

## **CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DEL OASIS CENTRO. Mendoza, Argentina**

José A. Morábito, Rocío Hernández, Santa E. Salatino y Carlos M. Mirábile

Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino y Fca - UNCuyo  
Belgrano Oeste 210, CP: 5500, Mendoza – Argentina. Fax: 0261-4288251 jmorabito@lanet.com.ar

### **RESUMEN**

La provincia de Mendoza está ubicada en una zona desértica cuya media de lluvias es inferior a los 200 mm/año. Sólo un 3% del área está cultivada. La única forma de expansión de su frontera agrícola dependerá -fundamentalmente- del eficiente aprovechamiento de sus escasos recursos hídricos. El objetivo del trabajo es conocer la demanda de riego de los principales cultivos de la zona centro de la provincia a los fines de una planificación racional del uso del agua y de un manejo eficiente del riego a nivel parcelario.

Para lograr el objetivo propuesto, se seleccionaron dos (2) estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN): San Carlos y La Consulta y, para cada una de ellas y para cada uno de los 10 años del período seleccionado (serie histórica), utilizando el programa CROPWAT, se modeló la evapotranspiración del cultivo de referencia mensual (ET<sub>o</sub>, Penman-Monteith, FAO). Mediante el programa SMADA (Eaglin, 1998), se obtuvieron valores de ET<sub>o</sub> para tres probabilidades de ocurrencia (80, 50 y 20 %). Para el resto de los cálculos se utilizó la probabilidad de ocurrencia del 50 % de la ET<sub>o</sub> (año medio). Se determinó también, la evapotranspiración mensual (ET<sub>c</sub>) para los cultivos más importantes de la zona, utilizando valores de K<sub>c</sub> obtenidos localmente y/o de bibliografía. Se determinaron, además, las necesidades netas mensuales de cada cultivo (mm) considerando distintas probabilidades de precipitación (20, 50 y 80 %), también calculadas con el programa SMADA (Eaglin, 1998).

Los resultados se presentan en gráficos de evapotranspiración de los cultivos más importantes de cada una de las estaciones y en tablas con las necesidades netas de cada uno de ellos, para tres probabilidades de ocurrencia de la precipitación 20%, 50% y 80%. Para estos cálculos se tuvo en cuenta una probabilidad de ocurrencia de ET<sub>o</sub> del 50%

En conclusión, disponer de esta información permite un manejo más eficiente del riego a nivel parcelario, ya que para ello es necesario conocer las necesidades hídricas de cada cultivo y así obtener su máximo rendimiento. Además esta información será de utilidad para llevar a cabo una planificación racional del uso del agua tanto a nivel parcelario como zonal.

Palabras clave: planificación zona regadía – célula de cultivos – riego - eficiencias

## **INTRODUCCIÓN**

En las zonas áridas como las de la provincia de Mendoza (con valores de precipitación anual menores a los 200 mm) la única expansión posible de la frontera agropecuaria en los próximos años deberá hacerse en base a un eficiente aprovechamiento del escaso recurso hídrico disponible. Si bien los usos urbano, recreativo y energético representan una demanda que crece día a día, el uso agrícola sigue siendo uno de los más importantes y sobre el que se asienta el crecimiento de la economía provincial, cuyas perspectivas de reactivación se han visto renovadas en estos últimos tiempos. El Centro Regional Andino del INA ha venido trabajando en la evaluación de la eficiencia de uso del agua de riego y en la elaboración de diagnósticos y recomendaciones tanto a nivel zonal como parcelario, basados en una metodología de desarrollo local adaptada a las condiciones de nuestras zonas regadías. La medición de las eficiencias de riego debe complementarse con una adecuada planificación que permita satisfacer la demanda hídrica de los principales cultivos, aún en situaciones de escasez como las que correspondería a un año hidrológico seco (probabilidad de ocurrencia de la precipitación del 80%).

Para llevar a cabo una efectiva planificación, los inconvenientes más comunes derivan de la falta de sistematización de la información básica disponible (meteorológica, del suelo y del cultivo), necesaria para el cálculo del requerimiento de riego de los cultivos. El estudio propone una secuencia metodológica -aplicable a cualquier área bajo riego de condiciones similares- que considere todas las variables intervinientes, basada en las recomendaciones de FAO y que incluya una cuantificación estimativa de la respuesta del cultivo a la oferta hídrica. La misma se constituirá en una excelente herramienta para la toma de decisiones, tanto a nivel de los productores como de los administradores del recurso. Un aporte interesante lo constituye la simulación de escenarios futuros con cambios en el modelo de cultivos y la respuesta productiva de éstos, para diferentes alternativas de satisfacción de las necesidades netas de riego que contemplen años de disponibilidad hídrica normales, secos y húmedos. Esta información, debidamente ajustada con la observación directa a campo, permitirá el seguimiento eficiente de la asignación del recurso hídrico y la posibilidad de realizar, sobre la marcha, cualquier ajuste que resulte necesario, contribuyendo así al aumento de la eficiencia de riego y a la optimización de la gestión.

## **OBJETIVOS**

El presente trabajo tiene por objetivo conocer la demanda de riego de los principales cultivos de la zona centro de la provincia de Mendoza para distintas probabilidades de ocurrencia de la precipitación, elemento prioritario para cualquier tarea de planificación, asignación y manejo eficiente del recurso hídrico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La metodología de FAO aconseja la utilización de la fórmula de Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>). En 1948, Penman combinó el balance energético con el método de transporte de masa y derivó una ecuación para calcular la evaporación de una superficie libre de agua, a partir de registros climatológicos normalizados de heliofanía, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Esto se llamó método combinado y fue luego desarrollado por numerosos investigadores, quienes la aplicaron a superficies de cultivos, mediante la introducción de factores de resistencia.

Para el presente trabajo fue necesario ordenar la información disponible de las distintas variables meteorológicas de cada una de las 3 estaciones dependientes del Servicio Meteorológico

Nacional (SMN): *La Consulta* (Latitud: 33° 44' Sur, Longitud: 69° 07' Oeste y Altura: 940 m s.n.m.) y *San Carlos* (Latitud: 33° 46' Sur, Longitud 69° 02' Oeste y Altura: 940 m s.n.m.). Según la metodología propuesta por FAO (Allen y otros, 1998), para el cálculo de las necesidades netas de riego de los distintos cultivos se necesita conocer las siguientes variables, analizadas mensualmente: temperatura máxima media, temperatura mínima media, humedad relativa media, velocidad del viento, heliofanía efectiva (horas de brillo solar) y lluvia.

En todos los casos se ha trabajado con una serie histórica de diez (10) años comunes para las dos estaciones. Los datos correspondientes a las medias mensuales fueron calculados a partir de datos de mediciones diarias (no se utilizó una serie decádica debido a la falta de datos de algunas variables, en determinados años y estaciones). Mediante la aplicación del modelo CROPWAT (Smith, 1992) se calculó la evapotranspiración del cultivo de referencia mensual (ET<sub>o</sub>) para cada estación y para cada uno de los 10 años seleccionados. Con esa información se determinaron, con el programa SMADA (Eaglin, 1998), valores de ET<sub>o</sub> para tres probabilidades de ocurrencia (80, 50 y 20 %). La ecuación combinada de Penman - Monteith es la siguiente:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)} \quad (1)$$

en donde:

- $\lambda ET$  = calor latente de vaporización (evapotranspiración)
- $R_n$  = radiación neta
- $G$  = flujo de calor del suelo
- $e_s - e_a$  = déficit de presión de vapor del aire
- $\rho_a$  = densidad media del aire a presión constante
- $c_p$  = calor específico del aire
- $\Delta$  = pendiente de la curva que relaciona la temperatura con la presión de vapor a saturación
- $\gamma$  = constante psicrométrica
- $r_a$  = resistencia aerodinámica
- $r_s$  = resistencia superficial

En 1990 se realizó una reunión de expertos e investigadores con participación de la FAO, la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la Organización Mundial Meteorológica, para actualizar y revisar los procedimientos y métodos de determinar las necesidades de agua de los cultivos. De estas discusiones surgió la fórmula de determinación de ET<sub>o</sub> por el método FAO Penman – Monteith, que es la siguiente:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34\mu_2)} \quad (2)$$

en donde:

- ET<sub>o</sub> = evapotranspiración de referencia [mm día<sup>-1</sup>]
- $R_n$  = radiación neta en la superficie del cultivo [MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>]
- $G$  = densidad del flujo de calor del suelo [MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>]
- $T$  = temperatura diaria media del aire a 2 m de altura [C°]
- $\mu_2$  = velocidad del viento a 2 m de altura [m s<sup>-1</sup>]
- $e_s$  = presión de vapor a saturación [kPa]

- $e_a$  = presión de vapor actual [ kPa]  
 $e_s - e_a$  = déficit de presión de saturación [ kPa]  
 $\Delta$  = pendiente de la curva de presión de vapor  
 $\gamma$  = constante psicrométrica

En este punto del estudio la secuencia de cálculo fue la siguiente:

- Determinar la evapotranspiración máxima mensual (ET<sub>c</sub>), para los cultivos más importantes (vid, duraznero, peral, olivo, alfalfa, álamo, ajo, tomate), utilizando valores de coeficiente de cultivo “K<sub>c</sub>” obtenidos localmente en forma experimental y/o de bibliografía ( $k_c = ET_c/ET_o$ ).
- Determinar valores de ET<sub>c</sub> (mm/mes) para una probabilidad de ocurrencia de ET<sub>o</sub> del 50 %, utilizando la ecuación:

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (3)$$

- Determinar las necesidades netas mensuales de cada cultivo (mm / mes) considerando la precipitación efectiva. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$NN = ET_c - \text{Lluvia Efectiva} \quad (4)$$

$$\text{Lluvia Efectiva} = 0.8 * \text{Lluvia Total} \quad (5)$$

Las necesidades netas mensuales se obtuvieron para las dos estaciones meteorológicas, los cultivos seleccionados y tres probabilidades de ocurrencia de la precipitación (20,50 y 80%)

## RESULTADOS

Las tablas 1 y 2 presentan los valores de ET<sub>o</sub> para las estaciones meteorológica La Consulta, San Carlos.

Tabla 1: Estación La Consulta. Valores de ET<sub>o</sub> en mm/día

Año/Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1976	1.4	1.7	2.8	4.1	5.0	5.4	6.0	4.6	3.6	2.6	1.6	1.6
1977	1.4	2.1	3.6	4.5	5.6	5.1	5.2	4.8	3.9	2.7	1.6	1.1
1978	1.5	2.0	3.3	4.4	5.3	5.7	4.9	4.5	3.4	2.6	1.6	1.3
1979	1.3	2.4	2.7	4.3	4.7	5.0	5.2	4.7	3.3	2.3	1.6	1.4
1980	1.5	2.4	3.5	4.0	5.5	6.1	6.0	4.7	3.9	2.1	1.5	1.2
1981	1.3	2.1	3.1	3.8	5.2	6.2	5.6	4.9	3.8	2.1	1.7	1.2
1982	1.1	1.8	2.4	4.7	5.6	6.0	5.7	5.0	3.7	2.6	1.8	0.9
1983	1.3	1.8	3.0	4.3	5.3	5.9	5.0	4.8	3.8	2.5	1.6	1.0
1984	1.1	2.1	3.0	4.5	5.1	5.4	5.6	4.7	3.2	2.1	1.6	0.9
1985	1.2	2.1	3.1	4.2	5.1	5.9	5.4	4.5	4.0	2.7	2.1	1.1

Tabla 2: Estación San Carlos. Valores de ETo en mm/día

Año/Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1976	1.3	1.9	3.1	4.5	5.3	5.6	6.1	4.8	3.6	2.6	1.6	1.6
1977	1.3	2.3	3.5	4.6	5.5	4.8	5.3	4.9	4.0	2.6	1.7	1.3
1978	1.6	2.1	3.2	4.5	5.3	5.8	4.9	4.5	3.6	2.7	1.8	1.4
1979	1.3	2.5	2.8	4.4	4.9	5.5	5.2	4.7	3.3	2.2	1.6	1.3
1980	1.5	2.2	3.4	4.1	5.6	6.3	5.8	4.7	3.9	2.2	1.5	1.1
1981	1.8	2.4	3.4	4.5	5.3	6.3	5.6	5.1	3.5	2.4	1.5	1.1
1982	1.3	2.4	2.8	5.0	6.1	6.3	5.7	4.8	3.5	2.5	1.5	1.0
1983	1.6	2.0	3.5	4.6	5.9	6.3	5.3	5.4	4.2	2.6	1.8	1.1
1984	1.3	2.3	3.0	4.7	5.5	5.6	5.8	5.2	3.6	2.5	1.8	0.9
1985	1.2	2.2	3.2	4.4	5.4	6.2	6.1	4.7	4.2	2.8	2.2	1.1

Con la información disponible se calculó la probabilidad de ocurrencia del evento, asumiendo una distribución normal (SMADA, Eaglin 1998).

Las tablas 3 y 4 y figuras 1 y 2 presentan los resultados de la ETo para tres probabilidades de ocurrencia (20, 50 y 80%) y para el área de influencia de cada estación.

Tabla 3: Estación La Consulta. Valores de ETo (mm/día) para distintas probabilidades de ocurrencia

Prob/Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abri	May	Jun
20%	1.4	2.3	3.3	4.5	5.5	6.0	5.8	4.8	3.9	2.6	1.8	1.4
50%	1.3	2.1	3.0	4.3	5.2	5.7	5.5	4.7	3.7	2.4	1.7	1.2
80%	1.2	1.8	2.7	4.1	5.0	5.3	5.1	4.6	3.4	2.2	1.5	1.0

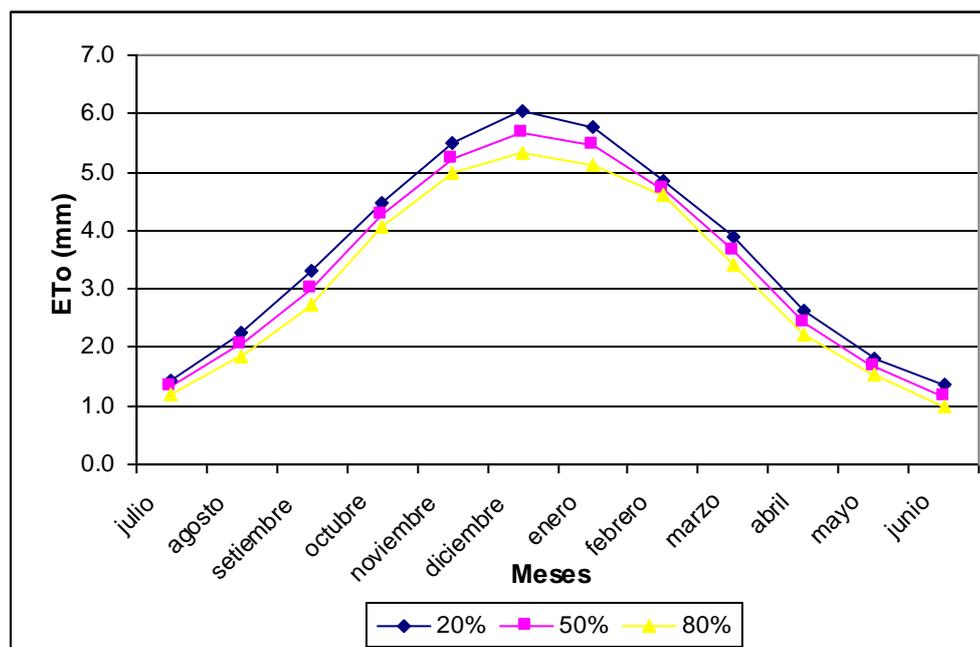


Figura 1: Valores de ETo (mm/día) para distintas probabilidades de ocurrencia. Estación La Consulta

Tabla 4: Estación San Carlos. Valores de ETo (mm/día) para distintas probabilidades de ocurrencia.

Prob/Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abri	May	Jun
20%	1.6	2.4	3.4	4.7	5.8	6.3	5.9	5.1	4.0	2.7	1.9	1.3
50%	1.4	2.2	3.2	4.5	5.5	5.9	5.6	4.9	3.7	2.5	1.7	1.2
80%	1.2	2.0	3.0	4.3	5.2	5.4	5.3	4.7	3.5	2.4	1.5	1.0

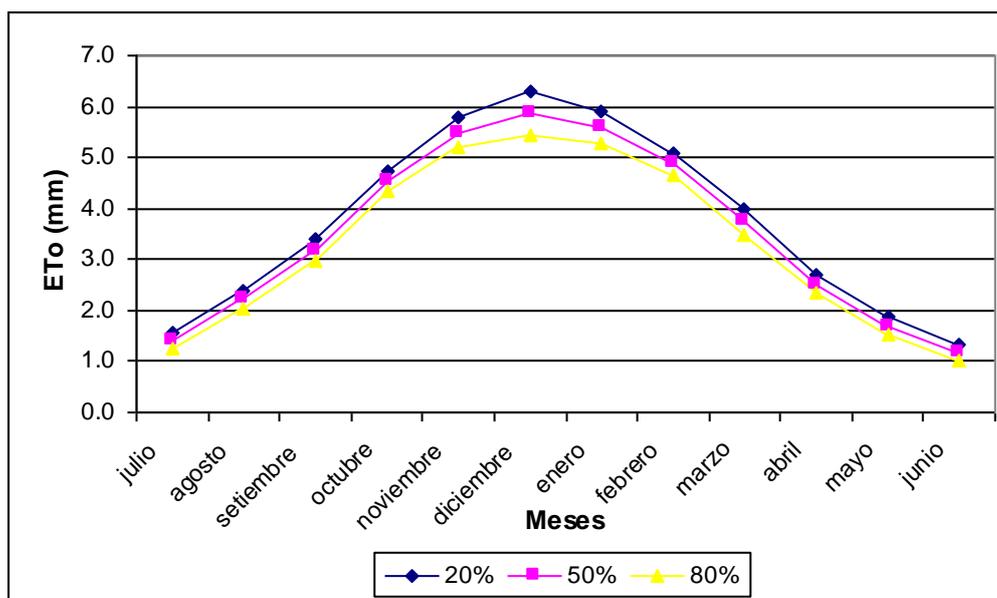


Figura 2: Valores de ETo (mm/día) para distintas probabilidades de ocurrencia. Estación San Carlos.

Tabla 5: Valores de ETo (mm/día) para 50% de probabilidad de ocurrencia y para las 4 estaciones meteorológicas

Estación	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abri	May	Jun
La Consulta	1.3	2.1	3.0	4.3	5.2	5.7	5.5	4.7	3.7	2.4	1.7	1.2
San Carlos	1.4	2.2	3.2	4.5	5.5	5.9	5.6	4.9	3.7	2.5	1.7	1.2

El paso siguiente de la metodología de FAO (Allen y otros, 1998) fue calcular la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc) en condiciones agronómicas óptimas. Para ello se utilizó la probabilidad de ocurrencia del 50% de ETo (tabla 5). Se obtuvieron valores de ETc para los distintos cultivos y para cada una de las 2 estaciones meteorológicas analizadas.

Con los datos mensuales de lluvia registrados en cada una de las estaciones meteorológicas y aplicando la ecuación (5) se determinó la lluvia efectiva, para el cálculo de las necesidades netas.

Las tablas 8 y 9 presentan los valores de ETc obtenidos para los cultivos seleccionados y para cada una de las 2 estaciones meteorológicas del área para un año climático medio (50% de probabilidad de ocurrencia de ETo). Una vez obtenidos los valores de ETc y de precipitación efectiva (ppe) se calculan por diferencia las necesidades netas de riego (Nn) para cada cultivo ( $Nn = ETc - ppe$ ). En este caso se utilizaron probabilidades de ocurrencia de la precipitación del 80, 50 y 20% correspondientes a un año seco, medio y húmedo respectivamente.

Tabla 6: Registros de precipitación para el área de influencia de la Estación La Consulta - SMN (1976-1985)

Año/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1976	3,7	68,4	10,6	6,4	5	0	1,5	7	23,8	12	72,9	88,2
1977	82,9	7,7	17,6	4,5	7,2	13,8	24,1	0	2,9	19,3	3,5	53,3
1978	49	90,6	13,3	5,1	3,1	5,5	21,8	29,8	50,1	9	23,6	67,3
1979	40	131,8	102,1	18,4	7,7	10,5	1,3	4,5	31,7	10,9	40,5	99,5
1980	7,6	47	31,5	82,8	2,8	8,3	2	0	4,5	15,3	8,5	50,2
1981	79,1	78,9	23	126,4	15,4	0,3	10,8	8	4,5	10,3	12,7	4,8
1982	80	23,8	42,2	8,9	0,8	88,7	42,5	5,2	71,1	0	21,6	11,2
1983	142,3	11,5	4,7	43,1	32,2	20,5	11,3	41	30,5	14,3	43,5	39,2
1984	49	32,2	76,7	19,6	4,8	22,1	92,5	0,5	23,1	39,6	78,1	106,4
1985	78	35,5	4,5	2,5	4,5	0	44,7	1	15,3	41,7	36	61,8

Tabla 7: Registros de precipitación para el área de influencia de la Estación San Carlos - SMN (1976-1985)

Año/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1976	4,5	138,1	37,2	8,0	4,5	0,2	1,0	5,1	53,7	6,6	75,4	12,7
1977	86,6	32,7	12,6	4,2	8,2	6,1	24,0	0,0	1,2	23,5	3,3	70,9
1978	47,5	119,7	50,1	13,6	2,0	7,8	21,6	17,2	47,7	10,6	11,7	54,3
1979	73,4	95,7	124,4	18,5	16,4	5,3	2,6	9,9	34,2	10,9	47,4	86,5
1980	7,6	47,0	34,4	90,3	4,0	10,3	2,2	0,0	3,0	33,8	10,7	23,0
1981	87,9	104,0	29,6	109,0	17,8	0,7	9,6	8,0	1,2	10,3	4,6	5,5
1982	32,1	82,6	50,1	12,6	1,2	61,8	52,0	8,1	90,2	4,2	24,7	20,6
1983	124,4	6,8	30,0	38,6	34,6	30,3	3,0	39,8	30,1	22,2	35,5	39,2
1984	49,0	32,2	112,4	29,0	5,2	17,2	88,3	1,9	31,8	15,2	113,3	69,0
1985	91,8	9,3	6,7	2,9	0,2	0,1	22,3	17,7	29,6	31,7	64,4	58,0

Las tablas 8 y 9 presentan los valores de ETc obtenidos para los cultivos seleccionados y para cada una de las 2 estaciones meteorológicas del área para un año climático medio (50% de probabilidad de ocurrencia de ET<sub>o</sub>). Una vez obtenidos los valores de ETc y de precipitación efectiva (ppe) se calculan por diferencia las necesidades netas de riego (Nn) para cada cultivo ( $Nn = ETc - ppe$ ). En este caso se utilizaron probabilidades de ocurrencia de la precipitación del 80, 50 y 20% correspondientes a un año seco, medio y húmedo respectivamente.

Tabla 8: Estación La Consulta. Evapotranspiración de los cultivos para una probabilidad de ocurrencia del 50% (mm/mes)

Cultivo/mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Ajo	30.4	49.0	83.2	120.0	128.9					39.3	26.3	23.1
Álamo	19.0	38.1	95.6	168.8	202.2	212.0	196.1	162.8	100.3	45.2	16.4	14.4
Alfalfa	25.8	58.4	100.6	131.6	153.7	161.1	149.0	124.3	86.6	39.6	16.4	14.4
Duraznero	19.0	33.2	65.1	107.3	144.6	152.6	141.2	114.0	77.2	46.7	16.4	14.4
Olivo	31.3	48.9	72.3	96.1	113.2	118.7	109.8	91.6	68.4	46.2	26.7	23.4
Peral	19.0	34.0	68.0	113.4	152.8	161.1	149.0	119.6	80.9	48.9	16.4	14.4
Tomate					113.3	162.6	174.1	132.1	48.2			
Vid	19.0	31.8	55.8	85.5	112.0	118.7	109.8	91.1	59.6	32.1	16.4	14.4

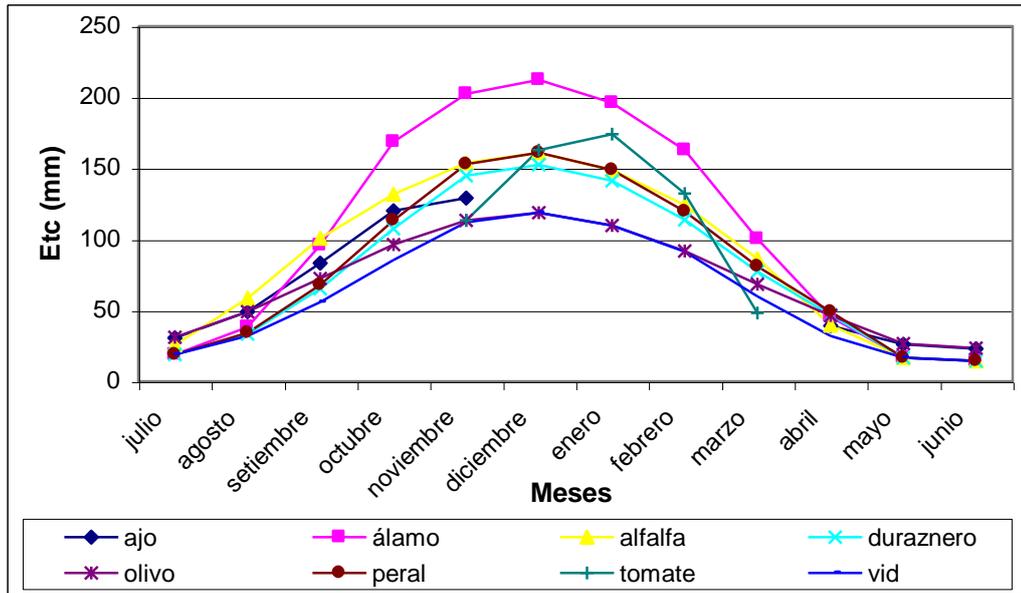


Figura 3: Valores de evapotranspiración de los cultivos, para una probabilidad de ocurrencia de ETo del 50%. Estación La Consulta

Tabla 9: Estación San Carlos. Evapotranspiración de los cultivos para una probabilidad de ocurrencia del 50 % (mm/mes)

Cultivo/mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
<b>Ajo</b>	30.8	50.9	87.8	127.3	136.0					42.7	27.4	23.1
<b>Álamo</b>	19.2	39.6	101.0	179.0	213.2	222.5	212.1	178.6	110.5	49.3	17.2	14.4
<b>Alfalfa</b>	26.1	60.7	106.3	139.5	162.0	169.1	161.2	136.3	95.4	43.2	17.2	14.4
<b>Duraznero</b>	19.2	34.5	68.8	113.8	152.5	160.2	152.7	125.0	85.1	50.9	17.2	14.4
<b>Olivo</b>	31.6	50.8	76.4	102.0	119.4	124.6	118.8	100.4	75.4	50.4	27.9	23.5
<b>Peral</b>	19.2	35.3	71.8	120.2	161.1	169.1	161.2	131.2	89.2	53.3	17.2	14.4
<b>Tomate</b>					119.3	171.4	188.8	145.1	53.1			
<b>Vid</b>	19.2	33.1	59.0	90.7	118.1	124.6	118.8	99.9	65.7	35.0	17.2	14.4

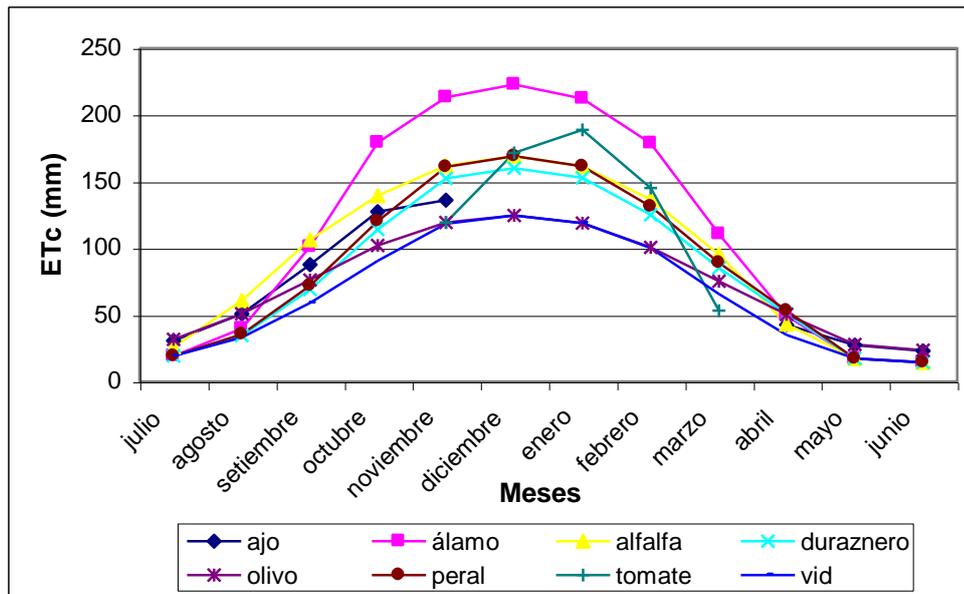


Figura 4: Valores de evapotranspiración de los cultivos, para una probabilidad de ocurrencia de ETo del 50%. Estación San Carlos

Las tablas 10 y 11 presentan las necesidades netas de riego de los cultivos en forma individual, considerando una probabilidad de ocurrencia del 50% de la evapotranspiración de los cultivos y una probabilidad de ocurrencia de la precipitación del 20, 50 y 80 %.

Tabla 10: Necesidades netas de agua de los cultivos (en mm). La Consulta

Prob.	Cultivo/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
20%	Ajo				20.3	15.0	0.0	8.4	31.3	54.6	92.8	71.9	
	Álamo	117.7	99.6	57.4	20.1	5.1	0.0	0.0	20.4	67.0	141.5	142.8	135.6
	Alfalfa	70.6	61.0	43.7	14.5	5.1	0.0	3.8	40.7	72.1	104.3	94.3	84.7
	Duraznero	62.8	50.7	34.3	21.6	5.1	0.0	0.0	15.5	36.5	80.1	85.2	76.2
	Olivo	31.4	28.3	25.5	21.1	15.4	0.0	9.2	31.2	43.8	68.9	53.8	42.3
	Peral	70.6	56.4	38.0	23.8	5.1	0.0	0.0	16.3	39.4	86.2	93.4	84.7
	Tomate	96.4	72.0	19.5								49.9	85.6
	Vid	31.4	27.8	16.7	7.0	5.1	0.0	0.0	14.1	27.3	58.3	52.6	42.3
50%	Ajo				39.3	26.3	23.1	30.4	43.5	71.4	113.2	95.6	
	Álamo	153.6	130.4	90.9	45.2	16.4	14.4	19.0	32.6	83.8	161.9	167.3	164.4
	Alfalfa	106.5	91.8	77.2	39.6	16.4	14.4	25.8	52.9	88.9	124.7	118.8	113.5
	Duraznero	98.7	81.5	67.9	46.7	16.4	14.4	19.0	27.7	53.4	100.5	109.7	105.0
	Olivo	67.3	59.1	59.1	46.2	26.7	23.4	31.3	43.3	60.6	89.3	78.3	71.1
	Peral	106.5	87.2	71.6	48.9	16.4	14.4	19.0	28.5	56.3	106.5	117.9	113.5
	Tomate	132.1	102.6	41.9								74.9	115.6
	Vid	67.3	58.6	50.3	32.1	16.4	14.4	19.0	26.3	44.1	78.64	77.1	71.1
80%	Ajo				39.3	26.3	23.1	30.4	49.0	83.2	120	122.2	
	Álamo	176.6	152.5	100.3	45.2	16.4	14.4	19.0	38.1	95.6	168.8	195.0	192.2
	Alfalfa	129.6	113.9	86.6	39.6	16.4	14.4	25.8	58.4	100.6	131.6	146.4	141.4
	Duraznero	121.7	103.6	77.2	46.7	16.4	14.4	19.0	33.2	65.1	107.3	137.3	132.9
	Olivo	90.4	81.2	68.4	46.2	26.7	23.4	31.3	48.9	72.3	96.1	106.0	99.0
	Peral	129.6	109.3	80.9	48.9	16.4	14.4	19.0	34.0	68.0	113.4	145.6	141.4
	Tomate	155.1	124.0	48.2								103.7	142.5
	Vid	90.4	80.8	59.6	32.1	16.4	14.4	19.0	31.8	55.8	85.5	104.8	99.0

Tabla 11: Necesidades netas de agua de los cultivos (en mm). San Carlos

Prob.	Cultivo/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
20%	Ajo				20.5	15.8	0.0	15.3	34.2	50.8	95.4	83.0	
	Álamo	116.9	89.2	52.6	19.9	5.5	0.0	3.7	22.9	63.9	147.1	158.0	148.3
	Alfalfa	65.9	46.9	37.5	13.7	5.5	0.0	10.6	44.0	69.2	107.7	106.8	94.9
	Duraznero	57.5	35.6	27.2	21.4	5.5	0.0	3.7	17.8	31.7	82.0	97.2	86.0
	Olivo	23.5	11.0	17.6	20.9	16.3	0.0	16.1	34.1	39.4	70.1	64.2	50.4
	Peral	65.9	41.8	31.3	23.8	5.5	0.0	3.7	18.6	34.8	88.4	105.9	94.9
	Tomate	91.8	59.3	14.2								60.5	95.1
	Vid	23.5	10.5	7.8	5.5	5.5	0.0	3.7	16.4	22.0	58.8	62.9	50.4
50%	Ajo				42.7	27.4	23.1	30.8	43.3	74.0	118.7	112.1	
	Álamo	161.7	132.2	90.2	49.3	17.2	14.4	19.2	32.0	87.1	170.4	188.4	184.7
	Alfalfa	110.8	89.9	75.1	43.2	17.2	14.4	26.1	53.1	92.4	130.9	137.2	131.3
	Duraznero	102.3	78.6	64.8	50.9	17.2	14.4	19.2	26.9	54.9	105.2	127.6	122.4
	Olivo	68.4	54.0	55.1	50.4	27.9	23.5	31.6	43.2	62.5	93.4	94.6	86.8
	Peral	110.8	84.8	68.9	53.3	17.2	14.4	19.2	27.7	57.9	111.6	136.3	131.3
	Tomate	137.4	101.3	38.3								93.0	131.8
	Vid	68.4	53.5	45.4	35.0	17.2	14.4	19.2	25.5	45.1	82.1	93.2	86.8
80%	Ajo				42.7	27.4	23.1	30.8	50.9	87.8	127.3	136.0	
	Álamo	200.4	163.5	110.5	49.3	17.2	14.4	19.2	39.6	101.0	179.0	213.2	213.6
	Alfalfa	149.5	121.2	95.4	43.2	17.2	14.4	26.1	60.7	106.3	139.5	162.0	160.2
	Duraznero	141.0	109.9	85.1	50.9	17.2	14.4	19.2	34.5	68.8	113.8	152.5	151.3
	Olivo	107.1	85.3	75.4	50.4	27.9	23.5	31.6	50.8	76.4	102.0	119.4	115.7
	Peral	149.5	116.1	89.2	53.3	17.2	14.4	19.2	35.3	71.8	120.2	161.1	160.2
	Tomate	177.7	131.7	53.1								119.3	160.1
	Vid	107.0	84.8	65.7	35.0	17.2	14.4	19.2	33.1	59.0	90.7	118.0	115.6

## CONCLUSIONES

Disponer de esta información permite una planificación y un manejo más eficiente del riego a nivel parcelario, ya que se tienen en cuenta las necesidades de cada cultivo para obtener su máximo rendimiento, como así también realizar una planificación racional del uso del agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen R., L. Pereira, D. Raes, M. Smith (1998) *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. FAO, Irrigation and drainage paper: 56. Rome - Italy.
- Ayers, R.S. y D.W. Westcot. (1976) *Water quality for Agriculture*. FAO. Irrigation and Drainage Paper # 29. Rome, Italy.
- Doorenbos J. and A. H. Kassan (1979) *Yield response to water*. FAO, Irrigation and drainage paper: 33. Rome - Italy.
- FAO (1974) *Precipitación efectiva*. Documento de riego y drenaje: 25. Roma - Italia.
- Eaglin R.D. (1998) *Método de probabilidad Stormwater Management and Design Aid*. SMADA 6.26 for Windows. USA.
- Morábito J. (2002) *Desempeño del riego por superficie en el área de riego del río Mendoza. Eficiencia actual y potencial. Parámetros de riego y recomendaciones para un mejor aprovechamiento agrícola en un marco sustentable*. TESIS para optar al grado de Magister Scientiae. UNCuyo-INA-INTA. Mendoza Argentina

- Morábito J., J. Martínez Tívoli , M. Manzanera, S. Salatino, C. Mirábile, G. Ibañez** (2001) *Determinación de escenarios de demanda de riego en el área dominada por el río Mendoza*. Informe de avance n° 1. INA – CRA, Mendoza - Argentina.
- José A. Morábito, J. Martínez Tívoli, S. Salatino y C. Mirábile** (2002) *Necesidades de riego en el área de influencia del río Mendoza*. Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino y Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Cuyo
- Oriolani M.J.C.** (1981) *Requerimientos hídricos de los cultivos principales de Mendoza. Resultados experimentales*. INTA – EEA de Mendoza – Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional.** *Estadística climatológica*. Buenos Aires. Argentina
- Smith, M.** (1999) *Cropwat 4 Windows version 4.3*. FAO. Italia.