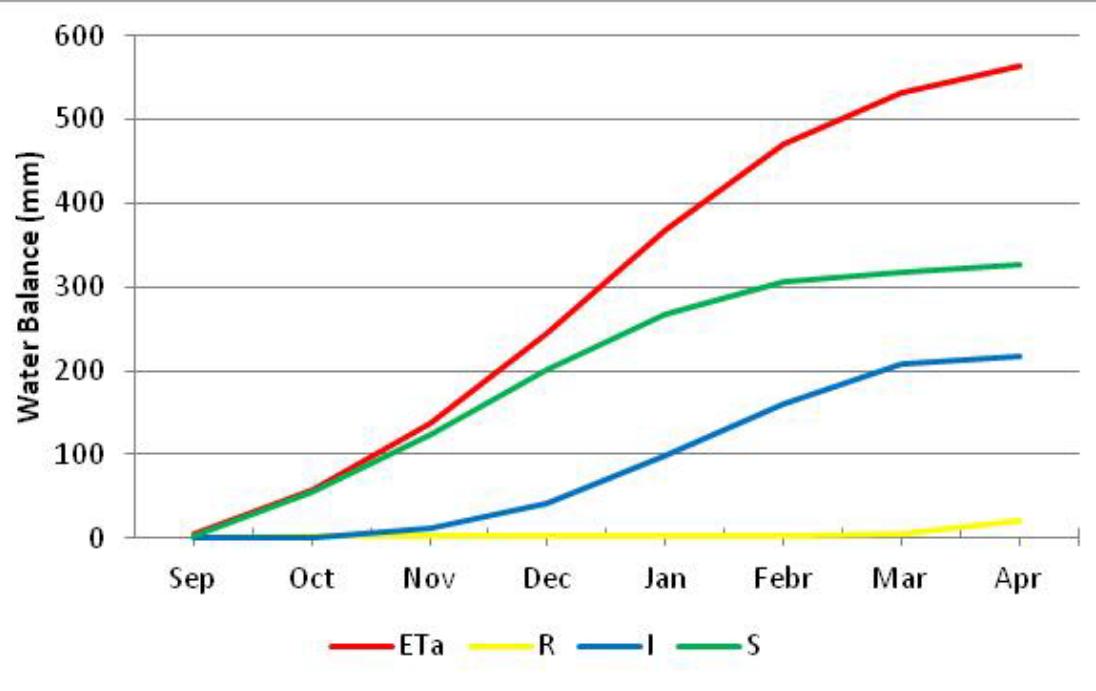
# Evaluación de la eficiencia del uso del agua y huella hídrica



Eficiencia del uso del agua o productividad del agua (WUE) y consumo de agua del viñedo (ETa). ETa fue estimada usando imágenes satelitales y datos climáticos



Huella hídrica total, verde y azul. ET<sub>a</sub> fue estimada usando imágenes satelitales y datos climáticos .



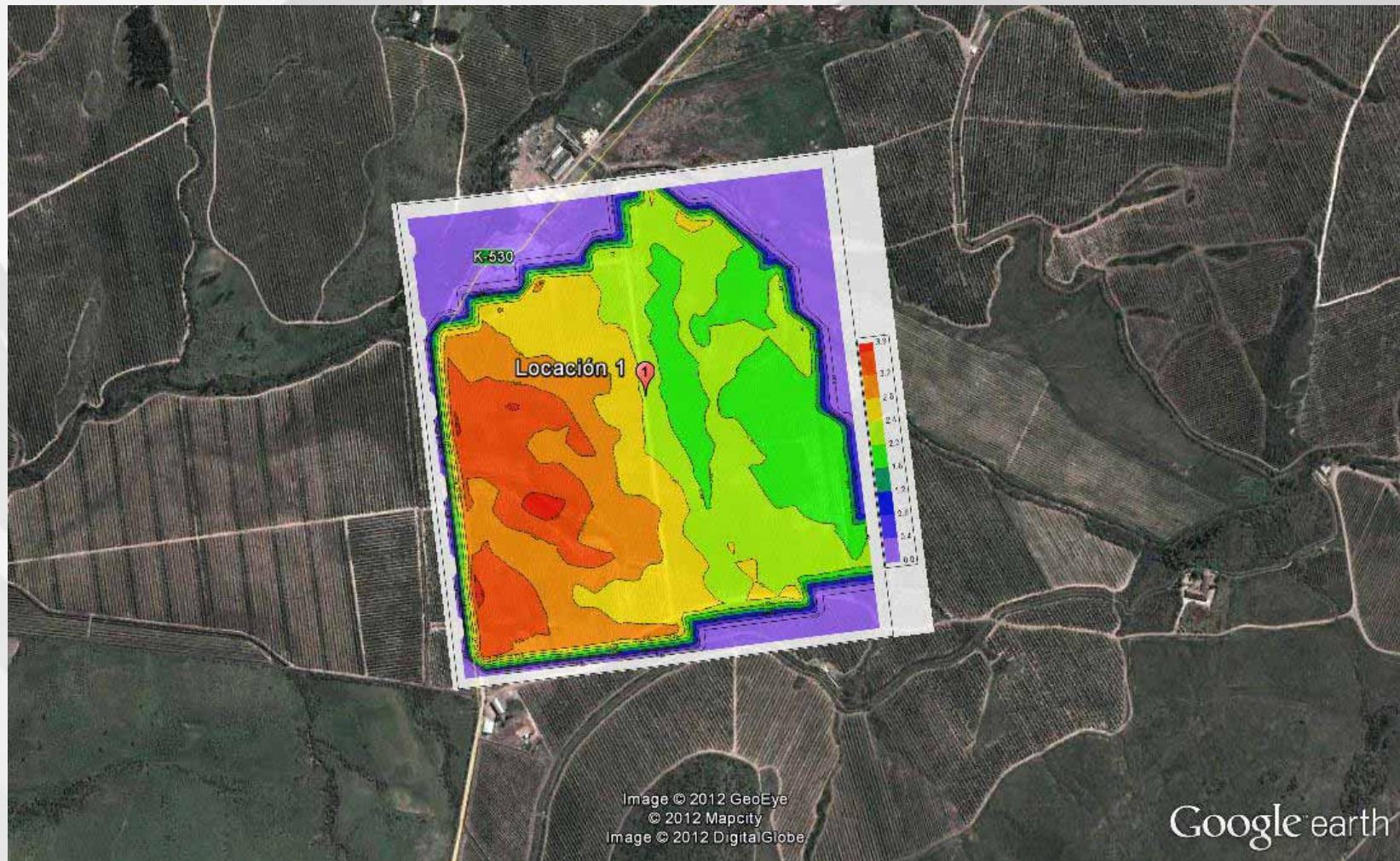
Accumulate values of actual evapotranspiration(ETa), rainfall (R), applied water (I) and water from the Soil (S)

## Annual Water Balance of a drip-irrigated Merlot vineyard

	Water Use	
	(mm)	(%)
Applied water (I)	217	38.4
Rainfall (R)	20	3.5
Water from the soil (S)	347	61.6
Actual evapotanspiration (ETa)	564	100

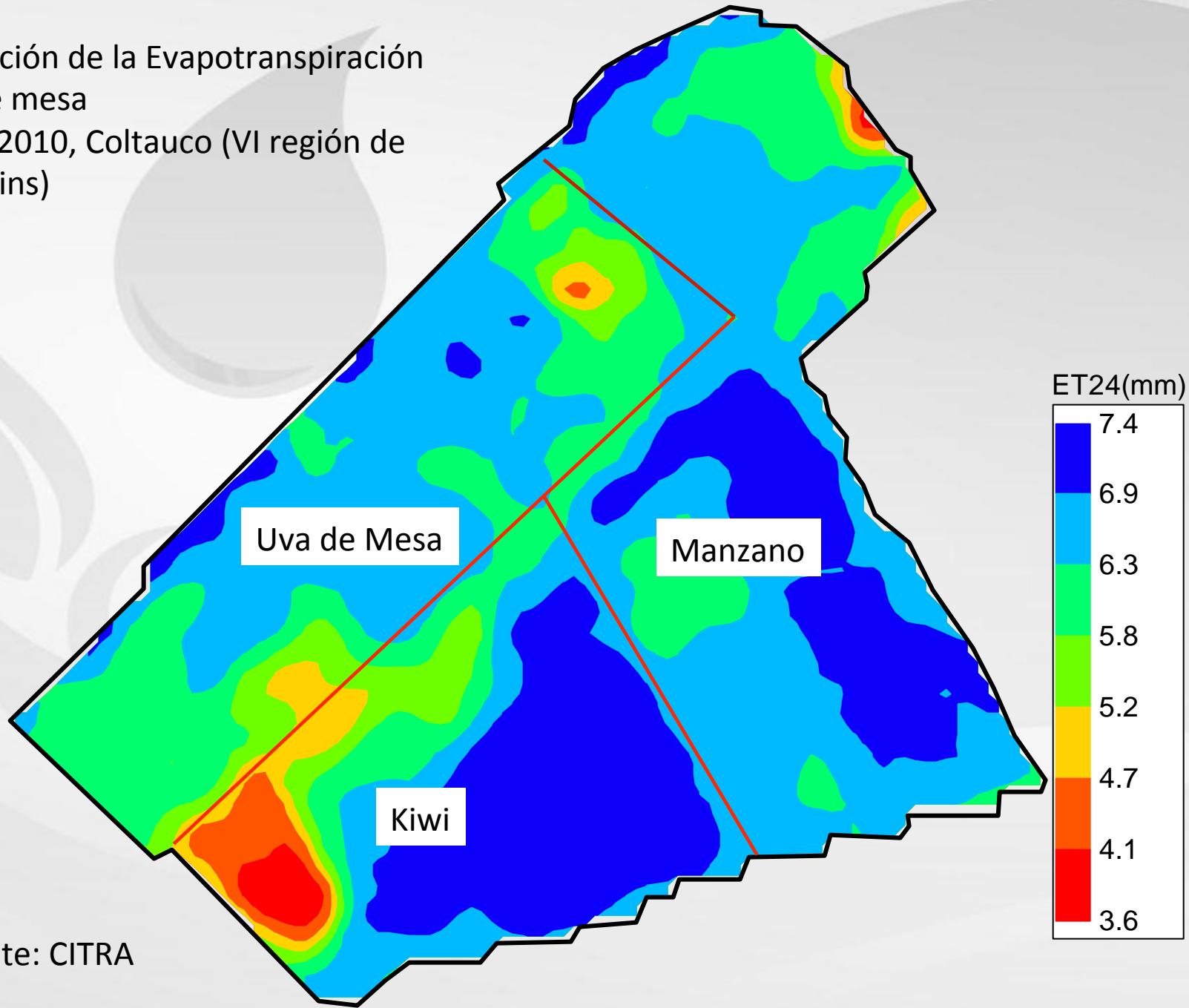


## Huerto de olivos (65.2 ha)



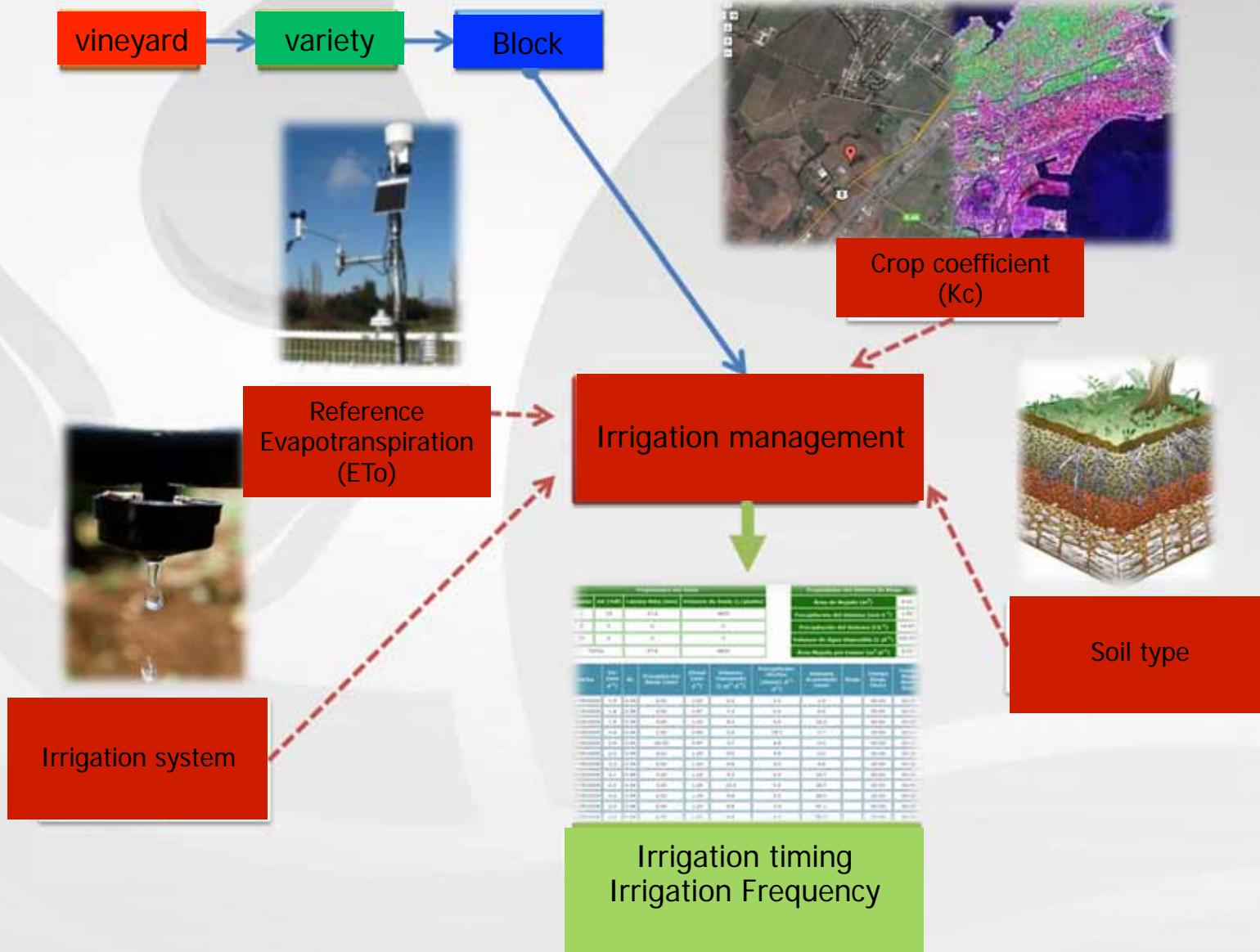
Sector rojo= 2.8-3.2 mm day<sup>-1</sup>  
Sector verde= 1.6-2.3 mm day<sup>-1</sup>

Estimación de la Evapotranspiración  
Uva de mesa  
06-01-2010, Coltauco (VI región de  
O'Higgins)

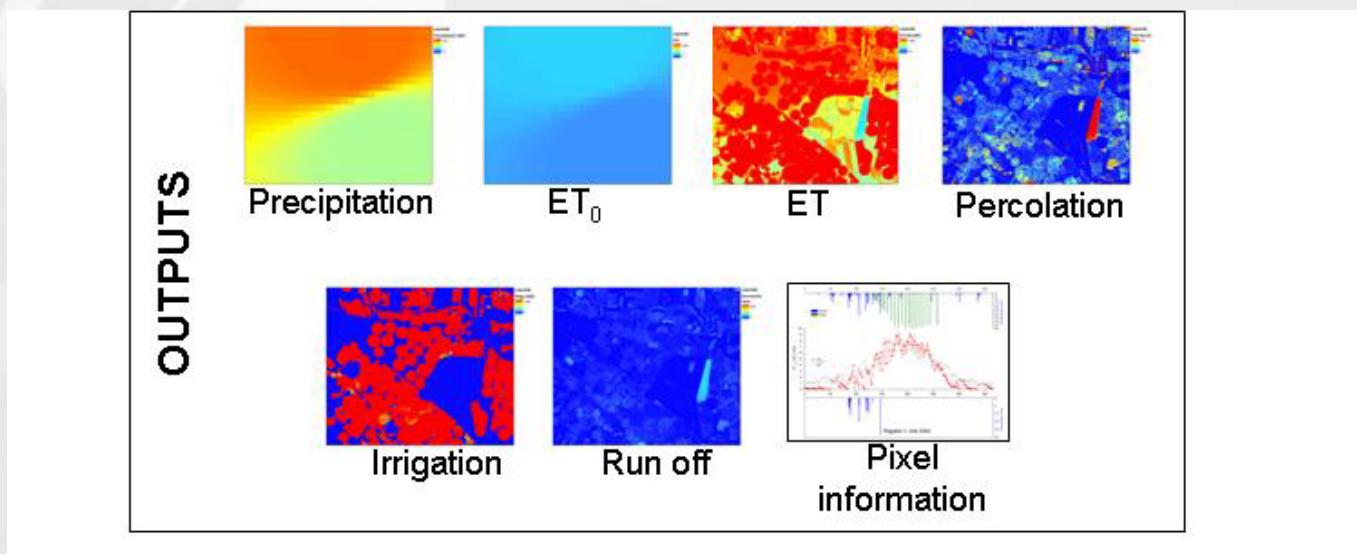
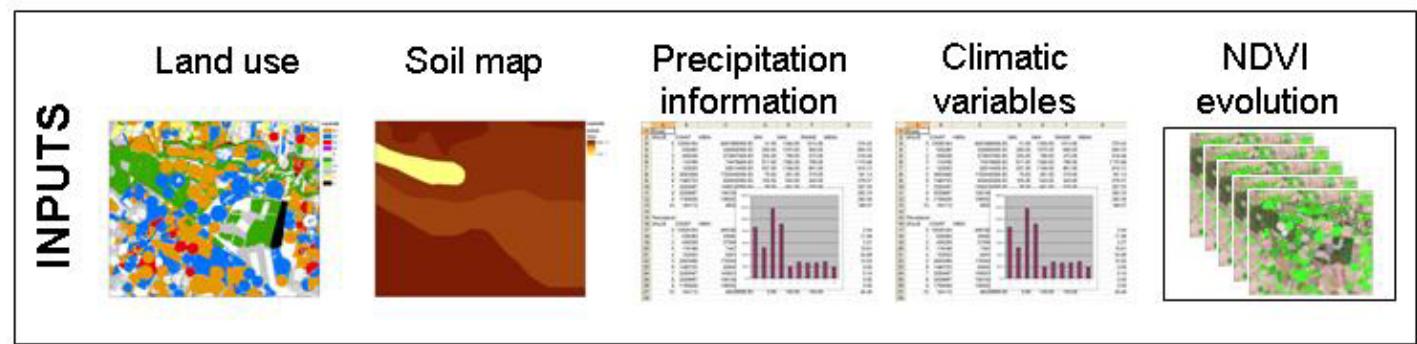


Fuente: CITRA

# Desarrollo de una plataforma Geo-informatica (FONDEF)



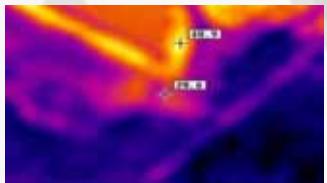
# Balance de agua en el suelo asistido por satélite: Hidromore+ (FONDECYT)



# Sistema Aéreo no tripulado (Octocoptero) (FONDECYT)

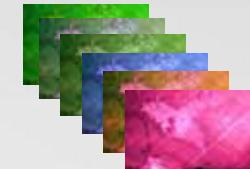


Cámara infrarroja  
(Guide EasIR-9 )



Cámara visible (Lumix DMC)

Cámara multiespectral  
(Tetracam Mini MCA 6 canales)



## Medición de temperatura de superficie

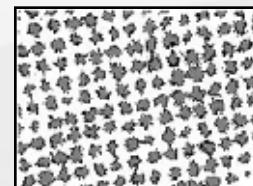
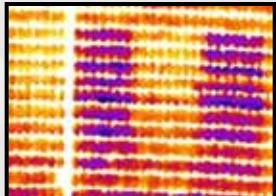
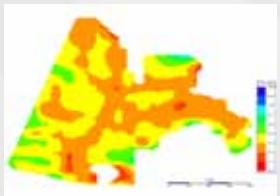
- Contenido Hídrico
- Índice de are foliar
- Contenido nutricional
- Rendimiento

- Análisis de RGB
- Orto-mosaicos
  - Índice de are foliar
  - Fracción de cobertura

## Calculo de índices de vegetación (IV)

- Vigor
- Contenido Hídrico
- Índice de are foliar
- Contenido nutricional
- Rendimiento

## Productos



Evapotranspiración

Índices de estrés hídrico

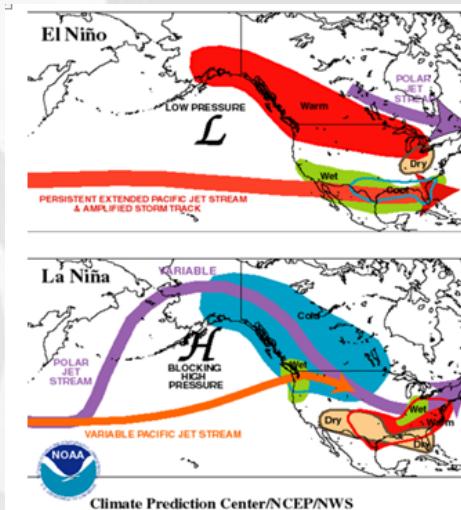
Mosaico

Fracción de cobertura

Evolución de IV

# LINEAS DE INVESTIGACIÓN

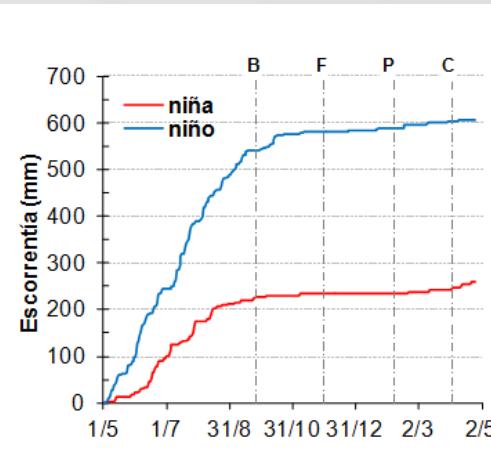
- Cambio Climático y Sustentabilidad



Escenarios climáticos



Modelo de simulación



Balance hídrico simulado

Simulación de escenarios climáticos Niña y Niño utilizando el modelo de cultivos Sticks.

# Transferencia Tecnológica

**“ favorecer el acercamiento entre las problemáticas de los agricultores y la oferta científica-tecnológica existente ”**

El CITRA se ha caracterizado por incorporar nuevas tecnologías y metodologías para el manejo del riego en el sector agrícola chileno. Para lograr este objetivo, nuestro Centro ha impulsado programas de transferencia tecnológica que han contribuido a:

- aumentar la eficiencia en el uso del agua a nivel predial,
- disminuir los costos energéticos de la labor de riego,
- mejorar los rendimientos
- calidad de los productos agrícolas.



## Seminarios



## Cursos



## Talleres



## Diplomado de Riego, 2008



## Días de Campo



**EL LLANO**



**LA CABANÁ**



**MARTA MARTINEZ**



**LA QUERENCIA**



**LA ESTANCIA**



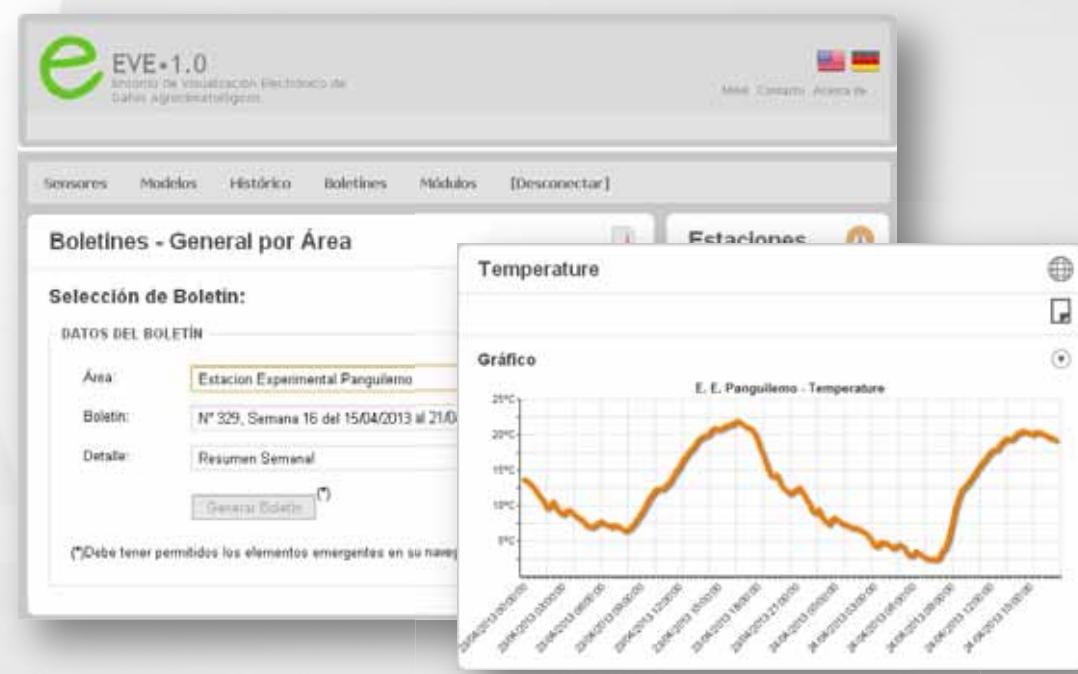
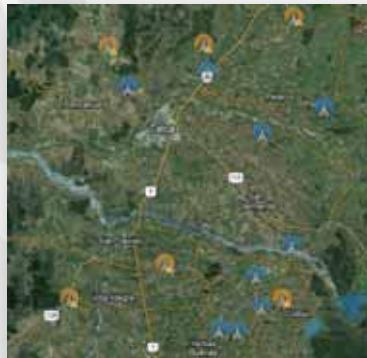
# Días de Campo con productores de la zona de Colbún y Yerbas Buenas)



# Información Agroclimática en Línea (desde el año 1997)

La Información Agroclimática es un servicio que se ha consolidado gracias a la red de estaciones meteorológicas automáticas administradas por el CITRA.

Este servicio proporciona información climática necesaria para agricultores, organizaciones públicas, empresas de seguros agrícolas y servicios ambientales que se encuentran dentro del área de influencia de la red de estaciones



# **“Sistema Integral para la gestión Hídrica (SIGESH)”**

# Objetivos Generales

- ✓ Entregar un Servicio de programación y Optimización del Uso del Agua de Riego (tiempo y frecuencias de riego)
- ✓ Desarrollo de un programa de investigación aplicada
- ✓ Desarrollo de un programa de transferencia tecnológica

# **“Sistema Integral para la gestión Hídrica (SIGESH)”**

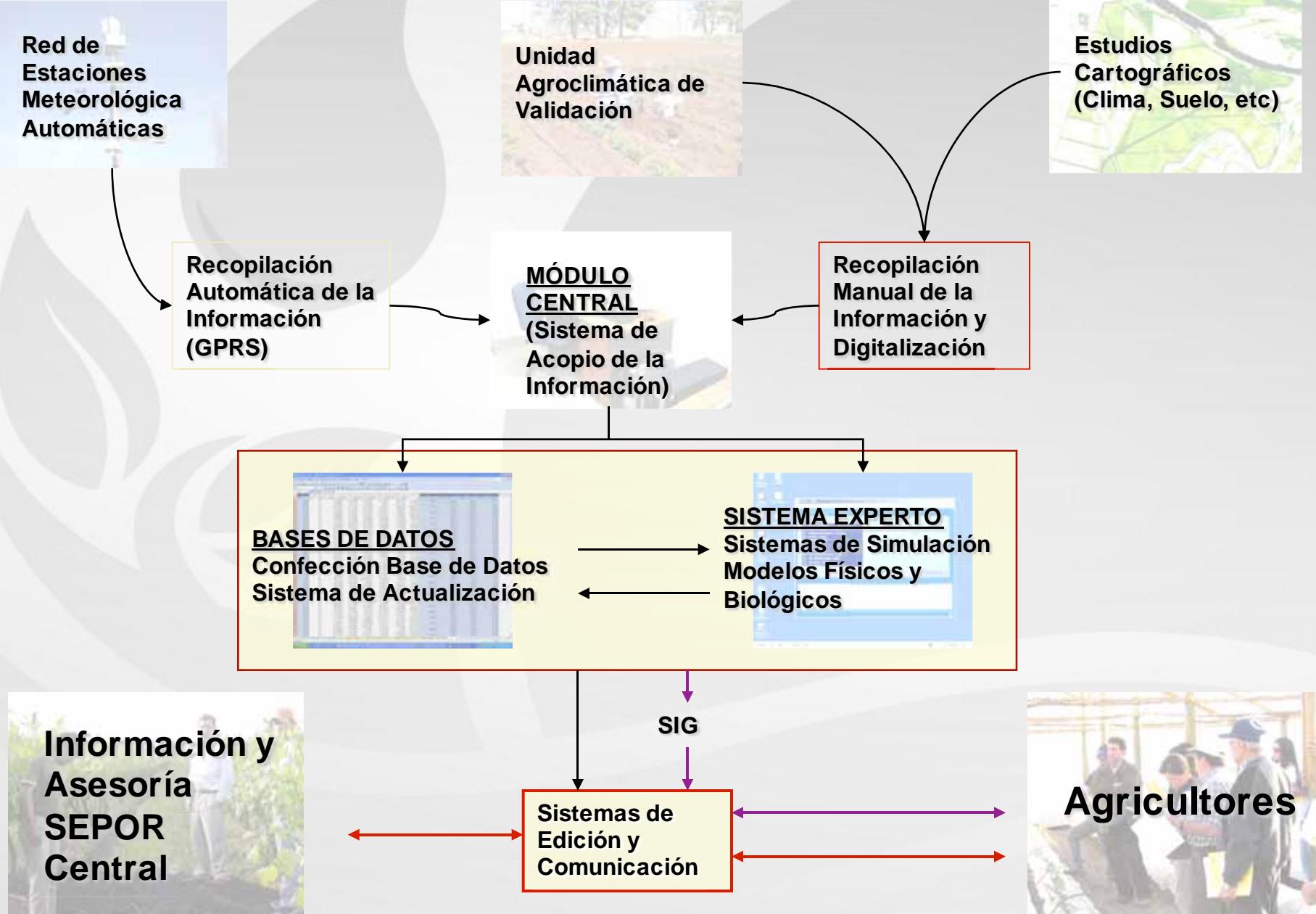
- Maíz Semillero**
- Tomate Industrial y tomate en invernadero**
- Arándanos**
- Frambuesa**
- Manzano**
- Olivos**
- Uva de mesa**
- Uva vinífera**
- Kiwi**

## **Etapas para un manejo Sitio-Especifico del riego**

- ✓ Evaluación espacial y temporal del consumo de agua (clima)
- ✓ Evaluación espacial de las propiedades físico-hídrica del suelo
- ✓ Monitoreo de la humedad del suelo y estatus hídrico del viñedo.
- ✓ Evaluación espacial del dosel del viñedo y calidad de fruta

Calibración sitio-específica de la programación del riego

# COMPONENTES SIGESH



# Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas



Mediciones cada minuto  
Se envían promedios cada 15 min.

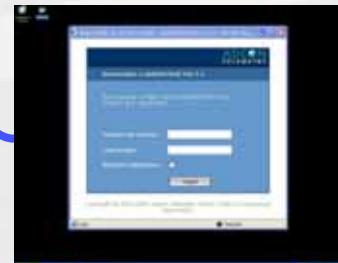
Proveedor de Servicios de Internet Móvil



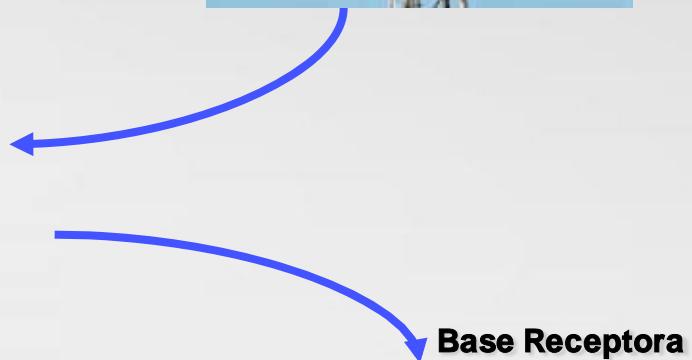
**Usuarios**



AddPro 5.1



Servidor de Información Climática



# **“Monitoreo climáticos”**

## 1. Información Climática Básica:

- Temperatura
- Humedad Relativa
- Velocidad y Dirección del Viento
- Radiación Solar
- Precipitaciones

## 2. Información Climática Procesada:

- Evapotranspiración de Referencia (ETr)
- Evapotranspiración actual del cultivo (ETa)
- Coeficientes de cultivo calibrados (Kc)
- Días Grados Acumulados
- Horas Frío





# Calibración de los coeficientes de cultivo

- Ortega-Farias, S.**, Irmak, S. and Cuenca, R. H. 2009. Editorial: Special issue on Evapotranspiration Measurement and Modeling. *Irrig. Sci.*, 28: 1-3
- Ortega-Farias, S.**, Fereres, E., and Sadras, V.O. 2012. Special issue on water management in grapevines. *Irrig Sci.*, 30:335–337.

## Medición de humedad de suelo

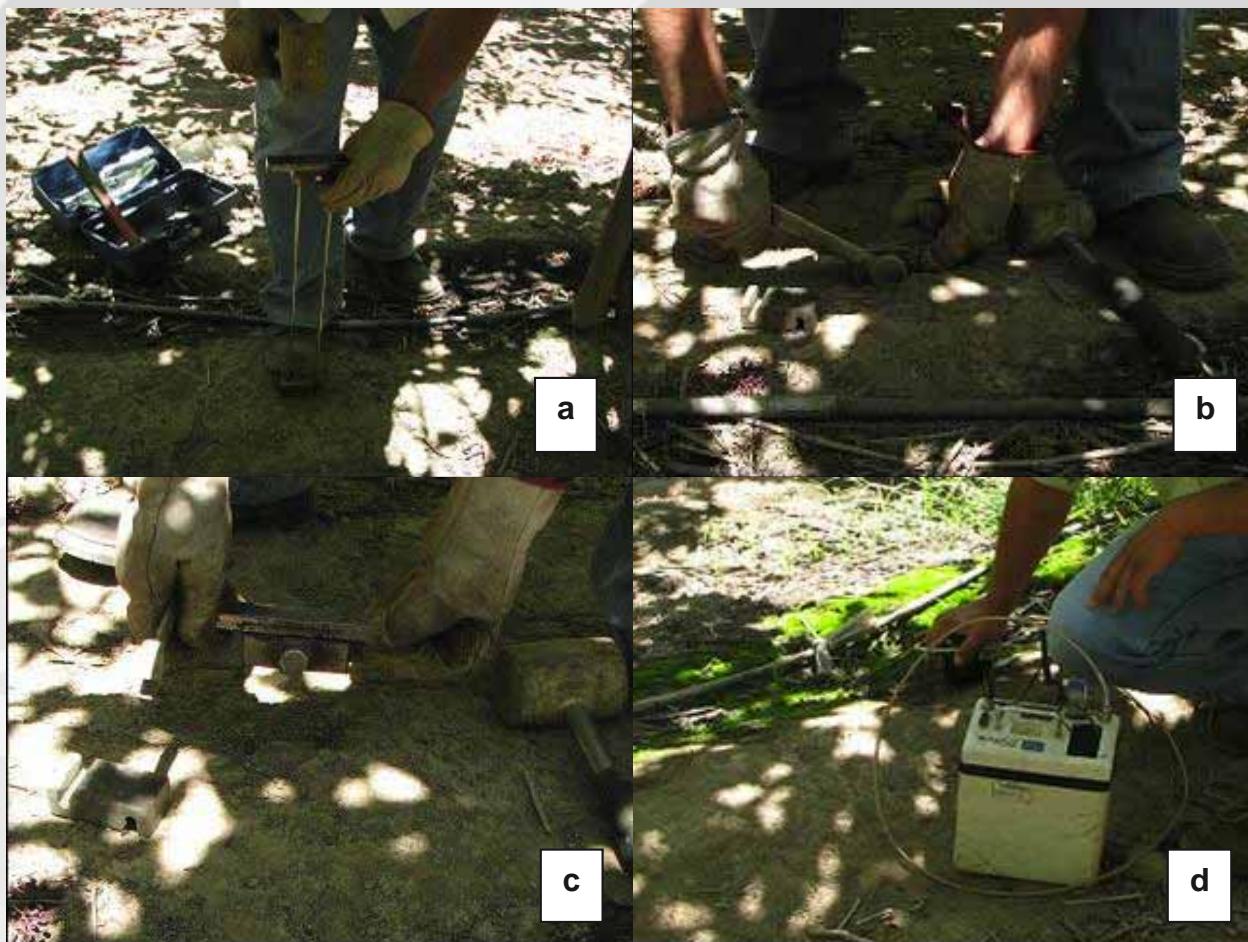
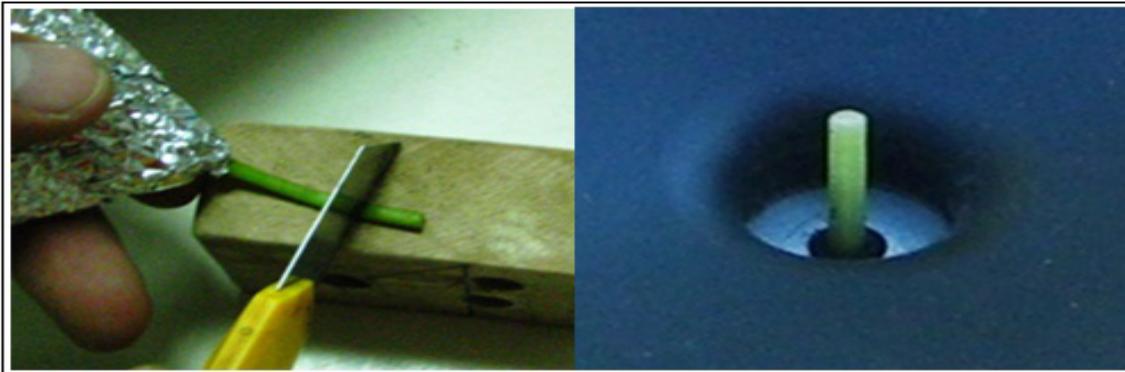


Figura 4.2. (a-b y c) Instalación de varillas de acero inoxidable, kit de instalación y combo de goma, (d) medición de humedad de suelo con TDR, ensayo uva de mesa cv. Thompson Seedless. Coltauco, Región de O'Higgins.

• 4.- Monitoreo del potencial hídrico del xilema



## Medición de estado hídrico de la planta a



# Medición periódica del estado hídrico de plantas



Manzanos



Frambuesas



Arándanos



Kiwis

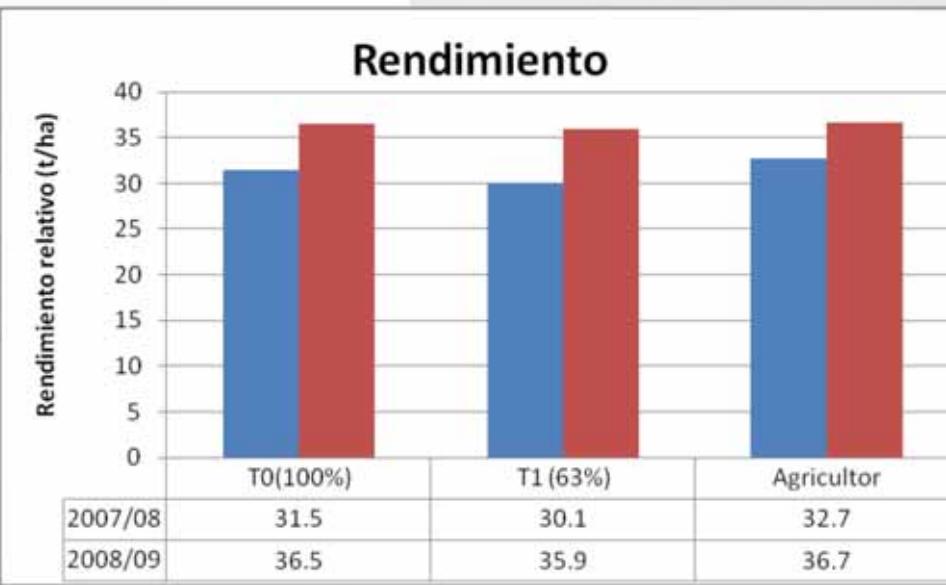
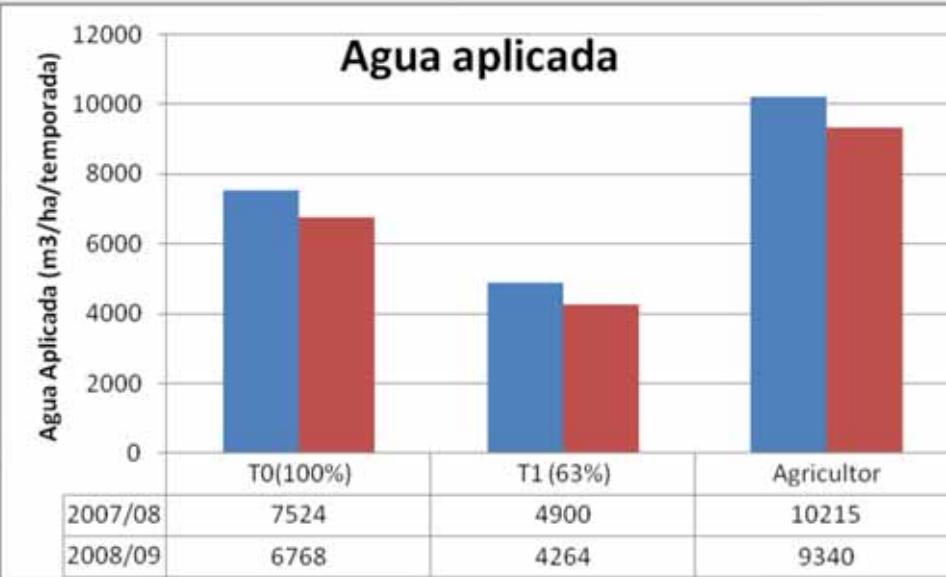
# Mediciones en Planta



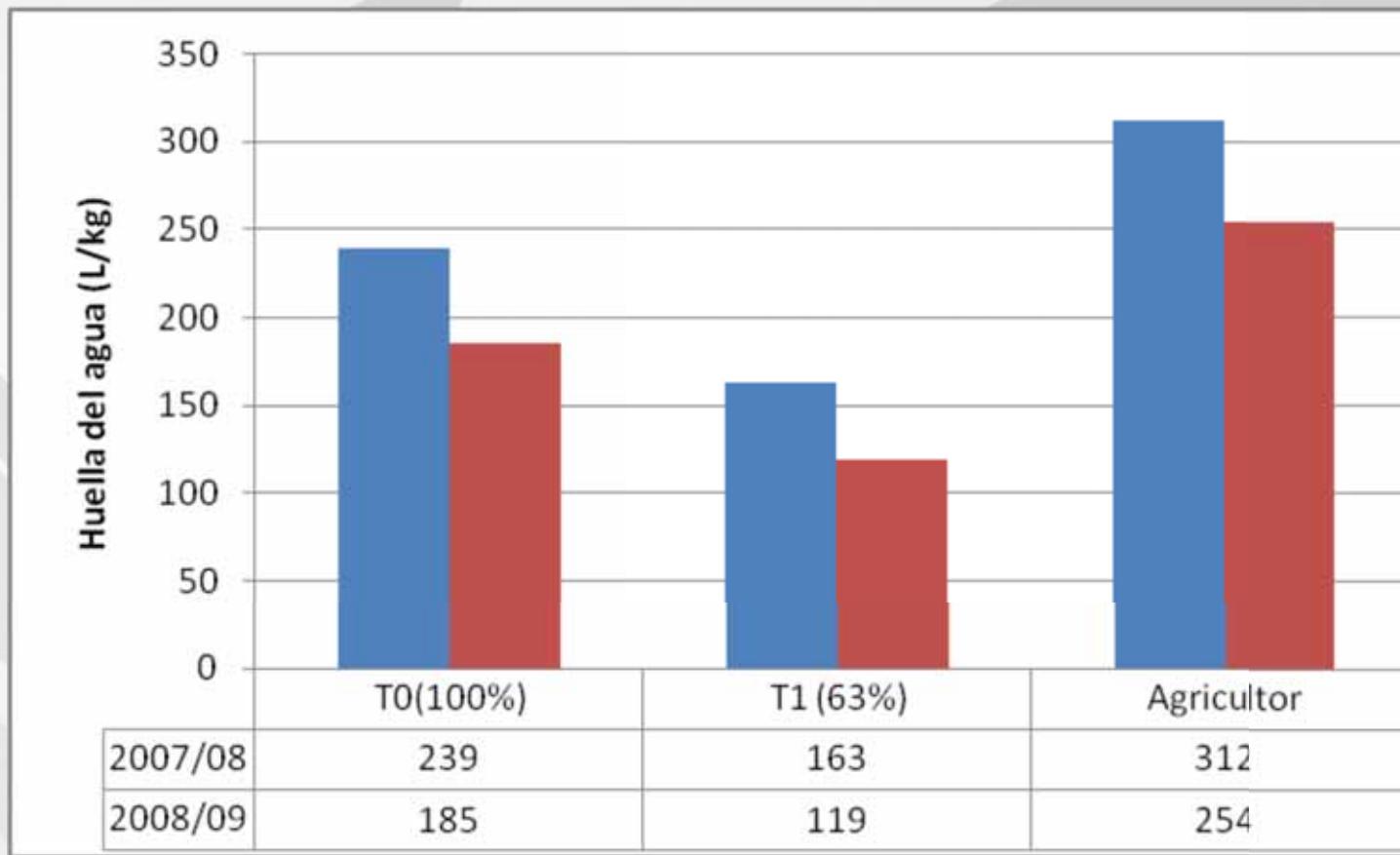
# **“Impactos del SIGESH”**

- Uva de Mesa





**Agua aplicada y rendimiento en uva de mesa (cv. Thompson Seedless)**



**Huella del agua para tres estrategias de riego en un parronal  
(Thompson Seedless)**