

MINISTERIO DE AGRICULTURA
OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



PROGRAMACIÓN DE RIEGO

INIA INTIHUASI
PROYECTO PROMM - IV REGION
CARTILLA DIVULGATIVA N° 10
1997

Autorizada su reproducción total o parcial, con la obligación de citar la fuente y el autor.

*El Centro Regional de Investigación **INTIHUASI**, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, **INIA**, presenta esta publicación correspondiente a una serie de documentos de este tipo realizados con financiamiento del **Proyecto PROMM IV Región**.*

*Autor : **Alfonso Osorio Ulloa**, Ingeniero Agrónomo M. Sc.
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.*

*Editor : **Roberto Salinas Yasuda**, Ingeniero Agrónomo.
Unidad de Comunicaciones.*

*Dibujo Portada: Casona INIA Intihuasi. Patricia Soto Avendaño.
Diagramación e Impresión: Promaster.*

1. INTRODUCCIÓN

El máximo productivo de un cultivo está determinado por condiciones del ambiente (suelo, agua, clima, manejo) y por el potencial genético del mismo. La obtención de este máximo productivo, depende fuertemente de la oportunidad y cantidad con que se entregue el agua de riego, en concordancia con las necesidades del vegetal. Por este motivo, es especialmente importante que la planificación y suministro de este elemento se encuentre orientado a atender, en volumen y frecuencia de riego, las necesidades del cultivo para un óptimo crecimiento y un alto rendimiento.

La programación de riego tiene por finalidad cuantificar, relacionar y equilibrar los montos de agua disponibles en el suelo, con la evapotranspiración del cultivo, para luego proveer, vía riego, el agua necesaria para satisfacer adecuada y oportunamente las exigencias del cultivo.

A continuación se presenta un esquema de programación del riego, para condiciones de riego por surco y riego localizado (goteo).

2. SUMINISTROS Y NECESIDADES DE AGUA.

2.1. APORTE DE AGUA

¿De dónde sacan agua las plantas?

Definitivamente la sacan desde el suelo, donde tienen su sistema de raíces (Figura 1), el cual presenta diferentes profundidades según el cultivo; como se indica en la Tabla 1.

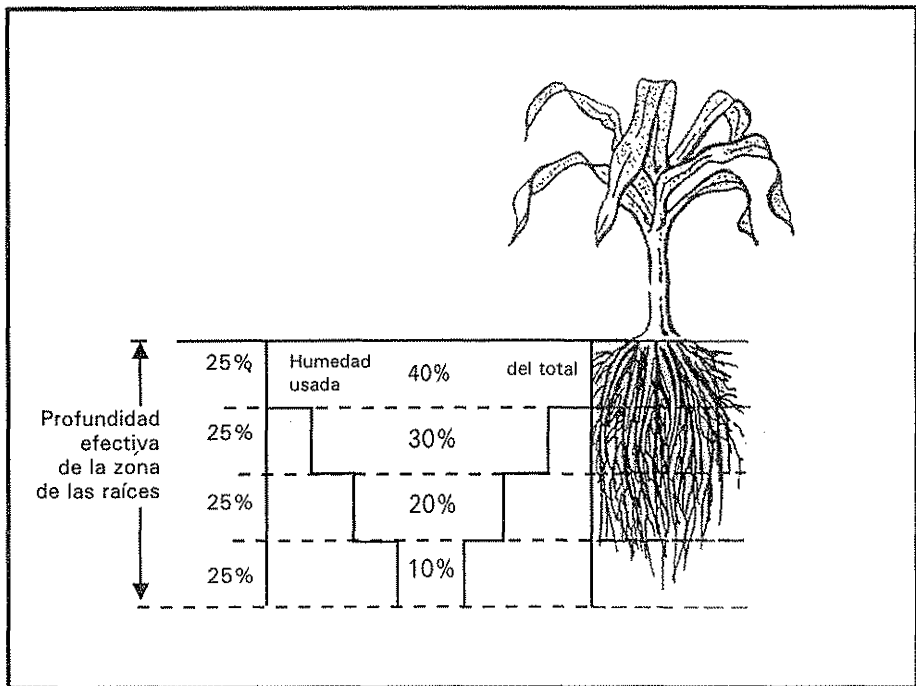


Figura 1: *Aprovechamiento de la humedad del suelo por las raíces de las plantas.*

Tabla 1: Profundidad efectiva de las raíces en el caso de diversos cultivos en la fase de maduración, en suelos profundos y homogéneos.

| Cultivo | Profundidad efectiva (cm) |
|---|---------------------------|
| Alfalfa | 90 - 180 |
| Porotos | 50 - 90 |
| Cítricos | 120 - 150 |
| Crucíferas (repollo, brócoli, coliflor) | 30 - 60 |
| Cucurbitáceas (pepino ensalada, melón) | 75 - 125 |
| Frutales | 100 - 200 |
| Berenjena | 75 - 120 |
| Cereales | 60 - 150 |
| Uva | 75 - 180 |
| Leguminosas | 50 - 125 |
| Maíz | 75 - 160 |
| Olivo | 100 - 150 |
| Cebolla | 30 - 75 |
| Pastos | 60 - 100 |
| Pimiento | 40 - 100 |
| Papa | 30 - 75 |
| Soya | 60 - 125 |
| Frutillas | 20 - 30 |
| Tomate | 40 - 100 |
| Tabaco | 45 - 90 |
| Hortalizas en general | 30 - 60 |

¿Cuánta agua puede aportarle el suelo a la planta?

Va a depender principalmente del tipo de suelo en el que está el cultivo: arcilloso, arenoso o intermedio (franco).

En la Tabla 2 se muestra la cantidad total de agua que 1 metro de suelo puede proporcionarle al cultivo; pero no toda esta agua la puede sacar

fácilmente y normalmente se dice que sólo la mitad está disponible, lo que también se indica en la Tabla 2.

Tabla 2: Agua disponible en el suelo para los cultivos.

| Textura del Suelo | Agua disponible (mm) | Agua fácilmente disponible (mm) |
|-------------------|----------------------|---------------------------------|
| Arenoso | 80 | 40 |
| Franco arenoso | 120 | 60 |
| Franco | 170 | 85 |
| Franco arcilloso | 190 | 95 |
| Arcilloso | 230 | 115 |

¿En qué momento está disponible esta agua?

Ella está disponible después de 24 a 48 horas de haber realizado un riego, mediante un sistema tradicional (surcos, por ej.), o bien haber ocurrido una lluvia intensa.

Cuando el suelo tiene disponible esta agua, se dice que está en condiciones de Capacidad de Campo y cuando él está muy seco, se dice que está en condiciones de Marchitez Permanente (Figura 2).

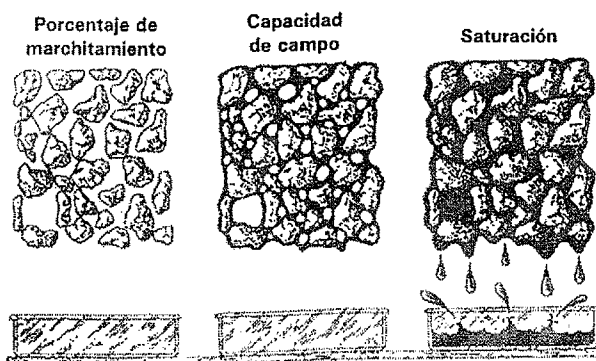


Figura 2: Distintas condiciones de humedad del suelo.

Del total de agua contenida en el suelo, las plantas absorben una fracción o volumen denominada agua aprovechable o agua útil, que corresponde al agua retenida entre el punto de marchitez permanente y la capacidad de campo del suelo. En términos prácticos, será oportuno regar cuando las plantas hayan extraído del suelo la mitad del agua aprovechable, (Tabla 2).

2.2. DEMANDA DE AGUA DEL CULTIVO

Una vez estimada la cantidad de agua disponible en el suelo, es necesario evaluar la demanda del cultivo, en este caso representada por la evapotranspiración (Figura 3). Sólo de esta forma sabremos la cantidad de agua necesaria que debe entregarse a través del riego, para cubrir la totalidad de las necesidades del cultivo en sus distintas fases de desarrollo.

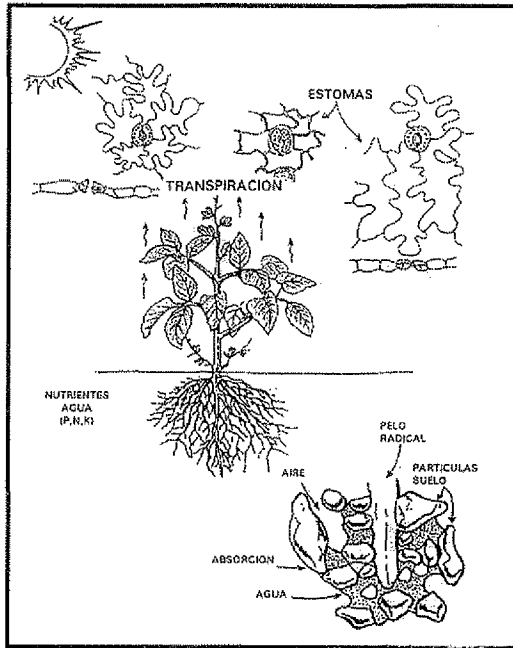


Figura 3: Esquema de los procesos de absorción y transpiración de agua.

3. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO.

La programación de riego tiene por finalidad cuantificar, relacionar y equilibrar los montos de agua disponibles en el suelo y la evapotranspiración del cultivo, para luego entregar, vía riego, el agua necesaria para satisfacer adecuada y oportunamente las exigencias del cultivo.

A modo de ejemplo, a continuación se presenta la programación de riego de tres cultivos bajo las condiciones de clima y suelo de la región, considerando el uso de un método de riego superficial (surcos) y un método de riego localizado (goteo - cintas).

3.1. PROGRAMACIÓN PARA UN MÉTODO DE RIEGO POR SURCOS.

Ejemplo:

Se desea programar el riego por surcos de un predio con 6 hectáreas de maíz dulce, variedad Jubilee, establecido a inicios del mes de octubre y que se estima será cosechado en el mes de enero. La profundidad de enraizamiento es variable en el tiempo y el suelo es de tipo franco.

¿Cómo determinar las demandas de agua del cultivo?

Para ello es necesario hacer algunos cálculos que apuntan, específicamente, a estimar la Evapotranspiración del cultivo, a través de una apreciación de la Transpiración de las plantas y de la Evaporación de agua que ocurre desde el suelo. Conociendo la Evapotranspiración diaria, podremos saber cuánta agua necesitamos aplicar (ver cartilla N° 2 de esta misma serie). Para ello, puede usarse el Evaporímetro de Bandeja Clase A, que es de fácil instalación en cualquier predio (Figura 4).

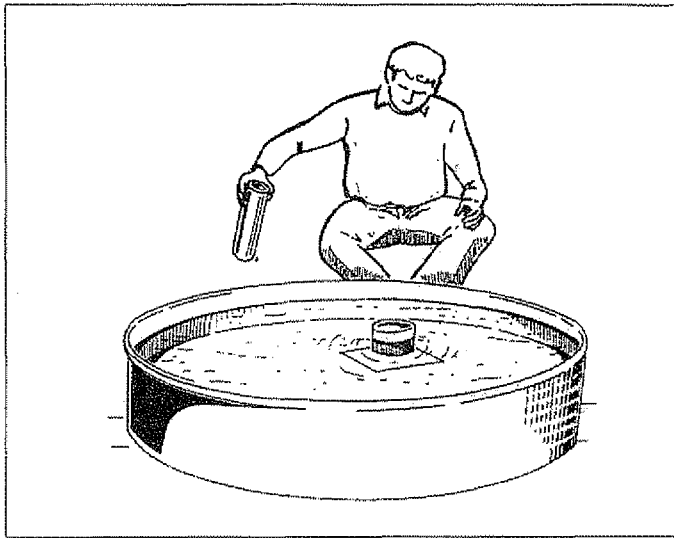


Figura 4: *Medición de la evaporación en una bandeja de evaporación Clase A.*

De esta forma la evapotranspiración del cultivo (Etc) es igual a:

$$ETc = EB \times Kp \times Kc \quad (\text{mm/día})$$

Donde:

Etc = Evapotranspiración del cultivo en mm/día.

EB = Evaporación desde la bandeja en mm/día.

Kp = Coeficiente de bandeja.

Kc = Coeficiente de cultivo.

Kp = Es un factor característico del evaporímetro (o Bandeja de Clase A) y depende de las condiciones donde esté instalado. Varía normalmente entre 0,6 y 0,8.

*Kc = Es un factor que varía según el tipo de cultivo y según las distintas etapas de desarrollo. En la Tabla 3 aparecen los valores para algunos cultivos. En la Tabla 4, estos valores están representados en el punto **Demanda de Agua**.*

Tabla 3: Coeficiente de cultivo Kc.

| Cultivo | Fases de desarrollo del cultivo | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-------------|---------------|
| | Inicial | Desarrollo del cultivo | Mediados del período | Finales del Período | Cosecha | Período total |
| Poroto | | | | | | |
| poroto verde | 0,3 - 0,4 | 0,65 - 0,75 | 0,95 - 1,05 | 0,9 - 0,95 | 0,85 - 0,95 | 0,85 - 0,9 |
| poroto seco | 0,3 - 0,4 | 0,7 - 0,8 | 1,05 - 1,2 | 0,65 - 0,75 | 0,25 - 0,3 | 0,7 - 0,8 |
| Repollo | 0,4 - 0,5 | 0,7 - 0,8 | 0,95 - 1,1 | 0,9 - 1,0 | 0,8 - 0,95 | 0,7 - 0,8 |
| Cebolla | | | | | | |
| cebolla seca | 0,4 - 0,6 | 0,7 - 0,8 | 0,95 - 1,1 | 0,85 - 0,9 | 0,75 - 0,85 | 0,8 - 0,9 |
| cebolla verde | 0,4 - 0,6 | 0,6 - 0,75 | 0,95 - 1,05 | 0,95 - 1,05 | 0,95 - 1,05 | 0,65 - 0,8 |
| Arveja fresca | 0,4 - 0,5 | 0,7 - 0,85 | 1,05 - 1,2 | 1,0 - 1,15 | 0,95 - 1,1 | 0,8 - 0,95 |
| Morrón fresco | 0,3 - 0,4 | 0,6 - 0,75 | 0,95 - 1,1 | 0,85 - 1,0 | 0,8 - 0,9 | 0,7 - 0,8 |
| Tomate | 0,4 - 0,5 | 0,7 - 0,8 | 1,05 - 1,25 | 0,8 - 0,95 | 0,6 - 0,65 | 0,75 - 0,9 |
| Sandía | 0,4 - 0,5 | 0,7 - 0,8 | 0,95 - 1,05 | 0,8 - 0,9 | 0,65 - 0,75 | 0,75 - 0,85 |
| Maíz | | | | | | |
| maíz dulce | 0,3 - 0,5 | 0,7 - 0,9 | 1,05 - 1,2 | 1,0 - 1,15 | 0,95 - 1,1 | 0,8 - 0,95 |
| maíz grano | 0,3 - 0,5 | 0,7 - 0,85 | 1,05 - 1,2 | 0,8 - 0,95 | 0,55 - 0,6 | 0,75 - 0,9 |
| Papa | 0,4 - 0,5 | 0,7 - 0,8 | 1,05 - 1,2 | 0,85 - 0,95 | 0,7 - 0,75 | 0,75 - 0,9 |
| Tabaco | 0,3 - 0,4 | 0,7 - 0,9 | 1,0 - 1,2 | 0,9 - 1,0 | 0,75 - 0,85 | 0,85 - 0,95 |
| Trigo | 0,3 - 0,4 | 0,7 - 0,8 | 1,05 - 1,2 | 0,65 - 0,75 | 0,2 - 0,25 | 0,8 - 0,9 |
| Alfalfa | 0,3 - 0,4 | | | | 1,05 - 1,2 | 0,85 - 1,05 |
| Vid | 0,35 - 0,55 | 0,6 - 0,8 | 0,7 - 0,9 | 0,6 - 0,8 | 0,55 - 0,7 | 0,55 - 0,75 |
| Cítricos | | | | | | |
| Desmalezado | | | | | | 0,65 - 0,75 |
| Con malezas | | | | | | 0,85 - 0,9 |
| Olivo | | | | | | 0,4 - 0,6 |
| Palto | | | | | | 0,6 - 0,8 |
| Duraznero | 0,45 | 0,8 | 1,15 | 1,05 | 0,85 | 0,8 |
| Almendra | 0,45 | 0,8 | 1,15 | 1,05 | 0,85 | 0,8 |
| Nogal | 0,45 | 0,8 | 1,15 | 1,05 | 0,85 | 0,8 |

De la Tabla 3 se pueden obtener los valores de Kc y la información de evaporación de bandeja puede ser solicitada en la oficina del **INIA** más cercana a su área.

Una vez obtenidos estos valores, Ud. puede resumirlos como se presentan en la Tabla 4. En este caso, con los antecedentes de los cuatro meses de desarrollo del cultivo.



Con la información de K_c y la información de evaporación de bandeja, se puede calcular la demanda de agua diaria por hectárea del cultivo, expresándose en mm/día o bien en metros cúbicos por hectárea al día ($m^3/ha/día$), como se indica en la Tabla 4.

En la tabla 4, también se entregan los antecedentes de disponibilidad de agua en el suelo y la profundidad de enraizamiento del cultivo.

En ella se presentan, asimismo, los resultados para calcular la relación entre la disponibilidad de agua en el suelo (mm) y la demanda del cultivo (mm/día), obteniéndose la frecuencia de riego y la cantidad de riegos por mes.

Por Ejemplo, para el mes de diciembre:

| | |
|--|--------------------------|
| (2) * E_{Tc} | = 7,53 mm/día. (Tabla 4) |
| * Agua fácilmente utilizable | = 85 mm/metro (Tabla 2). |
| * Profundidad cultivo | = 1 m. |
| (1) * Disponibilidad de agua en el suelo | = $85 \times 1 = 85$ mm. |

¿A los cuantos días regar?

$$\text{N}^\circ \text{ de días entre riegos} = \frac{(1)}{(2)} = \frac{85 \text{ mm}}{7,53 \text{ mm/día}} = 11 \text{ días}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de riegos al mes} = \frac{30 \text{ días}}{11 \text{ días}} = 3 \text{ riegos}$$

$$\text{Agua a aplicar en cada riego} = \frac{\text{Agua disponible en el suelo} \quad 85 \text{ mm}}{\text{Eficiencia de riego} \quad 0.45} = \frac{85}{0.45} = 188,9 \text{ mm} = 1889 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{Volumen de agua a aplicar al mes} = 1.889 \times 3 = \boxed{5.667 \text{ m}^3/\text{ha}}$$



Tabla 4. Programación del riego por surcos.

| Parámetro | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero |
|--|---------------|-----------|-----------|-------|
| DEMANDA DE AGUA | | | | |
| EB (mm/mes) | 219 | 253 | 290 | 285 |
| EB (mm/día) | 7,06 | 8,40 | 9,35 | 9,19 |
| Kp | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| Kc | 0,50 | 0,90 | 1,159 | 1,10 |
| ETc (mm/día) | 2,47 | 5,29 | 7,53 | 7,08 |
| ETc (m3/ha/día) | 24,7 | 52,9 | 75,3 | 70,8 |
| DISPONIBILIDAD DE AGUA | | | | |
| Disponibilidad de agua para suelo franco (mm/hà) | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Profundidad enraizamiento del cultivo (m) | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 1,2 |
| Agua disponible para el cultivo (mm) | 25,5 | 59,5 | 85,0 | 102,8 |
| Agua disponible para el cultivo (m3/ha) | 255 | 595 | 850 | 1.028 |
| RELACION DISPONIBILIDAD/DEMANDA | | | | |
| Frecuencia de riego (días) | 10 | 11 | 11 | 14 |
| Nº riegos/mes | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Eficiencia de Riego (%) (Tabla 5) | 45 | 45 | 45 | 45 |
| Lámina de riego a aplicar (mm/riego) | 56,7 | 132,2 | 188,9 | 288,4 |
| Volumen de agua a aplicar por riego (m3/ha) | 567 | 1.322 | 1.889 | 2.884 |
| Volumen de agua a aplicar por mes (m3/ha) | 1.701 | 3.966 | 5.667 | 5.768 |
| Volumen total de agua a aplicar (m3/ha) | 17.102 | | | |

Los resultados de la Tabla 4 parten del supuesto que antes de cada riego se ha agotado toda el agua disponible para el cultivo y con el riego se repone totalmente esta capacidad o disponibilidad. Esto normalmente no es así, existiendo un remanente de agua almacenada o disponible en el suelo previo un nuevo riego, lo cual disminuye la lámina a aplicar y es inferior a la calculada en la Tabla.



Sin embargo, el ejercicio es útil para planificar oportunamente el número de riegos en la temporada y los volúmenes requeridos, aproximadamente.

¿No le parece alto el volumen de agua utilizado en la temporada?

¿Qué pasaría si utilizamos un método de riego más eficiente?. Obviamente, el volumen disminuiría.

3.2. PROGRAMACIÓN PARA UN MÉTODO DE RIEGO POR GOTEO.

¿Cómo determinar las demandas de agua del cultivo?

Como en el ejemplo anterior, la demanda de agua del cultivo o Evapotranspiración del cultivo (ETc) depende del estado de desarrollo en que se encuentra el vegetal, en este caso, brotación, desarrollo de frutos, cosecha; de las condiciones climáticas, como temperatura, humedad relativa y viento; de las características del suelo, como profundidad, textura, infiltración, pedregosidad, estratas, y de la disponibilidad de agua que se tenga.

Usando también una bandeja de evaporación Clase A, la Evapotranspiración del cultivo será igual a:

$$ETc = EB \times Kp \times Kc \text{ (mm/día)}$$

- ETc = Evapotranspiración del cultivo en mm/día*
- EB = Evaporación desde la bandeja en mm/día*
- Kp = Coeficiente de bandeja*
- Kc = Coeficiente de cultivo*

Para fines de diseño de un sistema de riego presurizado, como es el caso del método de riego por goteo, se debe considerar valores de Evaporación de bandeja del mes de mayor consumo de agua por la planta, lo que generalmente ocurre en los meses de verano (diciembre - enero - febrero); época en que la planta transpira una mayor cantidad de agua.

Ejemplo:

En un sector del área Buzeta, Illapel, la máxima evaporación de bandeja se registró en el mes de diciembre y alcanzó los 285 mm/mes, equivalentes a 9,19 mm/día. Si estamos cultivando 10 hectáreas de Vid con un marco de plantación de 3 x 3 m (1.111 plantas/ha) la demanda del cultivo o ETc, será igual a :

Datos:

$$EB = 9,19 \text{ mm/día}$$

$$Kp = 0,75$$

$$Kc = 0,90 \text{ (Valor mayor para condiciones de diseño)}$$

$$ETc = 9,19 \times 0,75 \times 0,90 = 6,20 \text{ mm/día}$$

¿Cómo transformar mm/día en litros/planta/día?

Para transformar milímetros por día (mm/día) a litros/planta/día, basta con multiplicar los mm/día por el marco de plantación (M.P.) y por el porcentaje de cubrimiento (P.C.) del follaje en relación al marco de plantación. De esta forma la **Demanda Neta del Cultivo (D.N.C.)** será la siguiente:

$$D.N.C. = \frac{ETc \times M.P. \times P.C.}{100}$$

El valor del porcentaje de cubrimiento (P.C.) varía según el estado de desarrollo del cultivo, siendo cercano al 100% en plena producción.

Datos:

$$ETc = 6,20 \text{ mm/día}$$

$$M.P. = 3 \times 3 \text{ m (9 m}^2\text{)}$$

$$P.C. = 90\%$$

$$D.N.C. = \frac{6,20 \times 9,0 \times 90}{100} = 50,22 \text{ litros/planta/día}$$

Pero como los métodos de riego que utilizamos no son 100% eficientes, la **Demanda Real o Bruta (D.B.C.)** será igual a la demanda neta dividida por la eficiencia. Si estamos regando por goteo esta eficiencia será igual al 90% (Tabla 5). Luego la Demanda Bruta será :

$$D.B.C. = \frac{50,22 \times 100}{90} = 55,80 \text{ litros/planta/día}$$



Tabla 5: Eficiencia de aplicación de agua según el método de riego utilizado.

| Método de Riego | Eficiencia de Aplicación (%) |
|------------------------|-------------------------------------|
| Tendido | 30 |
| Surco | 45 |
| Borde recto | 50 |
| Borde en contorno | 60 |
| Pretilos | 60 |
| Taza | 65 |
| Californiano | 65 |
| Aspersión | 75 |
| Microjet | 85 |
| Goteo (cinta) | 90 |

¿Cuánto tiempo al día se va a regar el cultivo?

Esta interrogante ha de despejarse calculando el **Tiempo de Riego Diario (T.R.D.)** con la siguiente relación:

$$T.R.D. = \frac{D.B.C.}{n.g. \times qg}$$

Donde :

D.B.C. = Demanda Bruta del Cultivo

n.g. = Número de goteros (3) (Según diseño)

qg = Caudal del gotero (4 l/h) (Según fabricante)

De esta forma el tiempo de riego diario será igual a :

$$T.R.D. = \frac{55,80 \text{ (litros/día)}}{3 \times 4 \text{ (litros/hora)}} = 4,65 \text{ horas/día}$$

Es decir, las plantas, o cada sector de riego, deberán regarse durante **4,65 horas al día**, en el mes de máximo consumo, en este caso el mes de Diciembre.

En la Tabla 6 se resumen los antecedentes relativos a la demanda del cultivo, para el mes indicado, determinándose finalmente el tiempo de riego:

Tabla 6. Demandas de Agua y Tiempo de Riego para un cultivo de vid pisquera en el mes de diciembre. Canal Buzeta, Illapel, Valle de Choapa.

| Antecedentes | Diciembre |
|--|------------------|
| DEMANDA DE AGUA | |
| EB (mm/mes) (diciembre) | 285 |
| EB (mm/día) | 9.19 |
| Kp | 0.75 |
| Kc | 0.90 |
| ETc (mm/día) | 6.20 |
| ETc (m ³ /ha/día) | 62 |
| Marco de plantación (m x m) | 3 x 3 |
| Area para cada planta (m ²) | 9 |
| Porcentaje de cubrimiento (%) | 90 |
| Demanda Neta del Cultivo (l/planta/día) | 50.22 |
| Eficiencia de aplicación del agua (%) | 90 |
| Demanda Bruta del Cultivo (l/planta/día) | 55.80 |
| APORTE DE AGUA | |
| Número de goteros por planta | 3 |
| Caudal de cada gotero (l/hora) | 4 |
| Aporte de agua por los orificios a cada planta (l/h) | 12 |
| TIEMPO DE RIEGO | |
| Tiempo de riego diario del cultivo (horas) | 4.65 |

Para los otros meses el procedimiento es el mismo, pudiendo también usar la Tabla 7 para la estimación del tiempo de riego. El uso de esta tabla es muy apropiado cuando no se desea hacer cálculos. En ella se indican los Tiempos de Riego Diarios para un cultivo de parronal de 5 años de edad, plantado a una distancia de 3 x 3 metros, con tres goteros por planta de 4 litros/hora cada uno.



El calendario de riego, indicado en la Tabla 7, puede ser confeccionado para cada cultivo en particular, considerando los aspectos enunciados en los capítulos anteriores.

El manejo del calendario es bastante simple, requiriendo sólo de información de bandeja, la que debe ser tomada o solicitada diariamente por el agricultor. El conocimiento de los estados de desarrollo es de fácil determinación, lo que se hace con una simple observación visual del cultivo.

Para obtener el tiempo de riego, en minutos, se debe tener la lectura de la evaporación y enfrentarla con la fila del estado de desarrollo correspondiente. En el punto de intersección entre la filas y la columna se encontrará el tiempo de riego a utilizar (para el ejemplo se consideró una Evaporación de Bandeja de 10 mm/día, en el estado de pinta; definiéndose el tiempo de riego en la vertical de la zona gris.).-

Tabla 7.- Calendario de tiempo de riego para un parronal adulto (M. Austria), plantado a 3 x 3 metros, con tres goteros de 4 l/h por planta, considerando diferentes estados de desarrollo de la planta.

| Est. Desarrollo | TIEMPO DE RIEGO (minutos) | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | MILIMETROS EVAPORADOS | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Yema Hinchada | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Puntas Verdes | --- | --- | --- | --- | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Inicio Brotación | --- | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| Brotación * | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 | 22 | 25 | 29 | 32 | 36 | 40 | 43 |
| Inicio Floración ** | 8 | 16 | 24 | 32 | 41 | 49 | 57 | 65 | 73 | 81 | 89 | 97 |
| Plena Flor | 12 | 24 | 36 | 48 | 61 | 73 | 85 | 97 | 109 | 121 | 133 | 145 |
| Cuaja | 14 | 29 | 43 | 58 | 72 | 86 | 101 | 115 | 130 | 144 | 158 | 173 |
| Crecimiento Grano | 22 | 45 | 67 | 90 | 112 | 134 | 157 | 179 | 202 | 224 | 246 | 269 |
| Pinta | 28 | 56 | 84 | 112 | 140 | 168 | 196 | 224 | 252 | 280 | 308 | 336 |
| Madurez | 27 | 54 | 81 | 108 | 135 | 162 | 189 | 216 | 243 | 270 | 297 | 324 |
| Cosecha | 22 | 45 | 67 | 90 | 112 | 134 | 157 | 179 | 202 | 224 | 246 | 269 |
| Post Cosecha | 14 | 29 | 43 | 58 | 72 | 86 | 101 | 115 | 130 | 144 | 158 | 173 |
| Inicio Caída Hojas | 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 |

Nota: Para el cálculo de la tabla se consideraron los siguientes valores :

$K_p = 0,75$ - K_c = variable según Tabla - P.C. = variable (10 a 90%) - Ef. = 90%

¿Cuántas horas al día dispongo para el riego del huerto?

Esta interrogante obliga a definir el concepto de Horas Laborables, es decir el número de horas disponibles para el riego al día. Un proyecto de riego tecnificado debe diseñarse para que los equipos instalados tengan un uso intensivo en el período de mayor demanda de agua, de lo contrario, su utilidad es bastante discutible. En este sentido, la Ley de N° 18.450, de Fomento a la Inversión de Obras de Riego y Drenaje, administrada por la Comisión Nacional de Riego, estipula en su reglamento que los equipos deben diseñarse para tiempos mínimos de funcionamiento de 12 horas, en proyectos de pequeños agricultores y de 18 horas en proyectos de agricultores medianos y grandes.

En tales circunstancias, y para efecto de nuestro Ejemplo, el número de sectores de riego quedará definido de la siguiente forma para el caso de pequeños agricultores:

$$\text{N}^\circ \text{ sectores de riego} = \frac{12 \text{ horas}}{4,6 \text{ horas}} = 2,58 \text{ sectores} \approx 3 \text{ sectores}$$

El número de sectores de riego para el caso de agricultores medianos y grandes será:

$$\text{N}^\circ \text{ sectores de riego} = \frac{18 \text{ horas}}{4,6 \text{ horas}} = 3,87 \text{ sectores} \approx 4 \text{ sectores}$$

Durante la temporada de riego, ¿Cuánto tiempo y con qué frecuencia se debe regar?.

El Tiempo de Riego, como se vio al inicio, depende del cultivo y de las condiciones climáticas en que se encuentre éste, pudiéndose calcular los Tiempos de Riego Diario (T.R.D.) para cualquier condición del cultivo, siguiéndose la metodología explicada anteriormente.

Su mayor problema podría ser la obtención de la Evaporación de Bandeja (EB). En ese caso lo más recomendable es que Ud. adquiera una bandeja de evaporación y la maneje en el predio y de esa forma genere su propia información.



Con esta metodología, diariamente se repone el agua consumida por la planta el día anterior, considerándose al suelo como una fuente de almacenaje transitoria.

De esta forma se trata de mantener una humedad constante del suelo, cercana a la Capacidad de Campo; es decir, la planta se desarrolla en un ambiente óptimo de humedad, sin sufrir estrés hídrico, dándose las condiciones para que exprese su máxima potencial de producción.

Otro Ejemplo :

En el área del Sifón La Placa, Ovalle, en un cultivo de pepino dulce plantado en el mes de octubre y regado por cinta, se desea programar el riego del mes de marzo, disponiéndose de los valores de evaporación de bandeja de dicho mes. Las hileras del cultivo están separadas cada 1 metro y las plantas sobre ellas a 80 cm. Se dispone de una cinta por cada hilera de plantas, con orificios cada 33 cm. En la Tabla 8 se indican los antecedentes de demanda de agua y el Tiempo de Riego obtenido.

El resultado indica que de acuerdo a la demanda de ese mes, el tiempo de riego a utilizar es de **1,49 horas diarias**. Este valor es equivalente al que se obtiene si se desea utilizar la Tabla 9, en la cual se indican los Tiempos de Riego en minutos, para diferentes valores de evaporación de bandeja diarios y para los distintos meses de desarrollo del cultivo, en los períodos de desarrollo de la planta (fenológicos) correspondientes. Ud. debe colocarse en la columna de 10 mm y determinar el tiempo de riego para el mes de marzo. El valor logrado es de **89 minutos**.

Tabla 8. Demandas de agua y Tiempo de riego para un cultivo de pepino dulce, en el mes de marzo. Sifón La Placa, Cerrillos de Tamaya, Ovalle.

| Antecedentes | Marzo |
|---|-------------|
| DEMANDA DE AGUA | |
| EB (mm/mes) (marzo) | 310 |
| EB (mm/día) | 10.00 |
| Kp | 0,70 |
| Kc | 0.90 |
| ETc (mm/día) | 6.30 |
| ETc (m3/ha/día) | 63 |
| Marco de plantación (m x m) | 1 x 0.8 |
| Area para cada planta (m2) | 0.80 |
| Porcentaje de cubrimiento (%) | 85 |
| Demanda Neta del Cultivo (l/planta/día) | 4.28 |
| Eficiencia de aplicación del agua (%) | 90 |
| Demanda Bruta del Cultivo (l/planta/día) | 4.76 |
| APORTE DE AGUA | |
| Número de orificios por planta | 2.40 |
| Caudal de cada orificio (l/hora) | 1,33 |
| Aporte de agua por los orificios a cada planta (l/h) | 3.19 |
| TIEMPO DE RIEGO | |
| Tiempo de riego diario del cultivo (horas) | 1.49 |

El uso de la tabla 9 es más práctico, considerando que no es necesario efectuar cálculos y además permite determinar los tiempos día a día, según se obtenga los registros de Evaporación de Bandeja.

Tabla 9.- Tiempos de riego para Pepino Dulce plantado a 1 x 0,8 metros. Segn evaporacion de bandeja y estado de desarrollo.

| MES | Est. Desarrollo | TIEMPO DE RIEGO (minutos) | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | (Milímetros evaporados) | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| OCT | Transplante | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| OCT | 4 Hojas | 2 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 21 |
| NOV | 8 Hojas | 3 | 6 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 22 | 25 | 28 | 31 | 34 |
| DIC | Desarrollo | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 25 | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 |
| FEB | Floración | 7 | 13 | 20 | 26 | 33 | 39 | 46 | 52 | 59 | 65 | 72 | 79 |
| MAR | Cuaja | 9 | 18 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 89 | 98 | 107 |
| ABR | Crecim. Frutos | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 | 87 | 95 |
| MAY | Cosecha | 7 | 13 | 20 | 26 | 33 | 39 | 46 | 52 | 59 | 65 | 72 | 79 |

Nota : Para el cálculo de la tabla se consideraron los siguientes valores :

$K_p = 0,7$ - $K_c =$ según Tabla 8 - A. por planta = $0,82 \text{ m}^2$ - Emisores por planta = $2,4$ - Q emisor = $1,33 \text{ l/hr}$ - Ef. = 90% .

¿Ve Ud. que es fácil programar su riego?

¡Si aún tiene dudas consulte a los profesionales del **INIA**, o bien a algún extensionista del área!

!!!BUENA SUERTE!!!