

## Demanda hídrica y eficiencia de riego en los valles de Tulúm, Ullum y Zonda

*En nuestra región, de clima árido, el uso del agua debe ser discutido y planificado.*

*La EEA San Juan se propuso determinar la demanda hídrica real por año, de los cultivos implantados en los valles centrales de la Provincia y establecer su relación con el agua disponible en la cabecera de los canales 25 de Mayo y Canal del Norte. Tales estudios permiten inferir que la mayor incidencia en las actuales pérdidas de agua se dan a nivel de finca, por excesos de riego.*

El área cultivada en la provincia de San Juan es de 104.705 ha, de las cuales 89.100 ha (85 %) se ubican en los valles centrales de Tulúm, Ullum y Zonda; el resto se distribuye en los oasis periféricos (Jáchal, Calingasta, Iglesia y Valle Fértil). En los valles centrales hay 15.103 ha que están cultivadas con aportes de agua subterránea en zonas sin derecho de riego y son 74.000 las hectáreas cultivadas que tienen este derecho.

El objetivo de este trabajo fue determinar la demanda hídrica real anual de los cultivos implantados en esta última área y establecer su relación con la disponibilidad hídrica en la cabecera de los canales 25 de Mayo y Canal del Norte, dos de las tres principales vías de conducción del agua de riego de la provincia. De esta manera, se podrá estimar la eficiencia técnica del recurso hídrico a través del cociente entre la cantidad de agua que ingresa a la red de riego y las necesidades hídricas de los cultivos.



*El sifón es una tecnología de bajo costo, recomendada por el INTA, ya que ahorra tiempo en el riego del cultivo.*

### Necesidades netas de riego

El área de estudio abarca las tierras bajo riego de los catorce departamentos que forman los valles centrales de la provincia de San Juan. Se hizo una estimación de las necesidades hídricas para uso agrícola en base a datos climatológicos, superficie cultivada, calidad del agua de riego y coeficientes de cultivo ( $kc$ ). Para el cálculo de la superficie cultivada se tomó como base el relevamiento agrícola de la provincia de San Juan efectuado por el Departamento de Hidráulica durante el ciclo 2006-2007, considerando, como ya se mencionó, sólo la superficie empadronada con derecho de riego. Los cultivos con mayor área ocupada se tomaron en forma individual y el resto fue agrupado según el criterio de similar demanda hídrica estacional. Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) se utilizó la información climática existente de la red de estaciones agrometeorológicas que el INTA posee en diferentes zonas de los valles del Tulúm y Ullum-Zonda. Las estaciones y series anuales disponibles son: Pocito (1969-

2008), San Martín (1974-2008), Sarmiento (1984-2008), 25 de Mayo (1990-2008), Albardón (1992-2008) y Ullum (1968-1994).

La estimación de la  $ET_0$  se basó en la relación siguiente:

$$ET_0 = E_{tan} \times kp$$

Donde:

$ET_0$  = evapotranspiración de referencia (mm/día).

$E_{tan}$  = evaporación de tanque tipo «A» (mm/día).

$kp$  = coeficiente del tanque.

El coeficiente del tanque para el caso de Pocito fue obtenido en ensayos realizados en la EEA San Juan con el método del lisímetro de drenaje, durante un periodo de 10 años (1982-1992). Para el resto de las estaciones se utilizó el procedimiento descrito por la FAO (N° 33). Los datos de viento y humedad fueron promediados para las mismas series de años considerados en la evapotranspiración.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$ET_0$ (mm/mes)	200	164	138	92	65	48	55	79	110	156	181	209

**Tabla 1:** Valles centrales, evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) en mm/mes, promedio series disponibles.

Los volúmenes netos mensuales se determinaron relacionando las necesidades netas de riego con la superficie correspondiente a los diferentes cultivos o grupos de cultivos de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VN = \frac{NN \times SC}{(1 - RL) \times 10.000}$$

**VN:** Volumen necesario de riego ( $hm^3$ )

**NN:** Necesidades netas de riego (mm)

**SC:** Superficie ocupada por el cultivo en el departamento (ha).

**RL** Requerimiento de lixiviación (del cultivo o grupos de cultivos)

En el cálculo no intervienen valores de eficiencia sino que se determinan las necesidades netas de riego para el cultivo o grupo de cultivos considerados durante el período fenológico típico de cada uno de ellos. Las necesidades netas se determinan afectando la  $ET_0$  por el  $kc$  mensual de cada especie.

$$NN = Et_0 \times kc$$

El  $kc$  es un factor que expresa la capacidad de los vegetales para extraer agua del suelo en las distintas etapas fisiológicas del cultivo. Es un factor específico que permite conocer la evapotranspiración real de un cultivo en una situación establecida a partir de la  $ET_0$ . Los valores empleados corresponden a determinaciones empíricas

realizadas en unidades del INTA de San Juan y Mendoza y a referencias bibliográficas.

Las necesidades netas de riego de los cultivos fueron afectadas por el requerimiento de lixiviación. Éste representa la lámina de agua adicional que se debe agregar para mantener condiciones de baja salinidad en la zona radicular y no disminuir rendimientos. El parámetro depende de las distintas tolerancias a la salinidad en el extracto de saturación que tiene cada especie. Para riego por superficie el cálculo se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$RL = \frac{CE_r}{5CE_d - CE_r}$$

**CE<sub>r</sub>:** Conductividad eléctrica del agua de riego (río San Juan). Valor medio= 600  $\mu S cm^{-1}$ .

**CE<sub>d</sub>:** Conductividad eléctrica del extracto de saturación sin disminución de rendimiento (variable según especie).

La demanda neta total anual de agua para riego en los valles centrales es de 827  $hm^3$ . Diciembre es el mes con mayor requerimiento hídrico (157,1  $hm^3$ ) y representa el 19 % del total. El 24,5 % del total (202,6  $hm^3$ ) corresponde al requerimiento hídrico del período julio-octubre, el 63,3 % (524  $hm^3$ ) a noviembre-febrero y sólo el 12,6 % restante (104,5  $hm^3$ ) al período marzo-junio. Los meses de julio y junio son los que tienen el menor consumo hídrico, con solamente el 1 % del total anual.

La alta demanda de agua que se produce en el período primavera-verano deriva de la incidencia del principal cultivo que es la vid. Las necesidades hídricas totales de este cultivo son 519,5  $hm^3$  en el valle del Tulum, representando el 70 % del consumo hídrico total.

# RIEGO

Cultivos	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL	%
Vid	0,0	22,3	38,1	61,3	75,9	105,3	91,0	71,8	43,2	10,6	0,0	0,0	519,5	62,8
Olivo	2,9	4,2	6,4	9,6	11,4	13,3	12,5	10,3	8,6	5,2	3,8	2,6	88,1	10,7
Frutales de carozo	0,0	1,8	4,2	5,2	6,4	7,6	7,2	5,3	3,9	1,2	0,0	0,0	42,7	5,2
Frutales de pepita	0,0	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,7	0,5	0,1	0,0	0,0	3,9	0,5
Cebolla	0,7	1,4	2,9	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,9	0,7	0,5	12,6	1,5
Ajo	0,7	1,5	3,0	5,0	2,7	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,7	0,6	15,7	1,9
Cucurbitáceas	0,0	0,0	0,5	1,3	1,9	2,3	2,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	1,2
Hortalizas de verano	0,0	0,3	0,7	2,9	7,0	8,2	5,7	3,7	2,1	0,0	0,0	0,0	30,6	3,7
Hortalizas de invierno	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	1,3	0,2
Pasturas	0,0	0,7	3,0	6,0	8,5	10,9	10,5	8,2	6,0	3,4	0,0	0,0	57,1	6,9
Cereales de invierno	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,2
Cereales de verano	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
Forestales	0,0	1,3	2,6	5,6	7,0	8,4	7,9	5,8	4,2	1,3	0,0	0,0	44,1	5,3
Total (hm <sup>3</sup> )	4,5	34,0	62,0	102,3	121,6	157,1	138,1	107,0	71,0	24,0	5,6	3,9	827,2	100,0
%	0,5	4,1	7,5	12,4	14,7	19,0	16,7	12,9	8,6	2,9	0,7	0,5	100,0	

**Tabla 2:** Valles centrales. Volumen neto mensual de riego requerido por los principales cultivos (hm<sup>3</sup>).

## Oferta hídrica y eficiencia de riego

Solamente se obtuvo información del Departamento de Hidráulica de San Juan, de los caudales mensuales de agua distribuida en el Canal del Norte (campañas 2005-2008) y en el Canal General 25 de Mayo (campaña 2006-2007). Se calcularon los volúmenes entregados mensuales en estas dos zonas de riego y se los comparó con los volúmenes netos necesarios, a partir de lo cual se determinó la relación entre estas dos variables para evaluar la eficiencia en el aprovechamiento del agua entregada.

MES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
Caudal medio mensual (m <sup>3</sup> /s)	9,9	25,6	27,2	34,5	36,8	35,4	35,8	32,9	27,7	25,7	20,7	15,6	327,8
Volumen entregado VE (hm <sup>3</sup> )	26,5	68,5	72,9	92,3	98,5	94,7	95,9	88	74,2	68,9	55,4	41,7	877,5
Volumen necesario VN (hm <sup>3</sup> )	0,88	14,62	26,11	41,18	49,75	66,41	58,79	45,58	29,24	8,71	0,99	0,71	342,97
VN/VE (%)	3%	21%	36%	45%	51%	70%	61%	52%	39%	13%	2%	2%	39%

**Tabla 3:** Área bajo riego del Canal de Norte. Caudal medio mensual entregado (m<sup>3</sup>/s), volúmenes entregados y necesarios (hm<sup>3</sup>) y eficiencia de uso del agua de riego (%).

MES	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
Caudal medio mensual (m <sup>3</sup> /s)	1,1	5,4	5,5	6,3	7	7,3	7,9	8	6,8	5	4,3	0,6	65,2
Volumen entregado VE (hm <sup>3</sup> )	3,1	13,9	14,4	16,8	18,2	19,6	21,3	19,3	18,2	13	11,6	1,7	171,1
Volumen necesario VN (hm <sup>3</sup> )	0,3	4,2	6,8	10,2	12	16,2	14,3	11,2	7	2	0,4	0,3	84,9
VN/VE (%)	10%	30%	47%	61%	66%	83%	67%	58%	38%	15%	3%	18%	50%

**Tabla 4:** Área bajo riego Canal 25 de Mayo. Caudal medio mensual entregado (m<sup>3</sup>/s), volúmenes entregados y necesarios (hm<sup>3</sup>) y eficiencia de uso del agua de riego (%).

### Riego deficiente en finca

El máximo aprovechamiento del agua, medido por la relación entre el agua que sale de la cabecera de los canales conductores y la que necesita la planta ocurre en el periodo octubre-febrero. En este periodo los valores de eficiencia técnica de uso del agua superan el 50 %, pero son muy bajos durante el resto del año. En general se observa que la entrega de agua es muy superior a las necesidades hídricas de los cultivos. La baja eficiencia en el uso del agua se debe tanto a problemas de distribución a nivel de distrito o zona de riego como a la aplicación deficiente de agua en la finca, principalmente por la realización de riegos cuando el cultivo no los necesita. Si bien es necesario profundizar el estudio de las causas de esta ineficiencia técnica, considerando que gran parte de la red de conducción y distribución de agua para riego de los valles centrales está impermeabilizada, se puede suponer que la mayor incidencia en las pérdidas de agua se dan a nivel de finca, por excesos de riego.

El sistema de riego que predomina en la zona analizada es el tradicional por superficie (surcos/melgas) con suave pendiente o nivelado a «cero». Estudios zonales en áreas piloto realizados por el INTA entre 1984 y 1987 y evaluaciones aisladas en diferentes zonas del valle indican eficiencias de uso del orden del 45 % y que difícilmente superan el 60 %. Esto incrementa el nivel freático en zonas con baja



*En los valles centrales de San Juan (85% del área cultivada) predomina el sistema de riego por superficie (surcos/melgas).*

capacidad de drenaje y produce incremento de la salinidad del suelo. Los antecedentes de los problemas de drenaje vienen siendo evaluados por el INTA desde el año 1976 y, en la actualidad, por el Programa PROSAP. En este sentido, es fundamental intensificar las estrategias de extensión y transferencia de tecnología para mejorar la eficiencia parcelaria del riego ya que, como muestra este trabajo, se podría disponer de un caudal de agua importante para aumentar el área cultivada bajo riego y bajar los niveles freáticos en los valles centrales sanjuaninos.



### Glosario:

**Extracto de saturación:** Es el agua que se extrae, mediante vacío, de una pasta de suelo preparada con agua destilada. Es utilizado para la medición de salinidad, a través de conductividad eléctrica, y de los tipos de sales presentes.