

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







Cuadro 4.12. Análisis estadístico de los factores de calidad, en uva de mesa cv. Thompson Seedless (temporadas 2007-08 y 2008-09. Coltauco, Región de O'Higgins).

Tratamiento	pH		Ac. Total		°Brix		Diámetro de bayas	
	2007-08	2008-09	2007-08	2008-09	2007-08	2008-09	2007-08	2008-09
<b>T0 (100%)</b>	3,4	3,5	3,3	3,5	17,0	18,8	16,87a	18,15ab
<b>T1 (63%)</b>	3,6	3,6	3,7	3,8	16,9	18,9	17,75b	17,97a
<b>T2 (138%)</b>	3,5	3,5	3,6	3,6	17,0	17,9	17,85b	18,25b
<b>Significancia</b>	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**	*
<b>C.V. %</b>	2,98	2,40	14,06	10,78	8,82	7,21	-	-

Valores seguidos de igual letra en las columnas no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de LSD ( $p \leq 0,05$ ). Significancia: ns: no significativo; \* significativo ( $p < 0,05$ ); \*\* altamente significativo ( $p < 0,01$ ), c.v.: coeficiente de variación.

**FICHA TÉCNICA UVA DE MESA, COMUNA DE COLTAUCO, TEMPORADA 2007-2008.**

**Cuadro 1. Estados fenológicos principales de la Uva de Mesa cv. Thompson Seedless.**

Estado Fenológico (Fechas)	Inicio de Brotación (05-09-07)	Inicio Floración (22-10-07)	Baya 6 mm (27-12-07)	Inicio Pinta (18-01-08)	Inicio Cosecha (26-02-08)	Caída de Hoja (Finales de Abril)
Imagen						

Fuente: CITRA.

**Cuadro 2. Días grados (base 10 °C) por periodo fenológico, valores de coeficiente de cultivo (Kc) y evapotranspiración de referencia (ETr) en Uva de Mesa cv. Thompson Seedless.**

Periodo	1 Mayo-Brotación	Brotación-Floración	Floración-Baya 6 mm	Baya 6 mm-Pinta	Pinta-Cosecha	Cosecha-Caída de hoja	TOTAL
GD (10)	30,1	105,1	455,1	235,2	379,9	362,3	1567,7
Coeficiente de cultivo (Kc)	0	0,60	0,80	0,95	1.1	0,15	
Evapotranspiración de referencia a partir de Brotación - ETr (mm)	0	125,72	313,04	113,00	160,2	139,32	851,28

Fuente: CITRA

- Vid Vinífera





**Caudal Aplicado, rendimiento, eficiencia del uso del agua, huella hídrica azul y ahorro de agua y energía en un viñedo conducido en una doble cortina Genovesa (cv. Carmenere)**

	<b>Caudal aplicado (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Eficiencia del Uso del agua (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Huella hídrica azul (L kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ahorro de Agua y energía (%)</b>
<b>Agricultor</b>	<b>2613</b>	<b>20</b>	<b>7.81</b>	<b>128</b>	<b>100</b>
<b>Estrategia1</b>	<b>1813</b>	<b>17</b>	<b>9.57</b>	<b>105</b>	<b>30.6</b>
<b>Estrategia2</b>	<b>1318</b>	<b>18</b>	<b>13.95</b>	<b>72</b>	<b>49.6</b>
<b>Estrategia3</b>	<b>923</b>	<b>22</b>	<b>23.39</b>	<b>43</b>	<b>64.7</b>



# Optimización del Uso de Agua de Riego para el Mejoramiento de la Calidad y Productividad en Olivo (OLEA EUROPEA L.)

Premio 2011: Mejor proyecto de sustentabilidad (Grupo Libra, Brasil)





## **Caudal Aplicado, rendimiento, eficiencia del uso del agua, huella hídrica azul y ahorro de agua y energía en un huerto de Olivos para aceite**

	<b>Caudal aplicado (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimiento de aceite (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Eficiencia del Uso del agua (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Huella hídrica azul (L kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ahorro de Agua y energía (%)</b>
<b>Agricultor</b>	<b>4941</b>	<b>2.42</b>	<b>0.49</b>	<b>2044</b>	<b>100</b>
<b>Estrategia1</b>	<b>3856</b>	<b>2.38</b>	<b>0.62</b>	<b>1620</b>	<b>22.0</b>
<b>Estrategia2</b>	<b>3259</b>	<b>2.43</b>	<b>0.75</b>	<b>1342</b>	<b>34.0</b>
<b>Estrategia3</b>	<b>3126</b>	<b>2.12</b>	<b>0.68</b>	<b>1475</b>	<b>36.7</b>

## Analisis Económico:






	<b>Agricultor (US\$/ha)</b>		<b>Sistema (US\$/ha)</b>
<b>Costo de la energía</b>	221		159
<b>Costo de la cosecha</b>	945		870
<b>Costo del procesamiento de aceite</b>	1064		979
<b>Costo total</b>	2230		2008
<b>Ahorro</b>			222

Huerto = 600 ha; el ahorro total = US\$ 133,200/year



## FICHA TÉCNICA OLIVO, COMUNA DE PENCAHUE, TEMPORADA 2007-2008.

**Cuadro 1. Estados fenológicos principales del olivo cv. Arbequina.**

Estado Fenológico (Fechas)	Inicio de Brotación (10-09-07)	Floración (12-11-07)	Cuaja (30-11-07)	Endurecimiento carozo (03-01-08 al 18-01-08)	Cosecha (29-05-08)
Imagen					

Fuente: CITRA

**Cuadro 2. Días grados (base 12,5°C) por periodo fenológico, valores de coeficiente de cultivo (Kc) y evapotranspiración de referencia (ETr) en Olivo cv. Arbequina.**

Periodo	1 Mayo-Brotación	Brotación-Floración	Floración-Cuaja	Cuaja-IEC <sup>1</sup>	IEC-FEC <sup>2</sup>	FEC-Cosecha	TOTAL
GD (10)	13,5	99,0	85,5	232,5	143,0	645,9	1219,4
Coeficiente de cultivo (Kc)	0	0,6	0,6	0,6	0,36	0,36	
Evapotranspiración de referencia a partir de Brotación-ETr (mm)	0	202,4	89,1	174,2	86,3	414,9	966,9

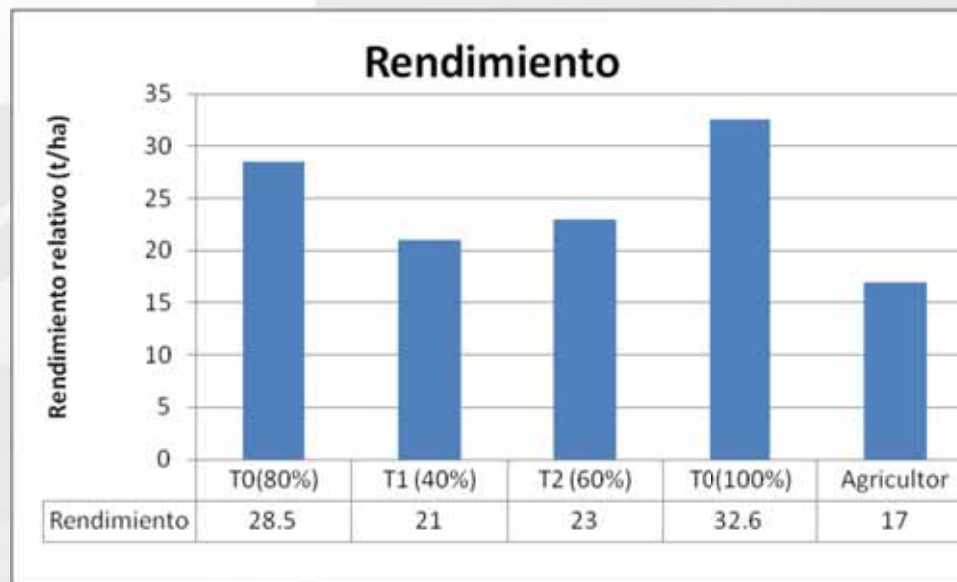
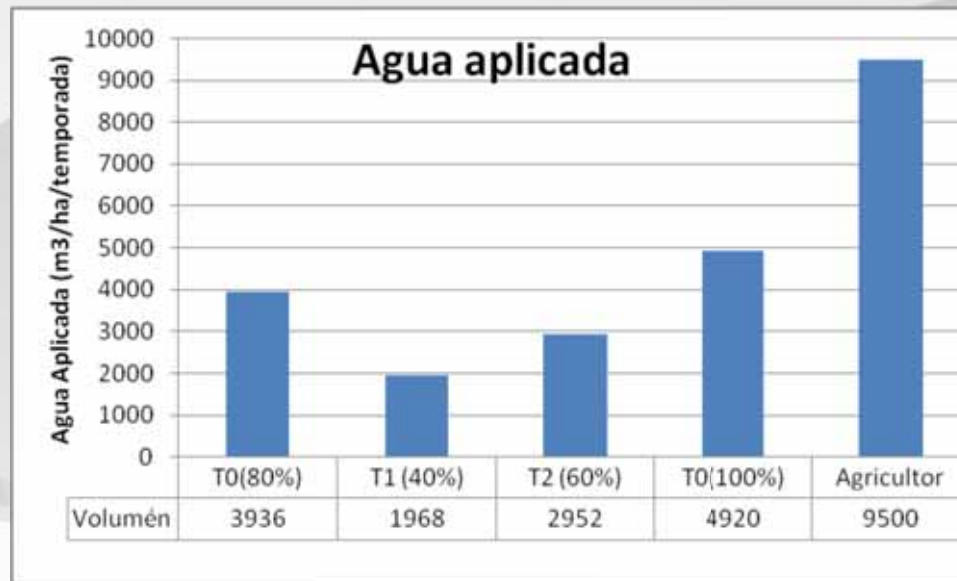
Fuente: CITRA

1 IEC=Inicio endurecimiento del carozo, 2 FEC=Fin endurecimiento del carozo

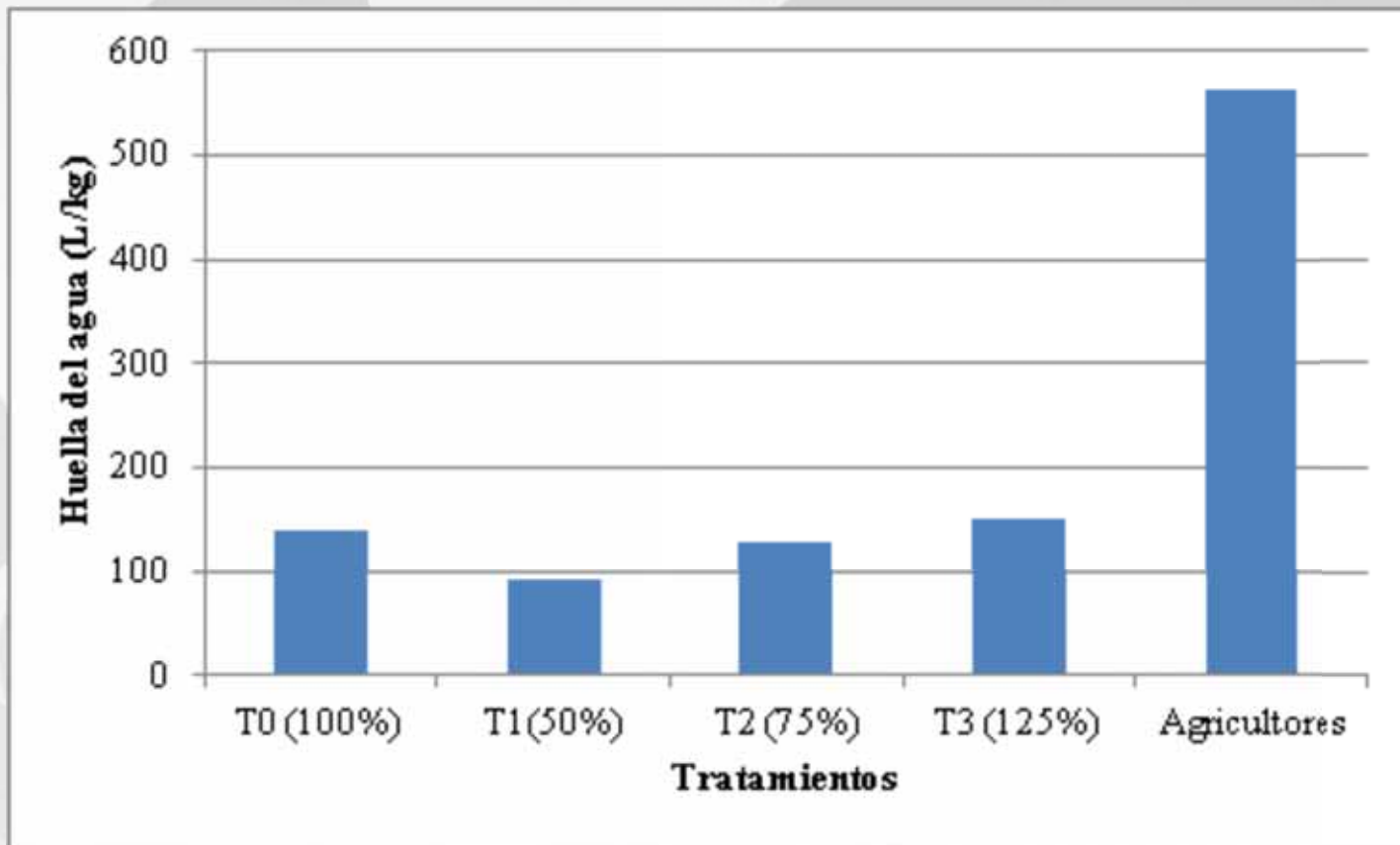


# Arándanos










**Agua aplicada y rendimiento en un huerto de arándanos (cv. Heritage) durante la temporada 2012/2013**



**Huella del agua para cuatro estrategias de riego en un huerto de arándanos (cv. Heritage) durante la temporada 2012/2013**

**FICHA TÉCNICA ARÁNDANO, COMUNA DE LONGAVÍ, TEMPORADA 2007-2008.**

**Cuadro 1. Estados fenológicos principales del Arándano cv. Briggita.**

Estado Fenológico (Fechas)	Brotación (24-09-07)	Floración (10-10-07)	Cuaja (20-10-07)	Pinta (10-11-07)	Cosecha (20-12-07)
Imagen					

Fuente: CITRA.

**Cuadro 2. Días grados (base 10°C) por periodo fenológico, valores de coeficiente de cultivo (Kc) y evapotranspiración de referencia (ETr) en Arándano cv. Briggita.**

Periodo	01 Mayo- Brotación	Brotación- Floración	Floración-Cuaja	Cuaja-Pinta	Pinta-Cosecha	TOTAL
GD <sup>(10)</sup>	19,7	16,9	13,7	72,2	224,2	346,7
Coeficiente de cultivo (Kc)	0	0,45	0,50	0,60	0,36	
Evapotranspiración de referencia a partir de Brotación-ETr (mm)	0	41,65	26,25	79,99	184,05	331,94

Fuente: CITRA



- Maiz Semillero








## Efecto de la programación del riego en semilleros de Maíz (temporada 2000-2001).

<b>Agricultores</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>		
	<b>Sistema</b>	<b>Agricultor</b>	<b>% of incremento</b>
A, VII Región	4,13	3,12	32,4
B, VII Región	4,36	3,34	31,0
C, VII Región	2,69	2,75	2,2
D, VI Región	4,27	3,87	10,3
E, VI Región	6,12	5,13	19,3
F, VII Región	4,56	4,96	-15,7
G, VI Región	4,33	3,78	37,4
Promedio	4,33	3,78	14,6

Fuente: empresa de semilleros ANASAC.

**FICHA TÉCNICA MAÍZ SEMILLERO, COMUNA DE SAN CLEMENTE, TEMPORADA 2007-2008.**

**Cuadro 1. Estados fenológicos principales de Maíz Semillero.**

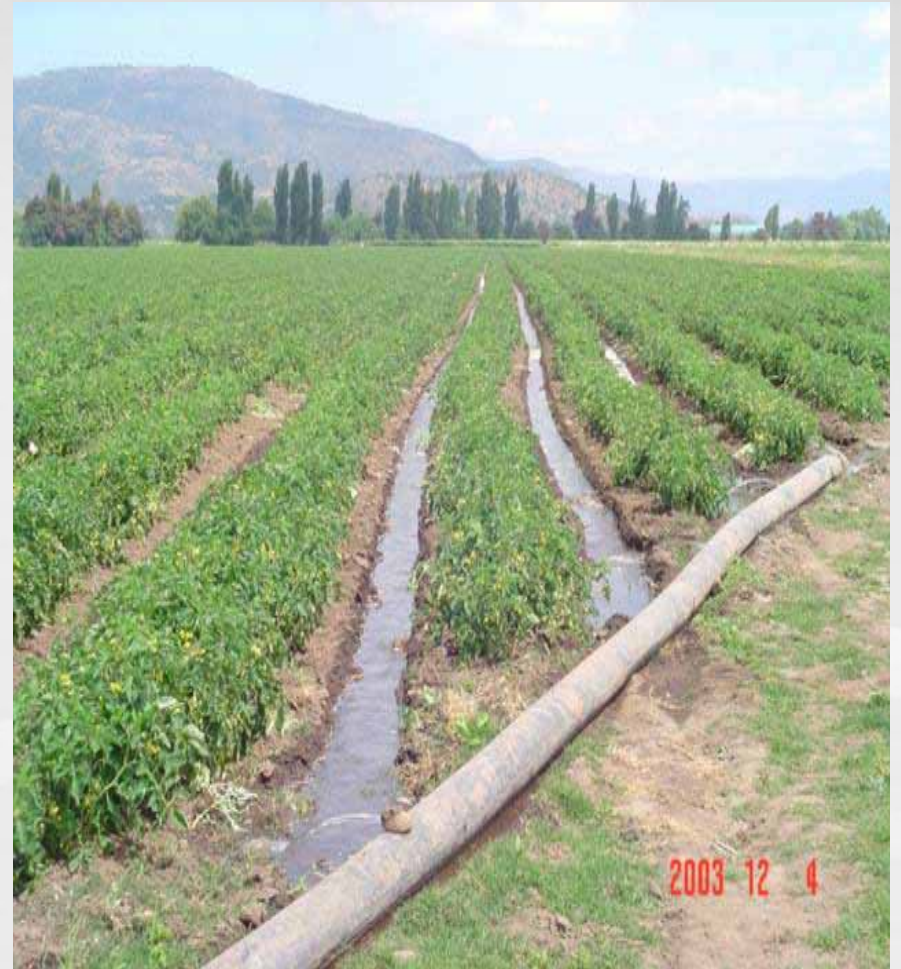
Estado Fenológico (Fechas)	Establecimiento (15-12-07)	Desarrollo (30-12-07)	Mediados (30-01-08)	Inicio de Madurez (01-04-08)	Madurez Fisiológica (20-04-08)
Imagen					

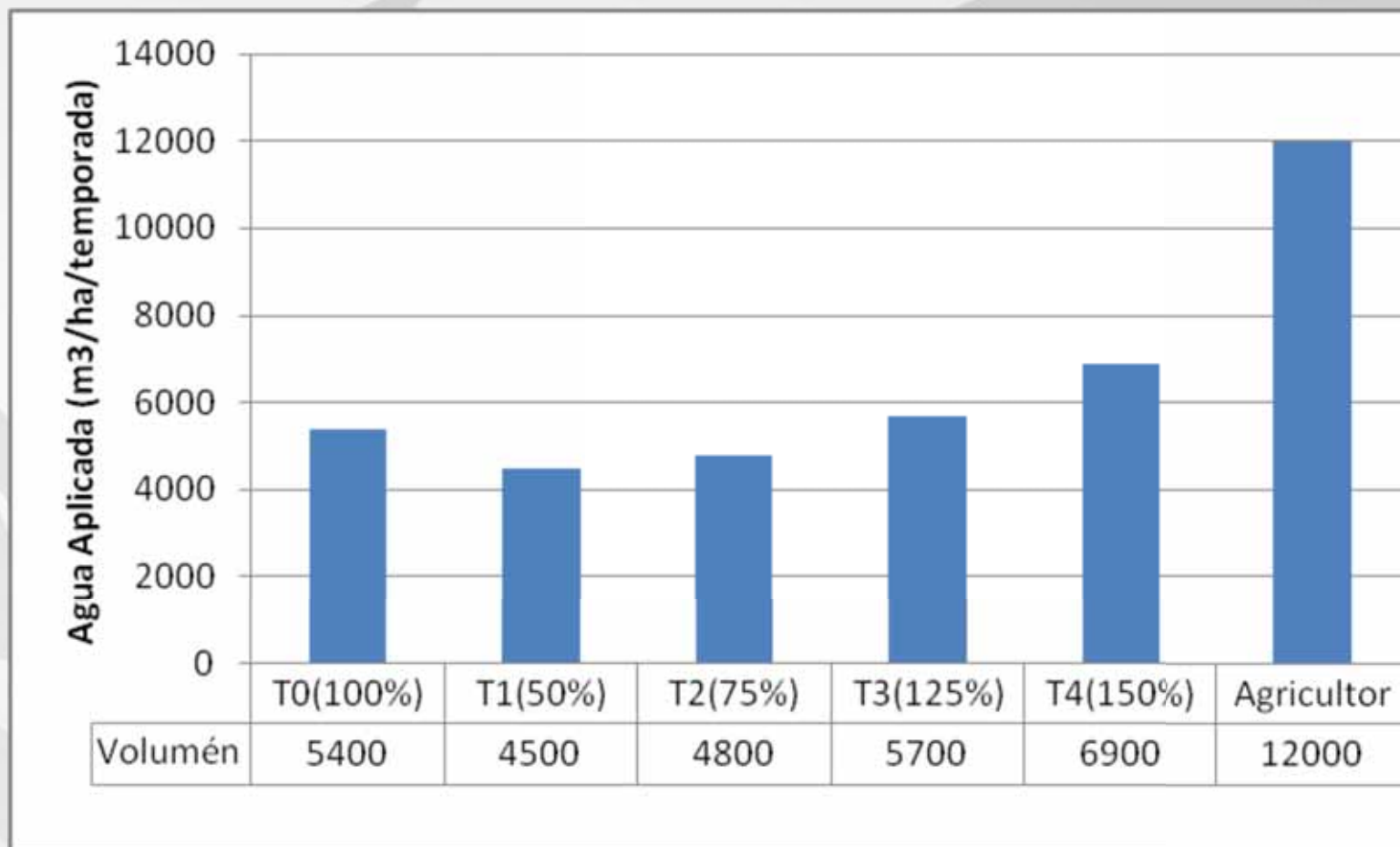
Periodo	Establecimiento- Desarrollo	Desarrollo- Mediados	Mediados-Inicio de Madurez	Inicio de Madurez- Madurez Fisiológica.	TOTAL
GD <sup>(10)</sup>	151,0	341,1	582,4	82,0	1156,5
Coeficiente de cultivo (Kc)	0,4	0,7	1,2	0,9-0,6	
Evapotranspiración de referencia -ETr (mm)	84,73	185,01	241,61	43,47	554,82

**Fuente: CITRA.**



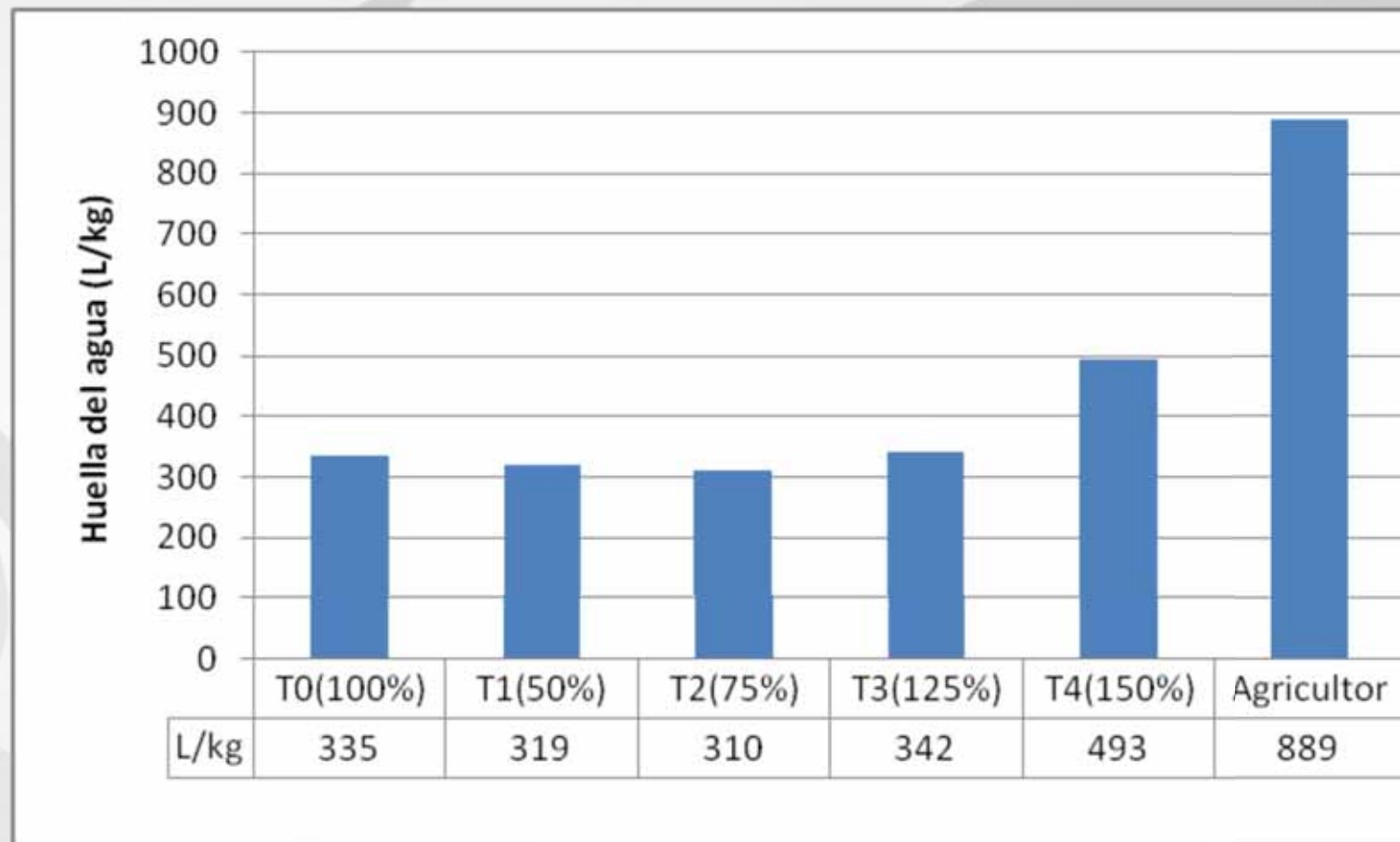
# Tomate industrial





Diferentes cargas de agua aplicadas por tratamiento para Tomate Industrial (cv. Heinz 9997), con diferentes niveles de reposición hídrica. (Temporada 2007-2008).





Huella del agua para diferentes cargas de agua aplicadas en tomate Industrial (cv. Heinz 9997) (Temporada 2007-2008).

# Frambueso





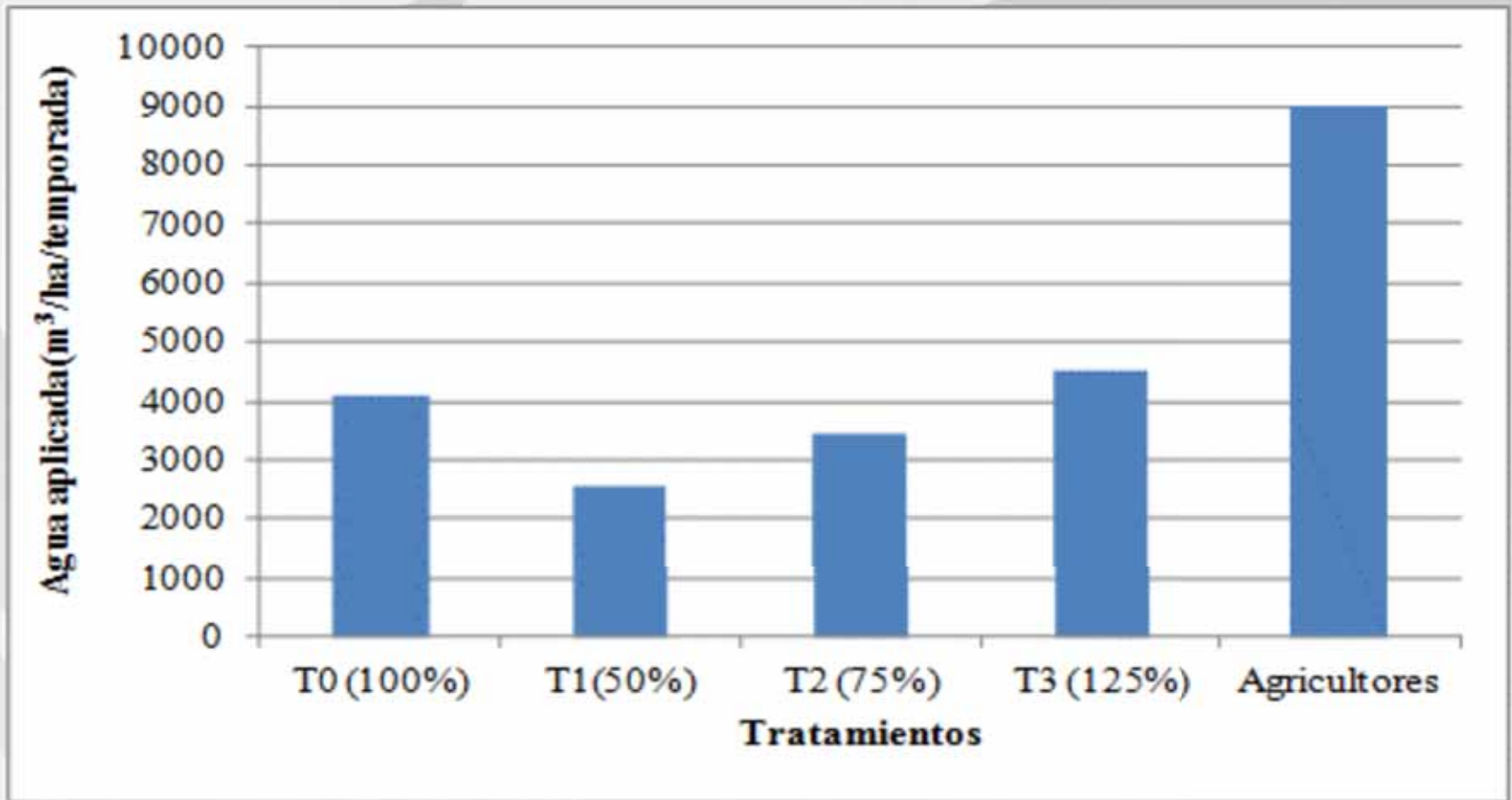
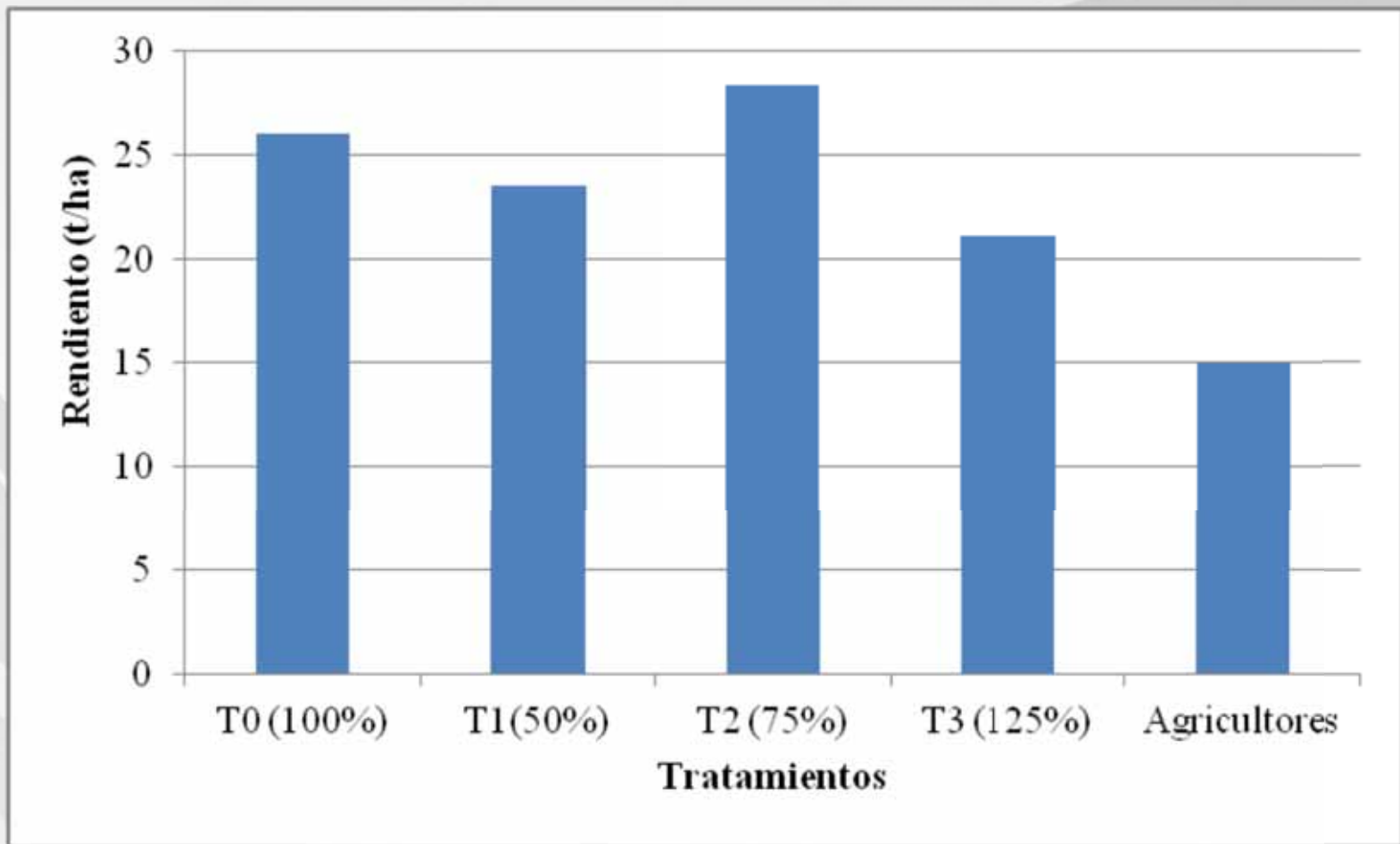
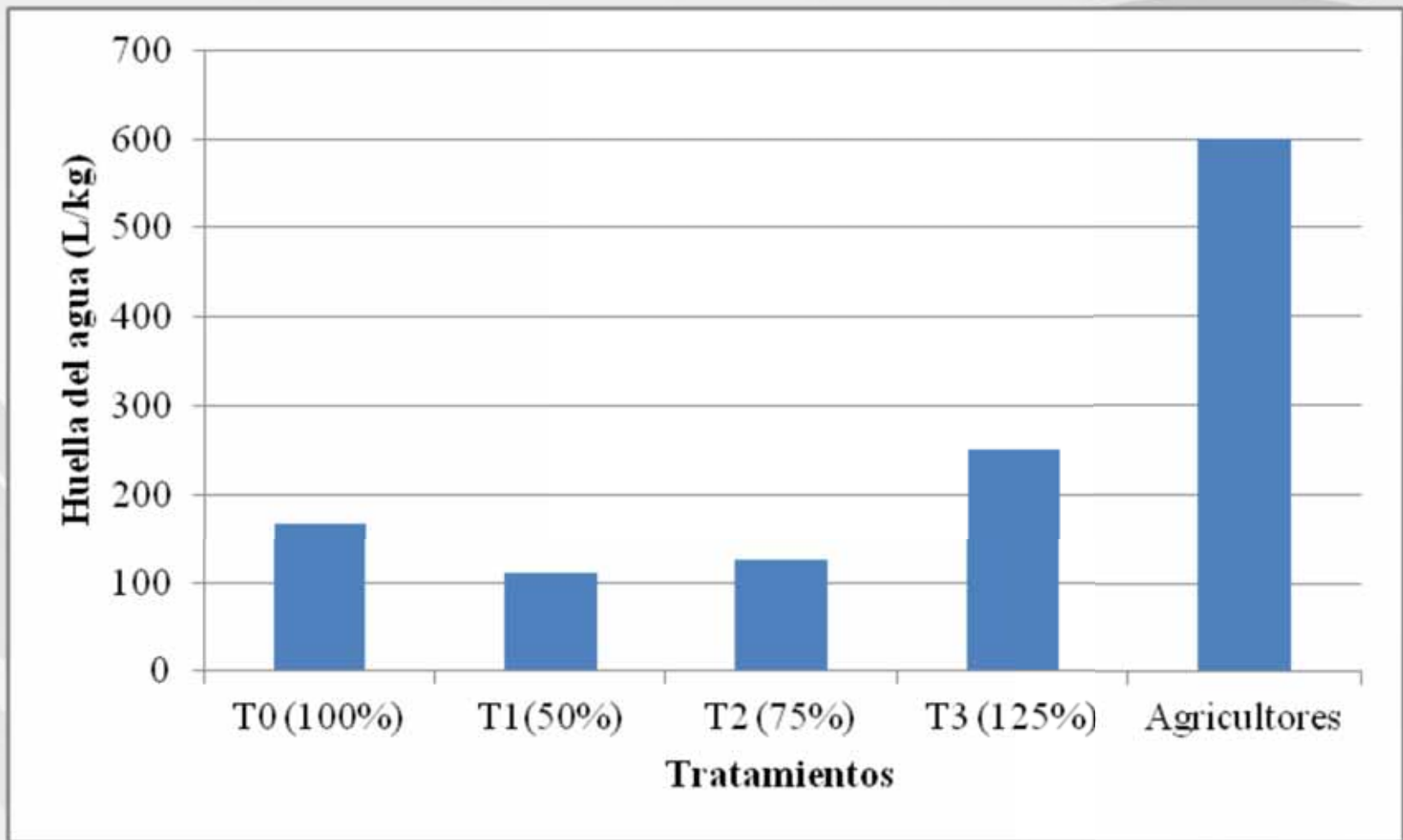


Figura 2. Volumen de agua aplicada a los tratamientos en frambueso (cv. Heritage), durante la temporada 2012/2013



**Rendimiento total para cuatro estrategias de riego en un frambueso (cv. Heritage) durante la temporada 2012/2013**



**Huella del agua para cuatro estrategias de riego en un frambueso (cv. Heritage) durante la temporada 2012/2013**



# Manzano



**Caudal Aplicado, rendimiento, eficiencia del uso del agua, huella hídrica azul y ahorro de agua y energía en un huerto de manzanos (cv. Royal Gala)**

	<b>Caudal aplicado (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Eficiencia del Uso del agua (kg m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Huella hídrica azul (L kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Ahorro de Agua y energía (%)</b>
<b>Agricultor</b>	<b>2613</b>	<b>20</b>	<b>7.81</b>	<b>128</b>	<b>100</b>
<b>Estrategia1</b>	<b>1813</b>	<b>17</b>	<b>9.57</b>	<b>105</b>	<b>30.6</b>
<b>Estrategia2</b>	<b>1318</b>	<b>18</b>	<b>13.95</b>	<b>72</b>	<b>49.6</b>
<b>Estrategia3</b>	<b>923</b>	<b>22</b>	<b>23.39</b>	<b>43</b>	<b>64.7</b>



**Aplicación del Riego Deficitario Controlado (1998-2012) cv. Cabernet sauvignon**

**Riego sitio-especifico (Valle de Pencahue, temporada 2004-05).**

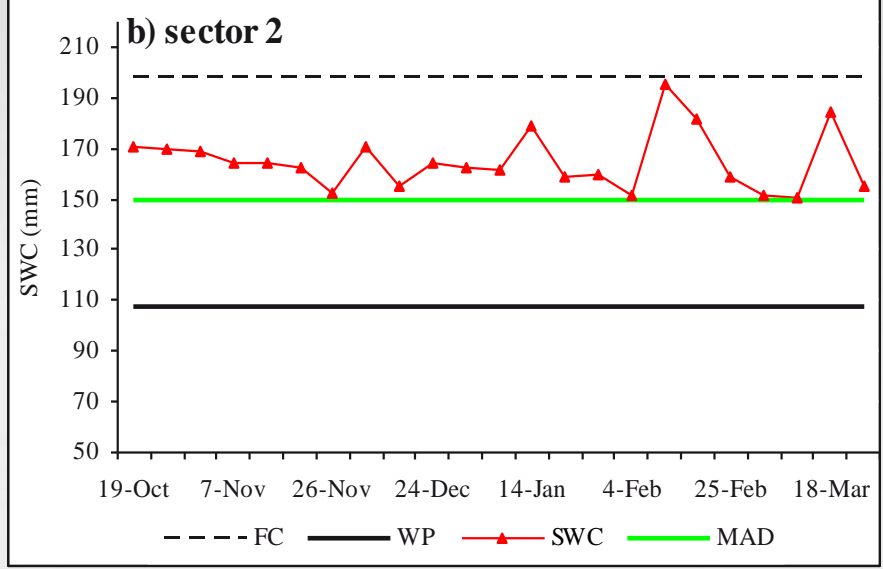
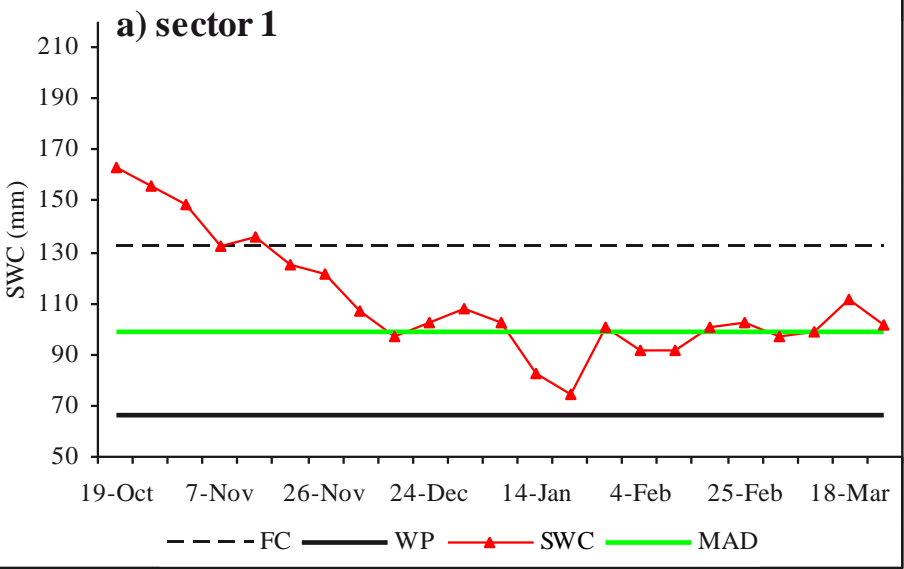
- ✓ Cultivar: Merlot, 8 años de edad**
- ✓ Espaldera simple (Norte-Sur)**
- ✓ Distancia de plantación : 1.2 m x 3.0 m**
- ✓ Sistema de riego: goteo ( $3.5 \text{ L h}^{-1}$ ).**

### Característica del perfil de suelo para dos sectores homogéneos (Molina Valley).

Sector	Textura	CC ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	PMP ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	Da ( $\text{g cm}^{-3}$ )	(Cr) (mm)
1	Franco-arenoso	33.4	16.7	1.52	99
2	arcilloso	42.2	23.0	1.28	150

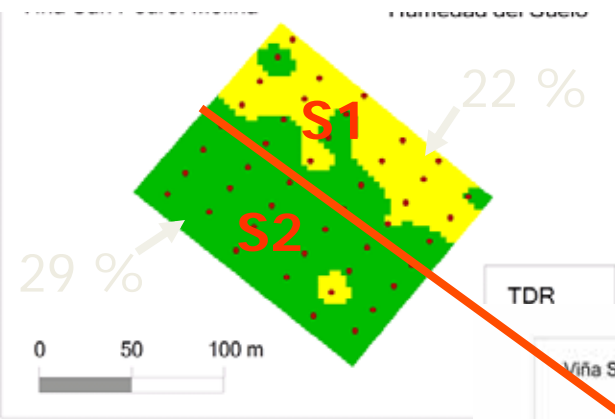
CC = capacidad de campo; PMP = punto de marchitez permanente ; Da = densidad aparente; Cr = criterio de riego



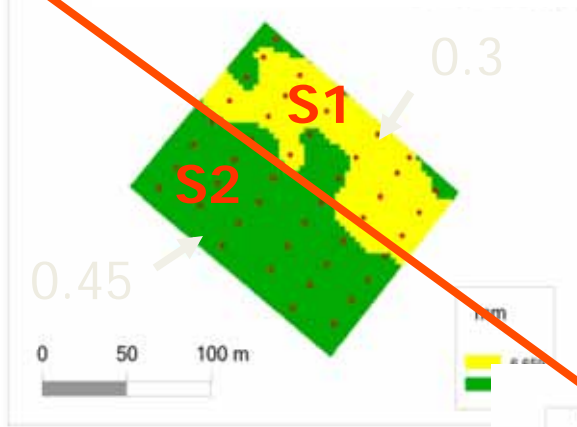


Evolución del contenido de agua en el suelo (SWC) para un viñedo (cv Cabernet Sauvignon) regado por goteo. Valores de capacidad de campo (FC), punto de marchitez permanente (WP), y criterio de riego (MAD)

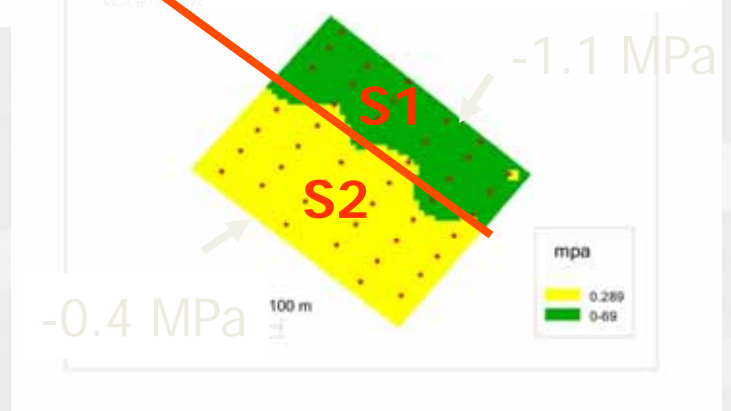
# Humedad de suelo

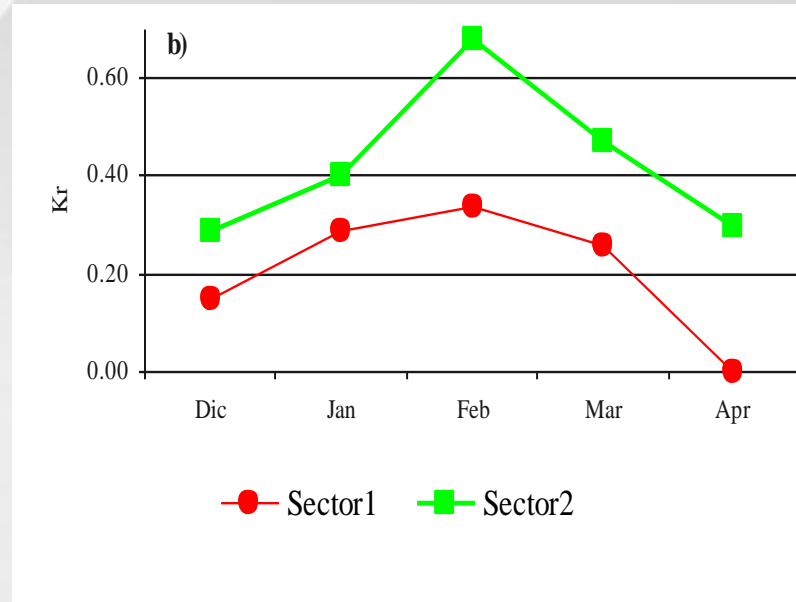
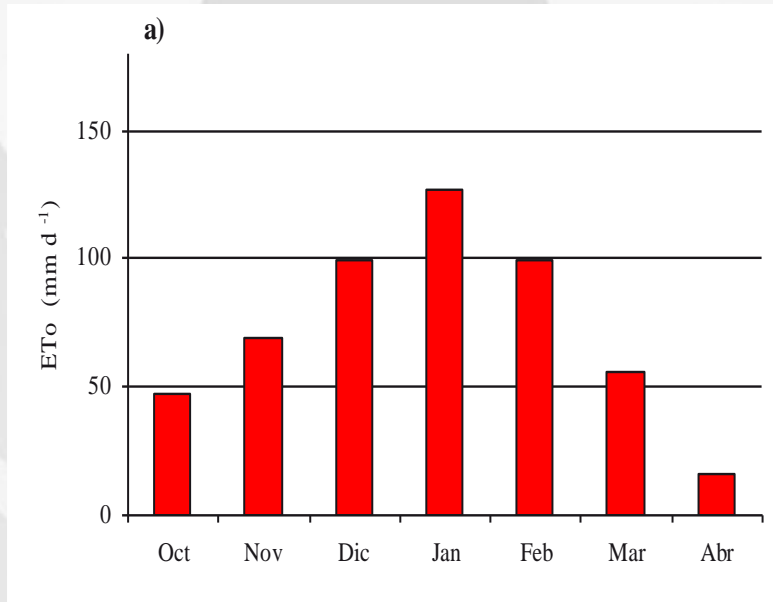


# NDVI (Vigor)



# Potencial de medio día





## Reference evapotranspiration (ETr) and irrigation coefficient (Kr)

$$ET_{avine} = ETr * Kr$$

NDVI, contenido de agua en el suelo (CAS), potencial hídrico del medio día (PHMD), rendimiento (Y) y antocianinas totales (AT) (cv Merlot, Valle de Penciahue)

<b>Sectores Homogéneo</b>	<b>NDVI</b>	<b>CAS</b> (%)	<b>PHMD</b> (MPa)	<b>Y</b> (kg/pl)	<b>AT</b> (mg/L)
<b>1</b>	<b>0.30 a</b>	<b>22 a</b>	<b>-1.10 a</b>	<b>0.96 a</b>	<b>1207 a</b>
<b>2</b>	<b>0.45 a</b>	<b>29 b</b>	<b>-0.40 b</b>	<b>1.84 b</b>	<b>1001b</b>

Sector 1 = US\$ 11 por botella

Sector 2 = US\$ 2 por botella

# Resultados de Investigación

- reducciones entre un 20 a 50% en las aplicaciones de fungicidas para el control de venturia en manzanos y oidio en vides,
- reducción en los volúmenes de agua aplicado en tomate bajo invernadero de 150%, con importantes incrementos en la calidad de los frutos,
- incremento de rendimientos en maíz semillero entre un 14 y 30%,
- ahorros de agua entre un 30 y 60% en vides viníferas regadas por goteo,
- aumentos de calidad de mostos y vino entre un 20 a 30 %,
- ahorros de agua entre un 15 y 40% en manzanos, olivos, arándanos, frambuesa y uva de mesa,
- reducciones entre 60-250 dólares/ha en los costos por concepto de energía usada en el bombeo del agua en viñedos y huertos de olivo.



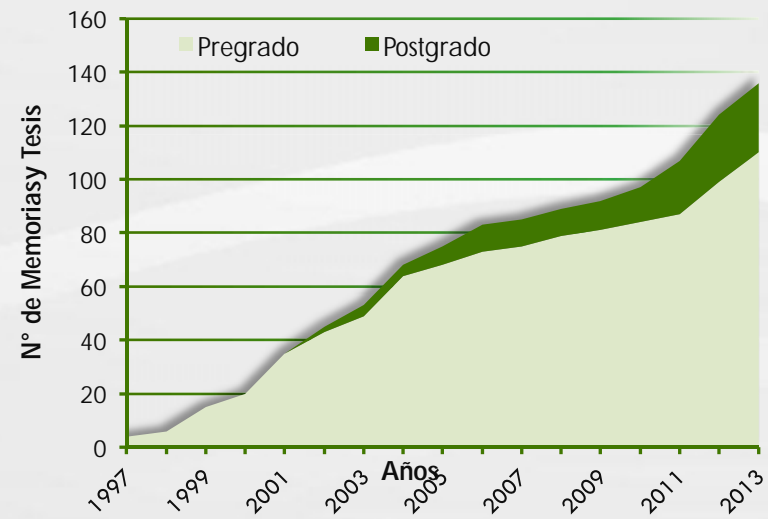
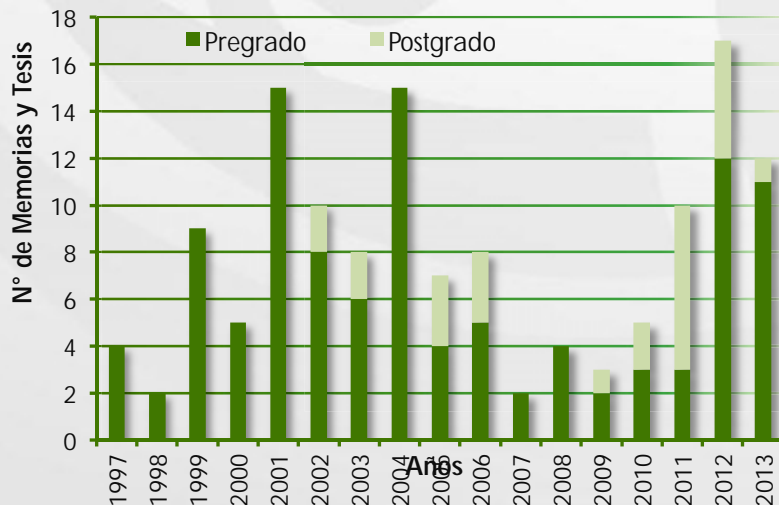


# Docencia

**“ se da especial énfasis al proceso de comprensión de las ciencias básicas como cimiento del proceso de aprendizaje ”**

El CITRA ha contribuido significativamente a la formación de Ingenieros Agrónomos, Magister y Doctorados en la Facultad de Ciencias Agrarias a través de la docencia y el desarrollo de trabajos de titulación (memorias de grado y tesis de postgrado).

En esta década y media, en el CITRA se han elaborado un total de 110 memorias de pregrado y 26 tesis de postgrado





En los últimos años se ha registrado un **aumento sustantivo** en el número de estudiantes interesados en realizar trabajos en nuestro Centro.

Este aumento, se explica, entre otros factores, por el interés de los alumnos por conocer nuevas herramientas tecnológicas utilizadas en la **investigación científico-tecnológica** y por el **alto nivel de formación** que se traspa a los profesionales CITRA.



Las temáticas abordadas en los **trabajos de tesis** y memorias se **vinculan** con necesidades del **entorno productivo** local y nacional.

Por esto las soluciones abordadas intentan impulsar la **innovación** e **incorporación** de nuevas herramientas tecnológicas

Esto ha permitido la formación de recursos humanos especializado en:

- gestión hídrica,
- agricultura de precisión,
- modelación bio-matemática
- uso de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC)

Esto ha facultado a los profesionales para **optimizar el uso del agua**, rendimiento y calidad frutícola en **viñas, frutales** y cultivos anuales intensivos en riego.



# **Problemas para adoptar la tecnología por parte del sector productivo**

**a.- Falta de capacitación (desconocimiento)**

- **b.- Innovación en la transferencia tecnológica**

**c.- Proceso gradual de adopción de la tecnología : se requiere de calibración local de sistema (técnico y cultural)**

**• Más información : [www.citrautalca.cl](http://www.citrautalca.cl)**







**S:.F:.U:.**



**CITRA**

UNIVERSIDAD DE TALCA