

## NECESIDADES DE RIEGO EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL RIO MENDOZA

**José A. Morábito, Jorge Martínez Tívoli, Santa E. Salatino y Carlos M. Mirábile**  
Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino y Fca - UNCuyo  
Belgrado Oeste 210, CP: 5500, Mendoza – Argentina. Fax: 0261-4288251 [jmorabito@ina.gov.ar](mailto:jmorabito@ina.gov.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 se encuentra cultivada y la única forma posible de expansión futura de su frontera agrícola dependerá -fundamentalmente- del eficiente aprovechamiento de sus escasos recursos hídricos.

Si bien -día a día- el agua es demandada en mayor grado y por un mayor número de usuarios diferentes: agricultura, industria, abastecimiento poblacional (agua potable), riego urbano (arbolado de calles y paseos públicos), producción energética, etc., el principal usuario del recurso hídrico provincial, sigue siendo la agricultura. Ésta se realiza en forma intensiva y los cultivos más importantes son: vid, frutales de carozo (duraznero, ciruelo, damasco, almendro, cerezo y otros), frutales de pepita (manzano, peral y membrillero), hortalizas (tomate, ajo, cebolla, papa, etc.) forestales (fundamentalmente álamos) y forrajeras. A los fines de planificar una eficiente y equitativa distribución del agua, tanto a nivel de organismo central (D. G. de Irrigación) como de organismos de usuarios (Inspecciones de Cauce), resulta fundamental conocer la efectiva demanda de riego de los distintos cultivos a lo largo de sus diferentes ciclos vegetativos y en función de las variaciones climáticas que caracterizan a cada subzona de esa cuenca.

El presente trabajo tiene como objetivo conocer la demanda de riego en el área del río Mendoza, en un momento muy especial de su desarrollo como consecuencia de la reciente construcción del dique regulador "Potrerillos". Para lograr el objetivo propuesto se seleccionaron las cuatro (4) estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio, sistematizando la información básica disponible. Mediante la aplicación del programa CROPWAT se modeló 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 valores de ET<sub>o</sub> para tres probabilidades de ocurrencia (80, 50 y 20 %).

A su vez, se determinó la evapotranspiración máxima mensual (ET<sub>c</sub>) para los nueve (9) cultivos más importantes (vid, duraznero, peral, olivo, alfalfa, álamo, césped para las áreas recreativas, ajo y tomate), utilizando valores de K<sub>c</sub> obtenidos localmente y/o de bibliografía. Se determinaron, además, las necesidades netas mensuales de cada cultivo (mm y m<sup>3</sup>/ha) considerando la precipitación efectiva de cada estación y se estimaron las variaciones esperables de producción, para un año climático medio y una ocurrencia de evapotranspiración real (ET<sub>c aj</sub>) menor que la máxima (la disminución de la producción se simuló para las siguientes relaciones de ET<sub>c aj</sub>/ET<sub>c</sub>: 90, 70 y 50 %).

Con los resultados alcanzados se confeccionó, para el área de influencia de cada estación meteorológica y para cada uno de los cultivos, una matriz que permite conocer ET<sub>o</sub>, ET<sub>c</sub> y precipitación efectiva media para las distintas probabilidades de ocurrencia. Asimismo, se ajustaron curvas de rendimiento esperado para diferentes cocientes de ET<sub>c aj</sub>/ET<sub>c</sub>. La información obtenida, será de utilidad inmediata en la simulación de la asignación del recurso agua en los distintos niveles de administración. A modo de ejemplo puede citarse: vid para vinificar, estación Chacras de Coria y probabilidad de ocurrencia de 50%, ET<sub>c</sub>: 120 mm. Ese valor de ET<sub>c</sub> cambia a 124 y 116 mm para 80 y 20 % de probabilidad de ocurrencia, respectivamente. Los rendimientos esperados de la vid para relaciones de ET<sub>c aj</sub>/ET<sub>c</sub> de 90, 70 y 50 % son 98,8 %, 90,1 % y 79,4 % respectivamente.

**Palabras claves:** necesidad de riego, río Mendoza, asignación de agua.

## **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. 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.

La reciente construcción del dique de embalse Potrerillos como impostergable respuesta a la falta de regulación del río Mendoza, a cuyas márgenes se asienta la población mayoritaria del oasis norte, ha resultado un importante disparador de tareas de planificación destinadas a mejorar la eficiencia de la actual asignación del agua. 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.

Para llevar a cabo una efectiva planificación, los inconvenientes más comunes derivan de la falta de sistematización de la información básica disponible, necesaria para el cálculo del requerimiento de riego de los (meteorológica, del suelo y del cultivo). 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 del área de influencia del río Mendoza para sus distintas probabilidades de ocurrencia. Ésto es un elemento prioritario para cualquier tarea de planificación, asignación y manejo eficiente del recurso hídrico, especialmente en esta etapa de regulación del río que se inicia con la reciente construcción del dique regulador "Potrerillos". Complementariamente el estudio permite conocer las variaciones de rendimiento (producción) que pueden esperarse ante distintos niveles de satisfacción de esa demanda (menores valores de ETc). Como objetivos secundarios el estudio permitirá disponer, además, de una depurada base de datos agrometeorológicos, para las distintas áreas de influencia de las estaciones existentes en la zona.

## **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 4 estaciones dependientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Ellas son: *Aeropuerto Mendoza* (Latitud: 32° 50' Sur, Longitud: 68° 47' Oeste y Altura: 704 m s.n.m.), *Observatorio Parque General San Martín* (Latitud: 32° 53' Sur, Longitud 68° 51' Oeste y Altura: 828 m s.n.m.), *Chacras de Coria* (Latitud: 32° 59' Sur, Longitud: 68° 59' Oeste y Altura: 921 m s.n.m.) y *San Martín* (Latitud: 33° 05' Sur, Longitud: 68° 25' Oeste y Altura: 653 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 a nivel mensual: 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) ciclos agrícolas comunes para las cuatro 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:

$ET_o$	=	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 nueve (9) cultivos más importantes (vid, duraznero, peral, olivo, alfalfa, álamo, césped para las áreas recreativas, ajo y tomate), utilizando valores de coeficiente de cultivo "K<sub>c</sub>" obtenidos localmente en forma experimental y/o de bibliografía (k<sub>c</sub> = ET<sub>c</sub>/ET<sub>o</sub>).
- Determinar valores de ET<sub>c</sub> para las tres probabilidades de ocurrencia (20, 50 y 80%) utilizando la ecuación:

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

- Determinar las necesidades netas mensuales de cada cultivo (mm y m<sup>3</sup>/ha) considerando la precipitación efectiva. Para ello se utilizó una fórmula empírica desarrollada por FAO (1974), sobre la base de datos de numerosas regiones áridas y semiáridas. Las ecuaciones usadas son las siguientes:

$$\text{Cuando la lluvia total sea menor de 70 mm: Lluvia Efectiva} = 0.6 * \text{Lluvia Total} - 10 \quad (4)$$

$$\text{Cuando la lluvia total sea mayor de 70 mm: Lluvia Efectiva} = 0.8 * \text{Lluvia Total} - 24 \quad (5)$$

- Calcular las variaciones esperables de producción, para un año climático medio y una ocurrencia de evapotranspiración real (ET<sub>c aj</sub>) menor que la máxima. Para esto FAO (Doorenbos y Kassan, 1979) desarrolló una función lineal, agua - cultivo, que permite calcular la reducción de la producción a causa del estrés hídrico del cultivo. La ecuación es:

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (6)$$

en donde:

$K_y$	=	factor de proporcionalidad, que relaciona la reducción de rendimiento en función de la disminución de evapotranspiración producida por el déficit de agua del suelo
$Y_a$	=	rendimiento real del cultivo
$Y_m$	=	rendimiento máximo del cultivo sin estrés hídrico
$ET_{c aj}$	=	evapotranspiración real, es decir la evapotranspiración que permite la lámina de riego aplicada
$ET_c$	=	evapotranspiración máxima, es decir sin estrés hídrico

La disminución de la producción ha sido simulada para las siguientes relaciones de ETC aj/ETC: 90, 70 y 50 %. Con los resultados alcanzados se confeccionó, para el área de influencia de cada estación meteorológica y para cada uno de los cultivos una matriz que permite conocer ETO, ETC y precipitación efectiva media para las distintas probabilidades de ocurrencia propuestas.

- Ajustar curvas de rendimiento esperado para diferentes cocientes de ETC aj/ETC. Utilizando los datos meteorológicos medios y considerando un suelo de textura media, lluvia efectiva media y la información de cada cultivo, se corrió el modelo CROPWAT para determinar el riego óptimo para cada cultivo (rendimiento máximo) y las pérdidas de producción que se producirían al aplicar a aquellas reducciones (70% y 50%). Los cálculos se realizaron para todos los cultivos considerados y para las cuatro estaciones meteorológicas del área de estudio.
- Construir, basándose en los datos de probabilidad de ocurrencia de cada uno de los cultivos considerados, una tabla con valores mensuales de evapotranspiración (mm/mes y m<sup>3</sup>/ha/mes).
- Obtener la necesidad neta de riego anual y mes a mes (mm y m<sup>3</sup>/ha/mes). Estos datos se calcularon para las cuatro estaciones meteorológicas, los nueve cultivos y probabilidades de ocurrencia del 20%, el 50% y el 80%.

## RESULTADOS

La tabla 1 presenta los valores de ETO para la estación meteorológica Chacras de Coria.

**Tabla 1: Estación Chacras de Coria. Valores de ETO en mm/día**

Año/mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
67-68	1.48	2.39	3.34	3.97	5.63	5.91	5.85	5.18	3.42	2.49	1.88	1.25
68-69	1.75	2.44	3.12	3.72	5.70	6.09	6.14	4.83	3.58	2.91	1.81	1.62
69-70	1.68	2.22	3.42	4.39	5.67	5.94	5.13	4.99	3.71	2.86	1.76	1.34
70-71	1.60	2.37	3.68	4.26	5.24	6.38	5.80	4.73	4.02	2.51	1.75	1.21
71-72	1.70	2.36	3.39	4.09	5.86	6.56	5.76	5.17	3.53	2.64	1.60	1.37
72-73	1.49	2.21	3.14	4.04	4.60	5.36	5.83	4.98	3.16	2.09	1.62	1.54
75-76	1.60	1.93	3.17	4.53	5.04	6.44	5.77	4.60	3.65	2.56	1.61	1.34
76-77	1.39	1.84	2.99	4.32	5.32	5.48	5.14	4.62	3.81	2.42	1.52	0.70
80-81	1.48	2.30	3.24	3.75	4.98	5.56	5.59	4.67	3.51	1.92	1.54	1.24
82-83	1.04	1.98	2.49	4.57	5.31	5.68	4.52	4.76	3.50	2.29	1.48	1.05

Con la información disponible se calculó la probabilidad de ocurrencia del evento, asumiendo una distribución normal.

La tabla 2 presenta los resultados para tres probabilidades de ocurrencia: 80% (representativa de un año relativamente seco), 50% (año medio) y 20% (correspondiente a un año húmedo).

**Tabla 2: Estación Chacras de Coria. Valores de ETO (mm/día) para distintas probabilidades de ocurrencia**

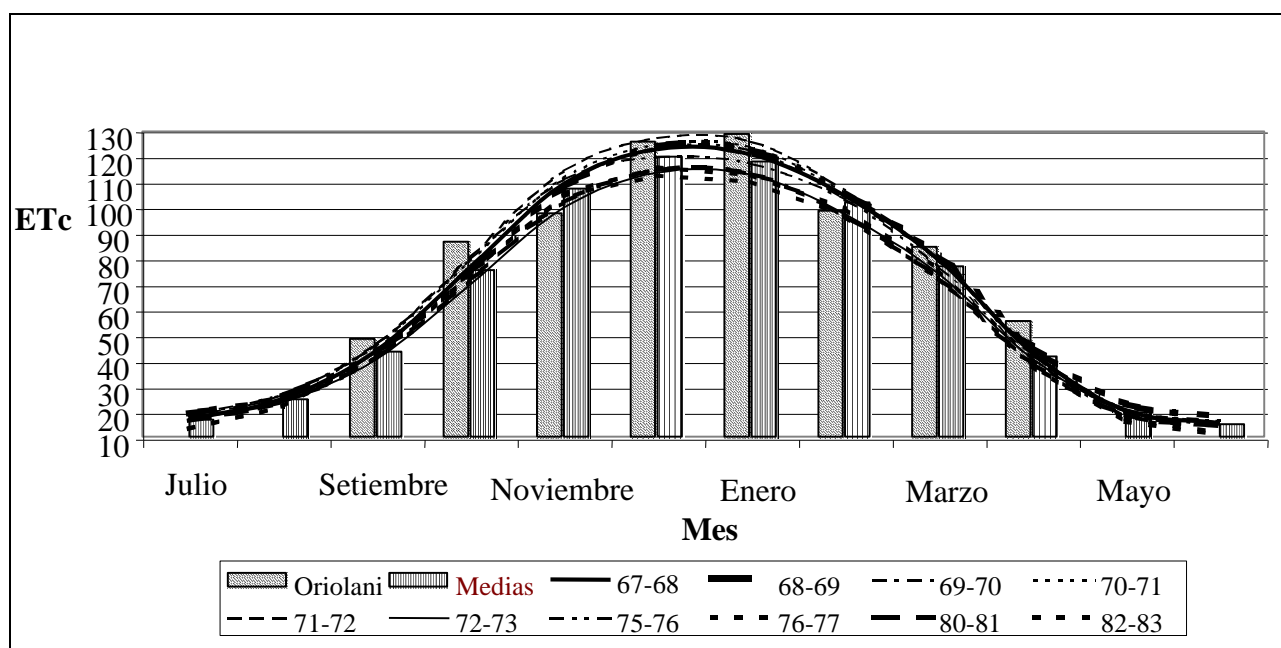
Prob-Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
80%	1.7	2.4	3.5	4.4	5.7	6.3	6.0	5.0	3.8	2.7	1.8	1.5
50%	1.5	2.2	3.2	4.2	5.3	5.9	5.6	4.9	3.6	2.5	1.7	1.3
20%	1.3	2.0	2.9	3.9	5.0	5.6	5.1	4.7	3.4	2.2	1.5	1.1

Para obtener la información necesaria para cubrir toda el área del estudio se aplicó el mismo procedimiento a las 3 estaciones meteorológicas restantes (tabla 3).

**Tabla 3: 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	Abr	May	Jun
<b>Aeropuerto</b>	1.3	2.1	3.3	4.7	6.0	6.4	6.2	5.5	3.9	2.6	1.5	1.1
<b>Observatorio</b>	1.5	2.3	3.2	4.3	5.4	5.7	5.6	5.1	3.6	2.6	1.7	1.3
<b>Ch. De Coria</b>	1.5	2.2	3.2	4.2	5.3	5.9	5.6	4.9	3.6	2.5	1.7	1.3
<b>San Martin</b>	1.5	2.4	3.6	5.0	6.2	6.7	6.2	5.5	4.0	2.7	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. La figura 1 muestra los valores de ETc para vid en la estación meteorológica “Chacras de Coria”. Se obtuvieron resultados de ETc para los 9 cultivos y para cada una de las 4 estaciones meteorológicas analizadas. Los resultados obtenidos con el modelo fueron comparados con datos experimentales de mediciones locales (Oriolani, 1981) mostrando coincidencias satisfactorias.



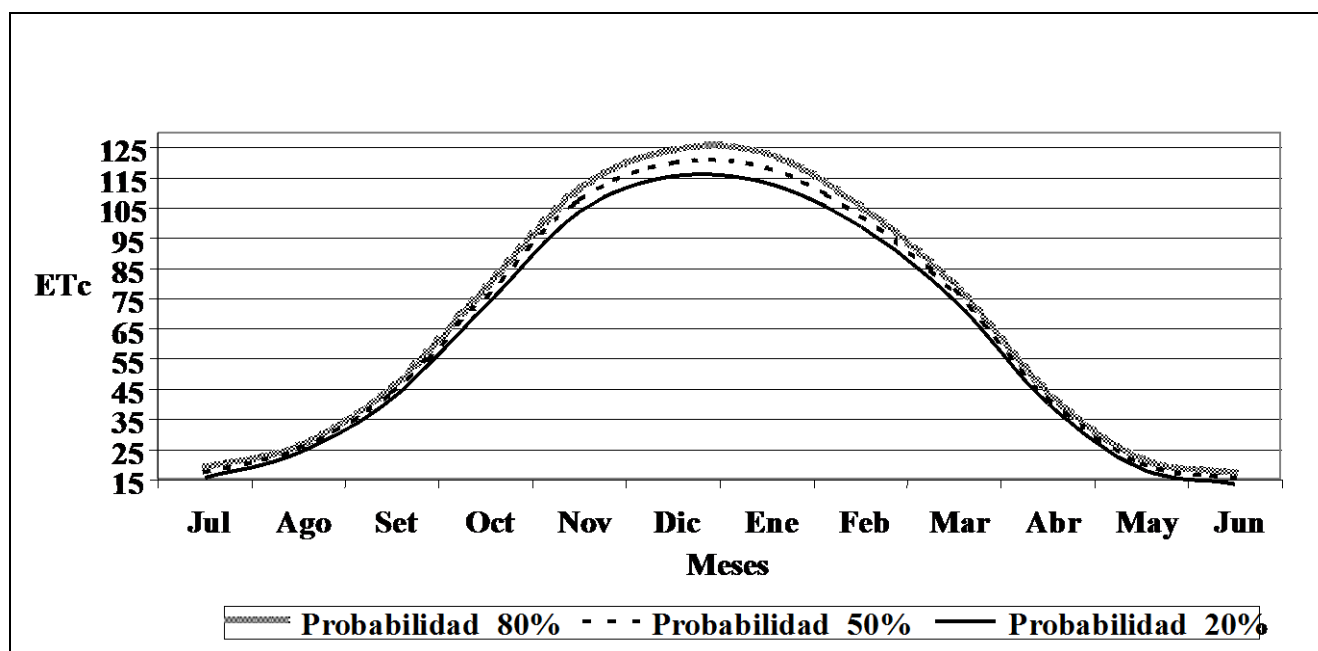
**Figura 1: Evapotranspiración de la vid: ETc (mm/mes), en el área de influencia de la estación Chacras de Coria – Mendoza. Comparación entre valores promedio, resultantes de la simulación de 10 ciclos agrícolas (67/68-82/83) y valores medidos localmente**

La información obtenida se completó con el análisis de la probabilidad de ocurrencia de la ETc para los 9 cultivos seleccionados y en las cuatro estaciones meteorológicas (tabla 4 y fig. 2).

Con los datos mensuales de lluvia registrados en cada una de las estaciones meteorológicas y aplicando las ecuaciones (4) y (5) se determinó la lluvia efectiva. La tabla 5 muestra la lluvia efectiva mensual en la estación “Chacras de Coria”

**Tabla 4: Estación Chacras de Coria. Valores Evapotranspiración de la Vid: ETc (mm/mes), para tres probabilidad de ocurrencia**

Prob-Mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
80%		26.2	45.9	78.9	111.4	124.3	123.1	105.7	79.9	44.1		
50%		25.5	44.0	75.9	107.7	120.0	118.3	102.4	77.3	42.3		
20%		24.1	42.1	72.9	104.0	115.7	113.5	99.1	74.7	40.5		



**Figura 2: Evapotranspiración de la vid: ETc (mm/mes) en el área de influencia de la estación Chacras de Coria – Mendoza para tres probabilidades de ocurrencia.**

**Tabla 5: Estación Chacras de Coria. Lluvia efectiva mensual en mm/mes.**

Ciclo/mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Año
67-68	0	0	0	10	4	1	0	0	0	1	0	0	16
68-69	0	0	0	16	0	5	0	0	0	0	0	0	21
69-70	0	0	0	0	0	2	103	0	15	0	0	0	121
70-71	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0	8
71-72	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	26
72-73	0	0	0	0	43	74	0	0	63	10	0	0	189
75-76	0	0	8	0	29	0	4	10	0	0	0	0	51
76-77	0	0	0	0	36	12	36	0	0	5	0	0	88
80-81	0	0	0	3	0	0	17	25	21	42	0	0	109
82-83	0	0	29	0	0	0	24	0	0	0	1	0	54

La tabla 6 resume los valores de lluvia efectiva media para las 4 estaciones del área de estudio.

**Tabla 6: Lluvia efectiva media en el área de influencia de las distintas estaciones meteorológicas (mm/mes)**

Estación/mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Año
<b>Aeropuerto</b>	0	0	2	1	6	6	18	3	10	3	0	0	51
<b>Observatorio</b>	0	0	3	6	8	5	17	5	12	4	0	0	60
<b>Ch. Coria</b>	0	0	4	3	11	9	21	4	10	6	0	0	68
<b>S. Martín</b>	0	0	2	0	6	6	18	6	9	1	0	0	46

Las tablas 7, 8, 9 y 10 presentan los valores de Etc obtenidos para los 9 cultivos seleccionados y para cada una de las 4 estaciones meteorológicas del área para un año climático medio (50% de probabilidad de ocurrencia). Una vez obtenidos los valores de Etc y de precipitación efectiva (ppe) se calculan directamente las necesidades netas de riego (nnr) para cada cultivo mediante una simple operación de resta ( $nnr = Etc - ppe$ ). Esta información no figura en el presente informe por razones de espacio.

**Tabla 7: Estación Aeropuerto. 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	Año
<b>Vid</b>	0	26	45	77	109	121	118	104	80	44	0	0	724
<b>Duraznero</b>	0	25	50	97	150	171	166	143	100	61	0	0	963
<b>Peral</b>	0	24	51	105	162	181	178	152	107	66	0	0	1027
<b>Olivo</b>	25	40	66	94	119	134	131	114	88	59	36	25	931
<b>Tomate</b>	0	0	0	0	105	156	209	182	92	0	0	0	744
<b>Ajo</b>	24	39	71	119	151	140	0	0	0	51	31	21	647
<b>Alfalfa</b>	15	25	69	132	164	182	178	154	119	81	38	13	1170
<b>Alamo</b>	0	24	70	170	216	239	234	204	150	69	0	0	1376
<b>A.recreat.</b>	31	51	81	112	141	153	148	127	97	66	42	28	1077

**Tabla 8: Estación Observatorio Parque GSM. 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	Año
<b>Vid</b>	0	26	45	77	109	121	118	104	80	44	0	0	724
<b>Duraznero</b>	0	26	48	91	138	156	152	132	95	60	0	0	898
<b>Peral</b>	0	26	50	98	148	164	161	139	100	64	0	0	949
<b>Olivo</b>	29	43	64	88	109	121	118	103	81	58	38	31	883
<b>Tomate</b>	0	0	0	0	96	142	189	166	86	0	0	0	679
<b>Ajo</b>	29	43	64	88	109	121	0	0	0	50	34	25	563
<b>Alfalfa</b>	18	26	67	124	150	165	161	141	111	79	40	16	1098
<b>Alamo</b>	0	26	67	153	197	216	212	186	140	65	0	0	1262
<b>A.recreat.</b>	37	54	79	105	128	139	134	116	90	65	45	34	1026



**Tabla 9: Estación Chacras de Coria. Evapotranspiración de los cultivos para una probabilidad de 50 % (mm/mes)**

Cultivo\mes	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Año
<b>Vid</b>	0	26	44	76	108	120	118	102	77	42	0	0	713
<b>Duraznero</b>	0	26	48	90	136	154	152	130	92	58	0	0	886
<b>Peral</b>	0	26	50	105	146	163	161	136	97	61	0	0	944
<b>Olivo</b>	29	42	63	87	108	120	118	102	79	56	37	30	871
<b>Tomate</b>	0	0	0	0	95	141	188	163	83	0	0	0	670
<b>Ajo</b>	28	41	68	110	137	126	0	0	0	48	33	25	616
<b>Alfalfa</b>	18	26	66	122	148	163	160	138	107	76	38	16	1078
<b>Alamo</b>	0	25	67	153	197	219	215	185	138	63	0	0	1262
<b>A.recreat.</b>	37	53	78	103	127	138	133	114	88	63	43	33	1010

**Tabla 10: Estación San Martín. 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	Año
<b>Vid</b>	0	28	50	88	125	138	134	115	86	46	0	0	808
<b>Duraznero</b>	0	29	59	107	158	177	172	146	102	62	0	0	1013
<b>Peral</b>	0	28	56	112	169	187	182	153	108	66	0	0	1060
<b>Olivo</b>	29	46	72	101	124	138	133	115	88	60	38	29	973
<b>Tomate</b>	0	0	0	0	110	161	213	183	92	0	0	0	759
<b>Ajo</b>	28	45	77	127	158	144	0	0	0	52	33	24	688
<b>Alfalfa</b>	18	28	76	141	171	187	181	155	119	81	39	15	1211
<b>Alamo</b>	0	28	76	175	225	246	239	206	151	68	0	0	1414
<b>A.recreat.</b>	37	58	89	120	146	158	151	128	97	67	44	32	1127

Toda reducción de disponibilidad de agua de riego por debajo del valor de Etc máxima implica una disminución de productividad. A los fines de facilitar la planificación eficiente de la asignación del recurso ante cualquier evento que reduzca la disponibilidad de agua de riego y siguiendo la metodología (ecuación 6) se calculó la respuesta de productividad para cada uno de los 9 cultivos seleccionados y para porcentajes de disminución de la Etc del 90, 70 y 50%. La tabla 11 muestra los resultados para la estación Chacras de Coria.

**Tabla 11: Estación Chacras de Coria. Rendimiento de los cultivos en función del riego**

Cultivo - Etc/Etm	100%	90%	70%	50%
<b>VID</b>	100	98.8	90.1	79.4
<b>DURAZNO</b>	100	98.2	85.3	70.7
<b>PERAL</b>	100	97.7	84.6	69.7
<b>OLIVO</b>	100	97.9	86.5	72.6
<b>TOMATE</b>	100	98.9	85.7	69.7
<b>AJO</b>	100	94.9	79	62.3
<b>ALFALFA</b>	100	96.7	83.7	68.6
<b>ALAMO</b>	100	96.3	82.6	66.9

A modo de ejemplo puede verse que, el cultivo “vid para vinificar”, en el área de influencia de la estación Chacras de Coria presenta para una probabilidad de ocurrencia de 50%, un valor máximo de  $ET_c$  de 120 mm en el mes de diciembre. Ese valor se transforma en 124 mm si la probabilidad de ocurrencia es del 80% y en 116 mm si es del 20 %. Los rendimientos esperados variaron del 98,8% al 79,4% para relaciones de  $ET_{c_{aj}}/ET_c$  de 90 al 50 %.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo constituye un aporte destinado a acercar una base de datos meteorológicos -depurada y actualizada- sobre el área del estudio, destinada al cálculo de las necesidades de riego de los cultivos predominantes. Un prolijo análisis de la información disponible y de los resultados presentados permite proyectar y planificar posibles ajustes a la demanda de los cultivos para adecuarla a la oferta hídrica del ciclo agrícola, cuantificando a priori la posible disminución de los rendimientos en función de aquella.

Se presentan aquí –para las cuatro estaciones meteorológicas existentes en el área del estudio- las necesidades netas de riego (a nivel mensual) de los cultivos predominantes seleccionados (vid, duraznero, peral, olivo, alfalfa, álamo, césped -para las áreas recreativas- ajo y tomate) y para distintas situaciones climáticas de disponibilidad de oferta hídrica (años hidrológicos húmedo, medio y seco). Las matrices obtenidas, base para la planificación de la entrega del agua a los usuarios de un canal, constituyen un elemento de consulta permanente tanto para los responsables de la administración del recurso (D.G. de I. e Inspecciones de cauce) como para los técnicos y profesionales bajo cuya responsabilidad está el manejo del riego de la propiedad y la maximización de los beneficios económicos que resulten de su aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen R.G., Pereira L. S., Raes D. y Smith M.** 1998. *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*. FAO, Irrigation and drainage paper: 56. Rome - Italy.
- Doorenbos J. and Kassan A. H.** 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., Martínez Tívoli J., Manzanera M., Salatino S., Mirábile C., Ibañez G.** 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.
- Oriolani M.J.C.** 1981. Requerimiento hídricos de los cultivos principales de Mendoza. Resultados experimentales. INTA – EEA de Mendoza – Argentina.
- Smith M.** 1992. CROPWAT - a computer program for irrigation planning and management. FAO, Irrigation and drainage paper: 46. Rome – Italy.