

PROGRAMACION DEL RIEGO EN VID PARA VARIEDADES DE MESA Y PASA CON RIEGO PRESURIZADO

M. Liotta. y A. Sarasua

*INTA. Estación Experimental Agropecuaria San Juan
Calle 11 y Vidart- Villa Aberastain. Pocito (5427). San Juan. Argentina
[*\(maliotta@sanjuan.inta.gov.ar\)](mailto:maliotta@sanjuan.inta.gov.ar)*

RESUMEN

Las zonas áridas como la provincia de San Juan y sus oasis irrigados presentan alta radiación, temperaturas estivales elevadas y baja humedad relativa, lo que asociado a escasas precipitaciones, los cultivos que se realizan requieren para su crecimiento y desarrollo, del riego artificial.

La situación actual es que en riego por superficie la eficiencia de uso del agua es baja I, (1984), con valores que varían entre el 40 al 50 %, en términos generales, lo cual ocasiona importantes pérdidas por percolación profunda, generación y sostenimiento de freáticas y disminución de rendimientos y calidad de los productos en amplias zonas. Las causas principales son desconocimiento de las técnicas y manejo del riego donde no se tiene en cuenta el tipo de suelo y los requerimientos de los cultivos. Inclusive en sistemas de riego tecnificados como lo es el riego por goteo, es frecuente observar que las aplicaciones y la frecuencia se realizan sin un correcto ajuste de las variables mencionadas.

Como una primer etapa y a modo de un objetivo parcial se desarrolló un programa que permita a los usuarios de riego presurizado (productores, empresas agrícolas y profesionales del medio), planificar el riego (Láminas y frecuencia), para toda una temporada completa y en cultivos de vid con destino mesa, pasa u otros destinos en los valles centrales de la provincia.

El programa denominado **SEMER** (Software para el manejo eficiente del riego), esta diseñado para facilitar los cálculos de las necesidades de riego y elaborar calendarios para toda una temporada completa. Utiliza como base parámetros físicos del suelo, información climática y las características del sistema de riego.

1 INTRODUCCION

Las zonas áridas como la provincia de San Juan y sus oasis irrigados presentan alta radiación, temperaturas estivales elevadas y baja humedad relativa, lo que asociado a escasas precipitaciones, los cultivos que se realizan requieren para su crecimiento y desarrollo, del riego artificial.

Es entonces, que el riego constituye la base para el sostenimiento de la economía agrícola en los oasis irrigados, cuyo manejo se realiza a través de redes de distribución de regadío, y en menor grado con agua subterránea, abasteciendo los principales cultivos que se adaptan a las condiciones agroclimáticas en cada zona

La situación actual es que en riego por superficie la eficiencia de uso del agua es baja (Castro et al, 1984), con valores que varían entre el 40 al 50 %, en términos generales, lo cual ocasiona importantes pérdidas por percolación profunda, generación y sostenimiento de freáticas y disminución de rendimientos y calidad de los productos en amplias zonas. Las causas principales son desconocimiento de las técnicas y manejo del riego donde no se tiene en cuenta el tipo de suelo y los requerimientos de los cultivos. Inclusive en sistemas de riego tecnificados como lo es el riego por goteo, es frecuente observar que las aplicaciones y la frecuencia se realizan sin un correcto ajuste de las variables mencionadas.

La técnica del riego consiste en “la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil de suelo para reponer a este, el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos”. Por lo tanto, en el presente trabajo, se plantea la necesidad de avanzar con estrategias que tiendan a un uso eficiente del agua, utilizando la información local disponible y aprovechando los avances en investigación y tecnología.

Como una primer etapa y a modo de un objetivo parcial se desarrolló un programa que permita a los usuarios de riego presurizado (productores, empresas agrícolas y profesionales del medio), planificar el riego (Láminas y frecuencia), para toda una temporada completa y en cultivos de vid con destino mesa, pasa u otros destinos en los valles centrales de la provincia.

El programa denominado **SeMER** (Software para el manejo eficiente del riego), está diseñado para facilitar los cálculos de las necesidades de riego y elaborar calendarios para toda una temporada completa. Utiliza como base parámetros físicos del suelo, información climática y las características del sistema de riego.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Información técnica de base

El método de cálculo es de lámina fija–frecuencia variable, que consiste en reponer una lámina de riego constante (Lámina de reposición) durante todo el ciclo de cultivo con variación del intervalo de riego. Se basa en la estimación de las necesidades de riego a partir de información histórica de evapotranspiración de referencia, datos del suelo y del cultivo. La secuencia de cálculo está representada en el diagrama de la Figura 1

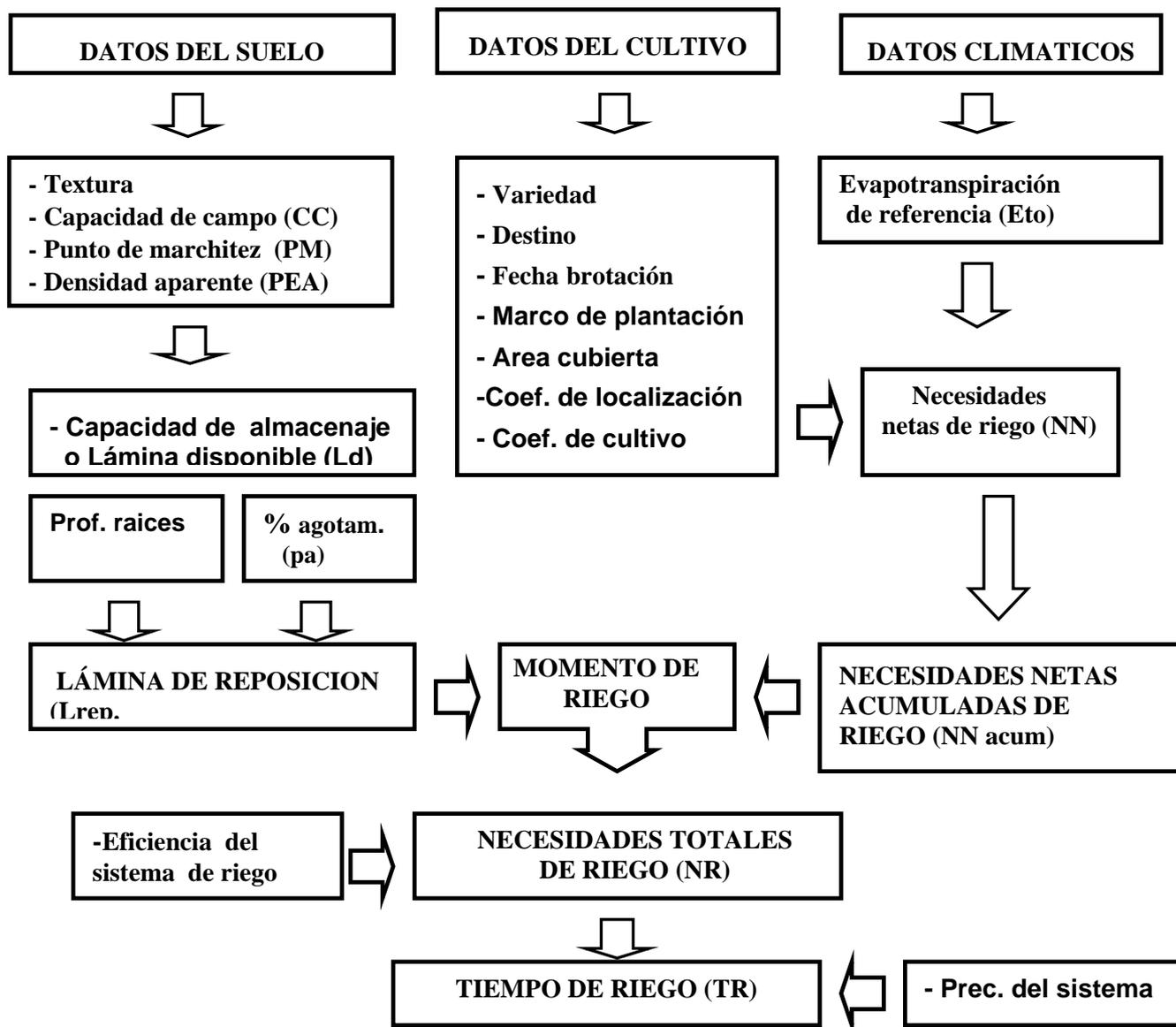


Figura 1 Esquema de secuencia de cálculos

2.2 Datos del suelo

La capacidad de almacenamiento de un suelo se define como el contenido máximo de agua que un suelo puede retener y está en función de la textura, de la estructura y la porosidad. Varía según el tipo de suelo y se obtiene a través de la siguiente expresión

$$Ld = (CC-PM) * PEA * p * 10 \quad (1)$$

donde

Ld: Lámina disponible (mm) *CC*: Capacidad de campo (%)

PM: Punto de marchitez (%) *PEA*: Densidad aparente *p* = prof. de raíces (m)

La capacidad de campo (**CC**) es el contenido máximo de humedad que es retenido por el suelo después del drenaje gravitacional. El Punto de marchitez (**PM**) corresponde al momento en que el agua se encuentra fuertemente retenida y las plantas no son capaces de

absorberla a través de las raíces y se marchitan, sin reponerse ante un nuevo agregado de agua. La densidad aparente (**PEA**) es la relación entre el peso y el volumen del suelo incluido los poros y espacios vacíos, en su estado natural.

Conocidas las constantes hídricas del suelo (**CC** y **PM**) y la densidad aparente (**PEA**), ya sea determinadas mediante curvas de capacidad hídrica, ensayos a campo o a través de tablas, y la profundidad de raíces, estimada o medida se puede calcular la capacidad de almacenaje del suelo

Lámina de reposición (Lrep)

Se calcula en función de un umbral de agotamiento de la humedad del suelo. Por ser sistemas de alta frecuencia y no dependientes de turnados, es posible regar con valores cercanos a Capacidad de campo es decir humedad fácilmente utilizable por el cultivo. De acuerdo a la experiencia local y para riego presurizado en vid, el punto óptimo de riego es cuando se ha consumido entre un 10 y un 20 % de la lámina disponible.

$$Lrep = Ld \times pa \quad (2)$$

donde

Lrep: Lámina de reposición (mm)

pa: Umbral de agotamiento (%)

2.3 Datos del cultivo

Variedades y períodos fenológicos

Las variedades incluidas son las más difundidas para destino en consumo en fresco y pasa, cuyo propósito puede ser también para vinificar o mosto en circunstancias de bajo calibre o contingencias climáticas o fitosanitarias que no permitan derivar el producto al destino propuesto. Las principales características se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Principales variedades de mesa y pasa cultivada en los valles centrales. S. Juan

Variedad	Destino principal	Ciclo (Días)	Época
Arizul	Pasa	204	Media
Alfonso Lavallee	Consumo en fresco	198	Media
Black Seedless	Consumo en fresco	190	Temprana
California	Consumo en fresco	198	Muy tardía
Cardinal	Consumo en fresco	207	Temprana
Cereza	Vinificar / Mosto	200	Temprana
Fiesta	Pasa	204	Media
Flame Seedless	Consumo en fresco /Pasa	202	Muy temprana
Moscatel	Consumo en fresco / Pasa	198	Media
Red Globe	Consumo en fresco	204	Tardía
Perlette	Consumo en fresco	217	Muy temprana
Sultantina	Consumo en fresco /Pasa	217	Temprana
Superior Seedless	Consumo en fresco	216	Muy temprana
Victoria	Consumo en fresco	190	Temprana

En la Figura 2 se puede ver las diferentes etapas fenológicas de distintas variedades todos los casos el fin de ciclo corresponde a la etapa de senescencia y pérdida del follaje que en general ocurre sobre mediados de abril.

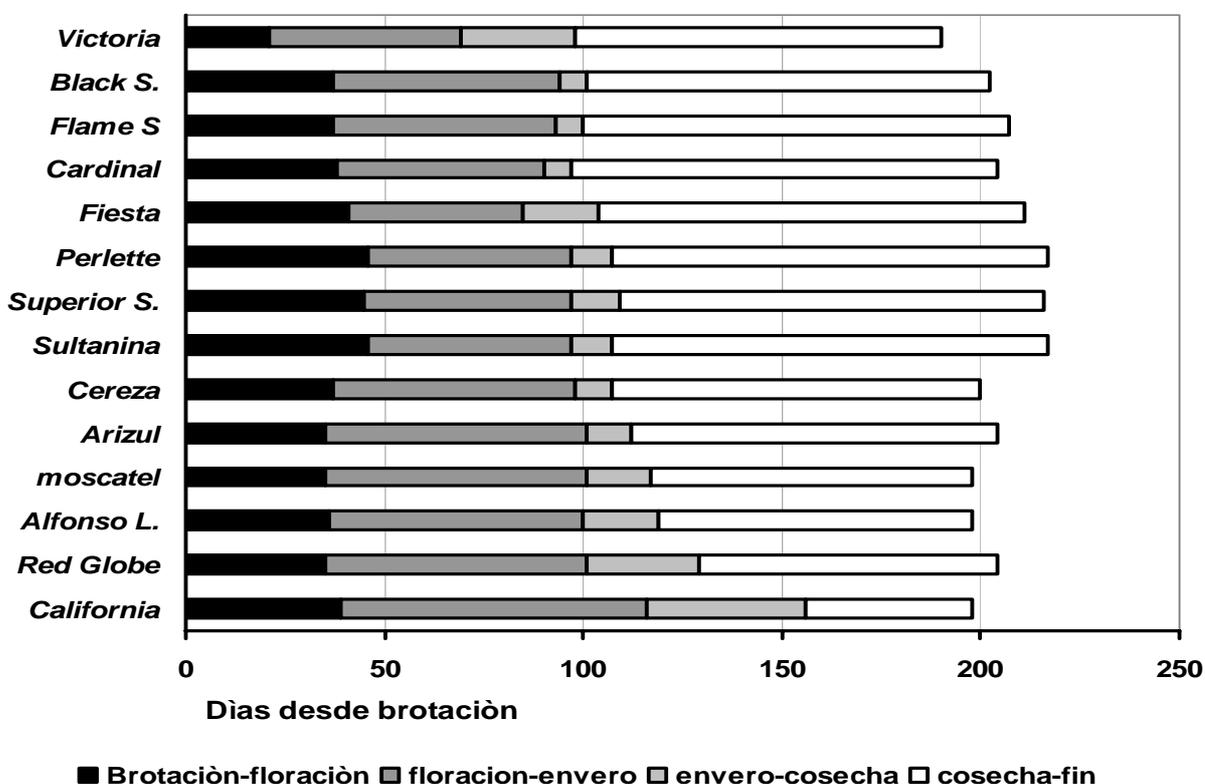


Figura 2. Etapas fenológicas para diferentes variedades de mesa y pasa. Dpto. San Martín. Fuente: Cáceres et al (2008).

Coefficientes de cultivo (Kc)

El coeficiente de cultivo Kc depende de sus características anátomo-morfológicas y fisiológicas la especie/variedad, que expresa una capacidad diferencial para extraer agua del suelo durante el ciclo vegetativo. Los valores de kc fueron ajustados a las diferentes variedades y destinos, tomando como base la experiencia local de ensayos realizados con lisímetros en la cv Cereza (Castro et al 1988) y en Superior Seedlees (Vita Serman et al 2007). Se utilizó además información actualizada de experiencias en Chile y California en variedades de mesa y pasa. Los valores de Kc utilizados para los distintos periodos fenológicos fueron los siguientes:

Inicial (Brotación).....	0,25
Crecimiento-floración.....	0,70
Floración-envero.....	0,70-0,95
Envero-cosecha.....	0,95
Poscosecha	0,95-0,40
Fin de ciclo (mediados de abril).....	0,35

Los valores intermedios entre los diferentes periodos fueron ajustados gráficamente en función de variedad y destino y para diferentes etapas fenológicas a partir de la fecha de brotación.

Coefficiente de localización (kl)

Este parámetro se relaciona con la canopia expuesta del cultivo en relación al marco de plantación y se utiliza en la etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo. La vid, conducida en parral y con óptimas condiciones de manejo, alcanza una cobertura próxima al 100 % a partir de la cuarta temporada. De manera que a partir de implantación y hasta el tercer año de desarrollo, las necesidades de riego deben afectarse a un coeficiente de localización. La forma práctica es relacionarlo con el área cubierta media en el ciclo de cultivo (**Ds**) en función de la distancia entre hileras (**Dh**).

$$A = (D_s / D_h) * 100 \quad (3)$$

donde:

A = Área cubierta por el cultivo en porcentaje.

D_s = Distancia cubierta a ambos costados de la hilera (m)

D_h = Distancia entre hileras (m)

En función de A se calcula Kl a través de las fórmulas propuestas por los siguientes autores.

$$Kl = 1,34 x A. (Alijbury et al) \quad (4)$$

$$Kl = 0,1 + A (Decroix) \quad (5)$$

$$Kl = A + 0,5 (1 - A). (Hoare et al) \quad (6)$$

$$Kl = A + 0,15 (1 - A). (Keller) \quad (7)$$

En el cálculo se desestiman los valores extremos (máximo-mínimo) y se promedian los valores intermedios. Kl aumenta con el desarrollo del cultivo, es decir que para la entrada en producción del cultivo (4to año), $Kl = 1$, no incidiendo en los cálculos de las necesidades de riego.

2.4 Necesidades de riego

Necesidades netas (NN)

Las necesidades netas de riego, se calculan mediante la siguiente relación propuesta por FAO y diversos autores.

$$NN = E_{to} * K_c * Kl * K_{may} \quad (8)$$

donde:

NN : Necesidades netas de riego en mm/día

E_{to} : Evapotranspiración de referencia

K_c : Coeficiente de cultivo

Kl : Coeficiente de localización. (se obtiene a partir del área cubierta (A))

K_{may} : Coeficiente de mayoración

Evapotranspiración de referencia (Eto)

La evapotranspiración potencial también denominada evapotranspiración de referencia (**Eto**), se define como una superficie cubierta con una gramínea verde de 8 a 15 cm de altura, uniforme y de activo crecimiento que cubre todo el suelo y se encuentra bien abastecida de agua (Capacidad de campo).

Para el cálculo de **Eto** se utilizaron bases de datos de evaporímetros de cubeta de seis estaciones meteorológicas del valle del Tulum y de Ullúm-Zonda. Los años considerados varían según estación, entre 17 y 40 años. El detalle de cada estación se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Detalle de la estaciones meteorológicas con información climática histórica

Estación	Ubicación	Coordenadas		Altitud	Registros
		Lat.	Long.	m.s.n.m	
Pocito	INTA – EEA San Juan	31° 37' S	68° 32' W	618	1969 – 2008 (40 años)
San Martín	INTA – Campo Anexo San Martín	31° 32' S	68° 25' W	591	1974 – 2008 (35 años)
Sarmiento	Escuela Agro-tecnica Sarmiento	32° 00' S	68° 25' W	548	1984 – 2008 (25 años)
Las Casuarinas	Escuela Agroindustrial 25 de Mayo	31° 49' S	68° 19' W	560	1990 – 2008 (19 años)
Albardón	Finca Expofrut. Albardón	31° 24' S	68° 39' W	616	1992 – 2008 (17 años)
Ullúm	El Chilote	31° 24' S	68° 41' W	805	1968 -1994 (27 años)

La estimación de *Eto* en función de la evaporación de tanque se basa en la siguiente relación:

$$Eto = Epan * kp \quad (9)$$

donde:

Eto : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm)

Epan: Evaporación tanque (mm)

Kp : Coeficiente del tanque

Para contar con coeficientes **kp** locales el servicio de Agrometeorología del INTA San Juan, determinó los coeficientes mensuales en los evaporímetros en las seis estaciones. Para Pocito, proviene de ensayos realizados en el INTA San Juan con el método del lisímetro de drenaje durante un periodo de 10 años (1982-1992). El cultivo de referencia utilizado fue festuca (festuca arundinacea). El **kp** fue obtenido mediante la relación **Kp = Eto/Epan**. Para el resto de las estaciones se utilizó el procedimiento de la FAO (N° 33) que consiste en determinar el coeficiente en función de la velocidad media del viento, humedad relativa media y la distancia al cultivo más cercano en la dirección del viento dominante.

Los valores de evaporación fueron afectados por el *kp* de tanque obteniendo un valor medio diario para cada mes, a excepción de Ullum que corresponde a valores medios mensuales. Un resumen de las seis estaciones se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3 Valles centrales (San Juan). Valores mensuales y anuales de Eto (mm)

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pocito	230	193	156	103	73	48	48	75	115	177	213	253	1683
San Martín	224	178	162	105	73	49	59	86	128	167	199	228	1659
Albardón	205	170	134	91	59	47	58	87	122	170	191	222	1556
Sarmiento	189	150	123	79	54	39	46	67	98	143	170	196	1355
Casuarinas	167	136	111	69	47	35	39	65	92	134	149	174	1220
Ullum	182	158	143	105	86	91	78	91	107	148	160	182	1530

Coefficiente de mayoración (Kmay)

Como *Eto* proviene de series históricas, la probabilidad de que se presenten valores por encima de la media es de un 50 %. Del análisis de los datos en las estaciones se determinó que incrementando un 15 % por encima de la media, a través de un coeficiente de seguridad *Kmay = 1,15*, se asegura con un 85 % de probabilidad que se compensen valores diarios puntuales de ocurrencia de *Eto* en tiempo real, por encima de las media.

Necesidades reales de riego (NB)

Obtenidas las necesidades netas de riego, el paso siguiente es calcular las necesidades reales de riego en función de los requerimientos de lixiviación, la eficiencia de riego y el coeficiente de uniformidad. El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$NB = NN / (1-K) * CU \quad (10)$$

donde

NB = Necesidades reales de riego (mm)

NN = Necesidades netas de riego (mm)

CU = Coeficiente de uniformidad del sistema de riego

K = Coeficiente que se obtiene de comparar el requerimiento de lixiviación (**LR**) y la eficiencia de riego (**EAP**)

$$K = 1 - EAP \quad (11)$$

En riego localizado (goteo) la eficiencia de aplicación varía entre un 90 y un 95 %.

Para el requerimiento de lixiviación se utiliza la ecuación citada por Allen (1997)

$$K = LR = CEi / (6 CEmin - 2 Cei) \quad (12)$$

donde:

CE_i = Conductividad eléctrica del agua de riego en $\mu\text{S cm}^{-1}$

CE_{min} = Conduct. Eléctrica del extracto de saturación para una productividad del 100 %

En función del cálculo de ambas expresiones y su comparación, se elige el valor mayor

Coefficiente de uniformidad (CU):

El coeficiente de uniformidad evalúa la distribución de la humedad en un sistema de riego y se obtiene a través de la siguiente expresión

$$CU = (q_{25} / q_m) * 100 \quad (13)$$

donde q_m es el caudal medio de un sector de riego y q_{25} es el caudal medio del 25 % de los emisores que erogan el caudal mas bajo. Este coeficiente es importante determinarlo al menos una vez por temporada. Valores por encima del 90 % indican un adecuado funcionamiento del caudal de los emisores y distribución de la humedad al suelo. Por debajo es necesario establecer las causas que disminuyen la uniformidad.

2.5 Cálculo del tiempo de riego

El tiempo de riego en un sistema presurizado está dado por:

$$TR = P_s / NB \quad (14)$$

donde:

P_s : Precipitación del sistema en mm/h)

NB : Necesidades reales en mm

La precipitación del sistema se calcula

$$P_s = Q_e / (D_h \times e) \quad (15)$$

donde.

Q_e : Caudal del emisor en l/h

D_h : Distancia entre hileras

e : Espaciamiento entre emisores. En el caso de una lateral de riego adicional se debe multiplicar por 2..

3 RESULTADOS

Confeción y funcionamiento del programa

El programa de riego está desarrollado con Visual Basic 6.0 para Windows. Tiene incorporada una base de datos de Evapotranspiración de referencia (**Eto**) histórica de las seis estaciones meteorológicas mencionadas y los valores de coeficientes de cultivo para cada variedad y para las etapas fenológicas respectivas

En la pantalla de ingreso de datos, (Figura 3), el usuario introduce la información requerida (Datos del cultivo, del suelo y del sistema de riego).

Cultivo SeMER 1.0

Propiedad / Cuartel: EEA San Juan / Cuartel 3

Variedad: SUPERIOR MESA

Estacion: Pocito

Fecha Brotacion	06/09/2009	Distancia entre hileras (Dh)	3 m
CE Agua de riego	500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Distancia cubierta (Ds)	2,2 m
CE extracto de saturacion	1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Coefficiente de localizacion (KI)	
Capacidad de campo (cc)	21 %	Caudal emisor (Qe)	3 l/h
Punto marchitez (pm)	11 %	Distancia entre emisores (e)	0,6 m
Peso espec. aparente (PEA)	1,4	Coefficiente de uniformidad (CU)	92,00 %
Profundidad de raices (p)	,50 m	Eficiencia de aplicacion (EAP)	95 %
Umbral de agotamiento (pa)	10 %	Area asignada emisor	1,8 m ²
Cap. de almac. suelo (ld)	70 mm	Precipitacion del sistema (Ps)	1,67 mm/h
Lamina de reposición (lrep)	7 mm		

Grabar Calcular Salir Imprimir

Figura 3. Pantalla de ingreso de datos

Celdas a la izquierda

En “Propiedad / Cuartel”, información general (Nombre de la propiedad, cuartel, variedad, operación de riego, etc).

En “Estación” se selecciona la estación meteorológica mas cercana a la propiedad. Por ejemplo Pocito..

En “Variedad” se selecciona variedad y destino.

Para “Fecha de brotación” se ingresa la fecha probable observada o estimada (dd/mm/aaaa). El programa ordena los valores de **Eto** y **Kc** en función de la variedad y del lugar para todo el ciclo del cultivo a partir de la fecha ingresada.

En las celdas de **CE** se coloca el valor del agua de riego y del extracto de saturación ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

En la celdas subsiguientes se introduce la información de los parámetros físicos del suelo determinados o estimados (**CC**, **PM** y **PEA**), el umbral de agotamiento (**pa**) y la profundidad radicular en m. El programa calcula la Capacidad de almacenamiento del suelo (**Ld**) y la Lámina de reposición (**Lrep**).

Celdas a la derecha

Se ingresa la distancia entre hileras (**Dh**) y la distancia cubierta por la canopia (**Ds**). El programa calcula el coeficiente de localización (**Kl**).

En las celdas subsiguientes se introduce la información relativa al sistema de riego: caudal del emisor (**Qe**), espaciamento entre emisores, Coeficiente de uniformidad (**CU**) y Eficiencia de aplicación (**EAP**). El programa calcula el área asignada al emisor y la precipitación del sistema (**Ps**).

Una vez ingresados y verificados los datos, el botón "Calcular" ejecuta el cálculo correspondiente. Tiene además la opción de "grabar" la información de cada cultivo en la base de datos. El botón "Imprimir" permite visualizar la pantalla de salida.

La pantalla de salida (Figura 4), muestra los principales datos ingresados, la lámina y tiempo a aplicar para el riego de prebrotación (humedecimiento del perfil del suelo hasta la profundidad radicular considerada) y los riegos a aplicar durante todo el ciclo de cultivo. Independientemente de la variedad y fecha de brotación siempre elabora el calendario de riego hasta el 15 de abril.

Propiedad/Cuartel	Superior Zonda		
Variedad	SUPERIOR MESA		Fecha de brotación: 20/09/2009
Prof. de raíces	0,6 m	Ld: 85,8 mm	Lrep: 8,5 mm
Ps:	1,39 mm/h	CU: 92 %	EAP 95 %
Riego de prebrotación			
Lamina de riego:	99,48 mm Tiempo de riego: 71 horas, 38 minutos		
N° Riego	Fecha	L. de riego (mm)	Tiempo de riego
1	27/09/2009	10,1	7 Horas, 17 Min.
2	03/10/2009	10,1	7 Horas, 17 Min.
3	08/10/2009	10,3	7 Horas, 25 Min.
4	12/10/2009	10,7	7 Horas, 41 Min.
5	16/10/2009	12,2	8 Horas, 46 Min.
6	20/10/2009	13,7	9 Horas, 53 Min.
7	23/10/2009	11,5	8 Horas, 17 Min.
8	26/10/2009	12,3	8 Horas, 49 Min.
9	29/10/2009	13,2	9 Horas, 29 Min.
10	01/11/2009	13,9	9 Horas, 58 Min.
11	03/11/2009	10,4	7 Horas, 27 Min.
12	06/11/2009	15,6	11 Horas, 12 Min.

Figura 4. Pantalla de salida con detalle de láminas y tiempos de riego para el ciclo de cultivo

4 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El programa es una herramienta útil que permitirá a los usuarios de los valles centrales zona planificar el riego (Láminas y frecuencia), para toda una temporada completa para cultivo de vid (mesa, pasa u otros destinos).

Presenta además la posibilidad de desarrollarlo a versiones superiores con mayor flexibilidad a otras aplicaciones y opciones. Por ejemplo que el usuario pueda introducir otros cultivos, sus propios coeficientes culturales, información de otras estaciones meteorológicas como así también datos de Eto calculados por Penman-Monteith u otros métodos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cáceres, E; A Gil.** (2008). “*Descripción de cultivares de uva de mesa evaluadas en San Juan. Dpto. San Martín*”. EEA San INTA (en prensa).
- Doorembos, J.; A. Kassam** (1994). “*El efecto del agua sobre los cultivos*”. Estudio FAO, Riego y drenaje, 33. Roma.
- Ferreira, R.; G. Selles; I. Selles** (2001) “*Riego deficitario controlado en uva de mesa*”. Estrategias para enfrentar situaciones de escasez de agua en frutales, Instituto de investigaciones agropecuarias. Fundación para la innovación agraria. Ministerio de Agricultura, Chile. Boletín INIA N° 60. 44 p.
- INTA EEA San Juan.** (2008). “Registros agrometeorológicos de diferentes estaciones del Valle del Tulum”.
- Jones, H. G.** (2004). “*Irrigation Scheduling: Advantage and pitfalls of plant-based methods*”. J. Exp. Botany 55. 2247-2436.
- Liotta M.** (2006). “*Evaluación del coeficiente de uniformidad en equipos de riego presurizado*”. INTA. EEA San Juan. Argentina. Artículo de divulgación. 7 p.
- Sellés G.** (2007). “*Elementos para la programación y control del riego en uva de mesa*”. 1er Simposio Internacional de uva de mesa y pasa”. San Juan. Argentina. Pág. 95-109.
- Osorio Ulloa, A.** (1994) “*Curso de riego por goteo*”. Convenio INTA –INIA. Centro Regional Cuyo. EEA San Juan. Argentina. 26 al 30 de setiembre.
- Pizarro F.** (1990). “*Riegos localizados de alta frecuencia*”. Ediciones Mundi-Prensa. 2da edición. Madrid.
- Salcedo E.; T. S. Castro; E. Masanes** (1976). “*Estudio de Suelos y drenaje del valle del Tulum*”. Convenio Gobierno de San Juan-INTA. Argentina.
- SIAR.** Sistema interactivo de Apoyo al riego en la provincial de Limari. 2009. Programación de riego .www.siar.cl
- Vita Serman F.; S. Caloggero; M. Liotta; M. Mujica; E. Cáceres; D. Pacheco; D. Vega** (2007). “*Efecto de láminas de riego sobre producción, crecimiento vegetativo y fisiología de la uva de mesa cv Superior Seedless*”. 1er Simposio Internacional de uva de mesa y pasa. San Juan. Argentina. Pág. 131-146.
- Vargas Rodríguez, C.** (2008) “*Programación del riego presurizado a cultivos con dotación a demanda*”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Perú
- Williams L.; D. Grimes; W. Peacock; C. Phene; J. Ayers** (1995). “*Water use of grapevines measured by weighing lysimetry*”. Efficacy of table grape cultural. Kearney Agricultural Center. Internal Report.
- Williams L.; J. E. Ayards.** (2005). “*Grapevine water use and crop coefficient are lineal functions of the shaded area measured beneath the Canopo*”. Agric. For. Meteor. 132:201-211.