

RIEGO EN AJOS

Raúl Ferreyra E.
José M. Peralta A.

En Chile no se concibe el cultivo del Ajo en condiciones de secano o sin riego, pasando a ser este un factor de producción vital e imprescindible para el éxito de este cultivo; sin embargo, al contrario con lo que sucede con otros factores de producción, como fertilización, aplicación de productos químicos, etc, en los cuales el agricultor conoce, y cuantifica bien o medianamente las necesidades y las aplicaciones, incluso a nivel de individuo, en el caso de la aplicación de agua esta se rige por el libre arbitrio del regador, quien, generalmente, tiene escasa o nula preparación en el tema, dejando este factor vital como una fuente de inseguridad permanente para el resultado final de producción del cultivo. Algo similar sucede con la infraestructura de riego y la disposición de los suelos para ser regados. Al no contarse con tecnologías adecuadas en estos factores provoca un mal manejo del agua de riego, coincidiendo con disminuciones de producción que, generalmente son atribuidas a otras causas ajenas al riego y, por lo tanto, por la ley de los factores limitantes. Lo invertido en otros insumos, se pierde, en un cierto porcentaje, al no poder expresar la planta su verdadero potencial productivo.

Esta situación es especialmente válida, en términos generales al referirse al cultivo del Ajo, sin embargo, analizando consecuencias más específicas del desconocimiento del manejo del riego de este cultivo, se presentan inquietudes como las siguientes: cómo afectan la calidad y la cantidad del riego la calidad del producto; qué efectos tendría el someter al cultivo a periodos de déficit hídrico sobre el calibre de los ajos; cómo influye un déficit hídrico invernal (por sequía) en la producción; cuál es la importancia del último riego en el ramaleo. Inquietudes como estas, que para muchos agricultores son fuente principal de preocupación, indican el desconocimiento existente sobre tópicos específicos en relación al riego de este cultivo, que es necesario conocer, debido a que el futuro de las exportaciones de ajo va a estar determinado por la calidad de los productos más que por su volumen. No obstante, es absolutamente impropio preocuparse de este manejo fino, cuando no existe sistematización del riego o cuando no hay sistemas de distribución de agua eficientes, si no se conocen las necesidades de agua, ni su disponibilidad para el cultivo. Los esfuerzos en este aspecto, evidentemente, estarían condenados al fracaso.

Situación actual del riego

En relación al método de riego se aprecia una dominancia absoluta del riego superficial, por surco; con una variabilidad muy grande en su grado de tecnificación en la distribución, desde acequias de tierra y derivaciones con el mismo material, hasta sistemas de distribución por

tuberías móviles, los cuales entregan un caudal homogéneo a cada surco de riego, pasando por acequias niveladas con tubos rectos, sifones, y mangas de polietileno como puntos intermedios en la tecnificación. Se aprecia una inquietud creciente en mejorar el aspecto de la tecnificación del riego superficial, especialmente en agricultores especializados cuyo predio es una empresa que tiende a disminuir los riesgos con el objeto de maximizar la producción.

2. NECESIDADES DE AGUA

Las necesidades de agua se pueden dividir en dos aspectos principales: el primero es la necesidad neta del cultivo o uso-consumo. El segundo corresponde a los requerimientos brutos de riego, donde se considera la eficiencia del sistema de riego.

En relación a la necesidad neta, esta corresponde a la Evapotranspiración y se refiere al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y aquella evaporada directamente desde el suelo adyacente, incluyendo el agua depositada por el rocío y la lluvia, que se evapora sin ser utilizada por el sistema de la planta. Se mide normalmente en mm/día o mm/mes.

Los requerimientos netos de agua de este cultivo fluctúan entre los 1.925 m³/ha hasta los 3.300 m³/ha dependiendo de la localidad considerada. A continuación se presenta en el Cuadro 1 los requerimientos de agua para diferentes localidades donde tiene presencia este cultivo.

CUADRO 1: Requerimientos netos de agua en m³/ha/año, para el cultivo del Ajo, en diferentes localidades.

| LOCALIDAD | ETR (m ³ /ha/año) | ETR Peak | |
|------------|---------------------------------|------------------------|--------|
| | | m ³ /ha/mes | l/s/há |
| Buin | 1.925 | 550 | 0.21 |
| La Pintana | 2.200 | 825 | 0.32 |
| La Ligua | 1.925 | 825 | 0.32 |
| Llay-Llay | 3.300 | 1100 | 0.42 |
| Los Andes | 2.750 | 1100 | 0.42 |
| San Felipe | 2.750 | 1100 | 0.42 |
| Rengo | 2.200 | 825 | 0.32 |
| Rancagua | 2.475 | 825 | 0.32 |

ETR : Evapotranspiración real del cultivo
 ETR Peak : Evapotranspiración del mes de máxima demanda

Estudios realizados sobre evapotranspiración en Ajo en La Platina (Ferreyra et al, 1989, Figura 1), indican valores 2.250 m³/há corroborando en cierto modo los antecedentes presentados para diferentes localidades.

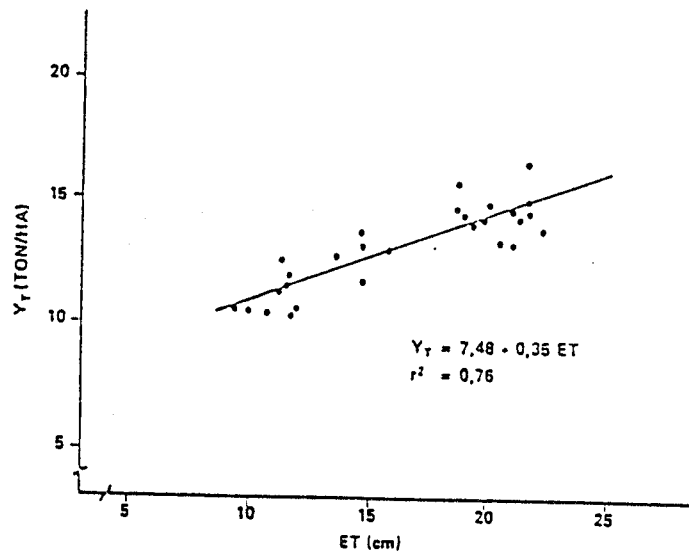


Figura 1 Función de producción del cultivo del ajo
(Ferreyra y otros 1989)

2.1 Necesidades real de riego

Las necesidades reales de riego, o requerimientos brutos de agua de este cultivo, corresponden a la necesidad neta afectada por la eficiencia del método de riego utilizado. Ahora bien, no es posible lograr un 100 % de eficiencia en la aplicación del agua, y no toda el agua que penetra es retenida en la zona radical del cultivo. Existen pérdidas inevitables por desuniformidad en la aplicación del agua en el campo, por percolación más abajo de la zona de raíces, por escurrimiento superficial o derrames, etc.

Para un método de riego determinado, la eficiencia de aplicación (E_f) depende de : la calidad del diseño, habilidad del regador o del que maneja el sistema, características físicas del suelo, calidad de las estructuras de distribución, etc. Por estas razones, para estar seguro de abastecer los requerimientos netos del cultivo se hace necesario aplicar una cantidad mayor de agua al suelo, con el fin de contrarrestar las pérdidas, la que se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Necesidad de riego} = \frac{\text{Necesidad de riego neto}}{\text{Eficiencia de aplicación}}$$

La eficiencia de aplicación, es la relación entre el volumen de agua que es necesario reponer en la zona de las raíces y el volumen de agua total aplicado al terreno. El cuadro 2 indica los rangos de eficiencia de aplicación que es posible obtener con los diferentes métodos de riego:

CUADRO 2: Eficiencia de aplicación en diferentes métodos de riego

| METODO DE RIEGO | Ef _a (%) |
|-------------------------------|---------------------|
| Surcos | 40 - 50 |
| Surcos con californiano móvil | 60 - 70 |
| Aspersión | 70 - 80 |

Por lo tanto, al calcular los requerimientos de riego, pensando en un nulo aporte de las precipitaciones, a partir del cuadro 1 de necesidades netas se obtiene lo siguiente:

CUADRO 3: Requerimientos netos de agua en el cultivo del Ajo, en diferentes localidades y métodos de riego.

| LOCALIDAD | Requerimiento (m ³ /há/año) | | | Requerimiento (l/s/há mes Peak) | | |
|------------|--|--------------|-----------|---------------------------------|--------------|-----------|
| | Surco | Calif. Movil | Aspersión | Surco | Calif. Movil | Aspersión |
| Buin | 4278 | 2961 | 2567 | 0.47 | 0.32 | 0.28 |
| La Pintana | 4889 | 3385 | 2933 | 0.71 | 0.49 | 0.43 |
| La Ligua | 4278 | 2961 | 2567 | 0.71 | 0.49 | 0.43 |
| Llay-Llay | 7333 | 5077 | 4400 | 0.93 | 0.65 | 0.56 |
| Los Andes | 6111 | 4230 | 3667 | 0.93 | 0.65 | 0.56 |
| San Felipe | 6111 | 4230 | 3667 | 0.93 | 0.65 | 0.56 |
| Rengo | 4889 | 3385 | 2933 | 0.71 | 0.49 | 0.43 |
| Rancagua | 5500 | 3808 | 3300 | 0.71 | 0.49 | 0.43 |

3. SELECCION DEL METODO DEL RIEGO

El método de riego a utilizar en Ajo esta condicionado por el tipo de suelo, la dotación de agua del predio y la disponibilidad de mano de obra.

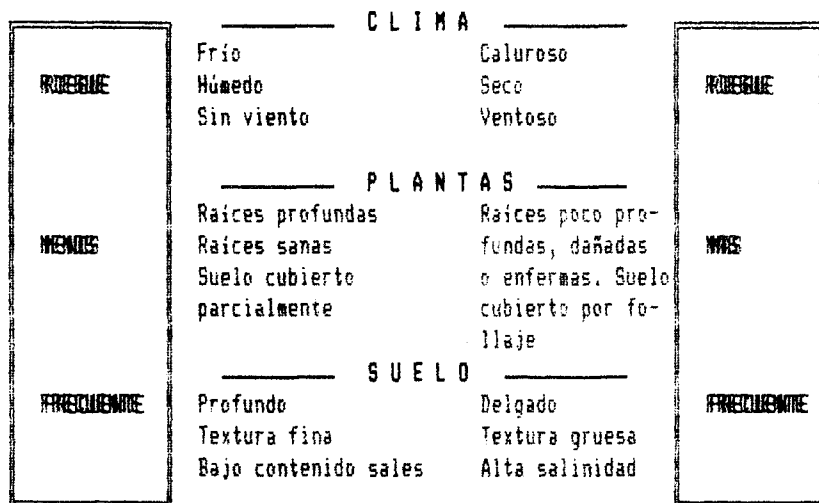
Si en el predio el recurso agua y mano de obra no es limitante. Además el suelo presenta pendiente inferiores al 1.5%; textura que permitan una frecuencia de a lo menos 3 días o más; y profundidades que toleren la nivelación podremos utilizar riego gravitacional, específicamente, riego por surco surcos. Por el contrario si alguna de las condiciones o situaciones indicadas no se cumple en el predio sera recomendable utilizar riego presurizado, aspersión.

El riego por aspersión en Ajo debe ser bajo de baja pluviometria de manera de no dañar el cultivo. Es recomendable utilizarlo en Chile en condiciones de riego eventual como suplemento de las precipitaciones de verano, IX y X región, donde el suelo no permite el riego superficial.

4. PROGRAMACION DEL RIEGO

La programación del riego, tanto en tiempo como en frecuencia, depende fundamentalmente de factores climáticos, del cultivo y del suelo, como se puede observar en el siguiente esquema:

Esquema: Influencia del clima, planta y características del suelo en la frecuencia de riego



4.1 Métodos para decidir cuando regar (Frecuencia de riego)

Existen diversas formas de estimar la frecuencia del riego, las cuales pueden agruparse en tres grandes criterios. El primero de ellos es tomar las plantas como indicadores, es decir, determinar la frecuencia basado en características de éstas. El segundo, tomando el suelo como indicador, específicamente determinando la frecuencia basado en el nivel de humedad del suelo. La tercera es una forma mixta, considerando tanto el clima y el cultivo como índices para estimar la frecuencia óptima de riego.

El primer gran grupo considera, tanto características de color, como de crecimiento o el uso de plantas indicadoras, para determinar la frecuencia. Sin embargo, la debilidad del método radica, en primer lugar, en la dificultad de aislar la sintomatología foliar producida por la necesidad de riego, de otros síntomas, como por ejemplo, los provocados por enfermedades; además, al esperar indicadores visuales por lo general las plantas ya están sufriendo estrés hídrico. Así el efecto preventivo del riego bien efectuado se pierde, las plantas pueden verse dañadas en forma irreversible, con la consiguiente disminución de rendimiento inherente a dicho déficit hídrico.

El segundo gran grupo se basa en medir o estimar el nivel de humedad del suelo. Conociendo la cantidad de agua, que está disponible en el suelo para las plantas, es posible discernir, con experiencia y conocimiento del suelo, cuando se debe regar. Existen numerosos métodos para medir o estimar el contenido de agua del suelo a nivel de campo.

El primero de ellos es el aspecto y el tacto como indicadores del contenido de humedad en el suelo. Este método consiste en tomar muestras a diferentes profundidades con un barreno y mediante su inspección tanto ocular como táctil determinar el contenido de humedad del suelo. Puede utilizarse como apoyo una pauta o guía de campo, la cual resume las sensaciones producidas para diferentes contenidos de humedad y distintas texturas.

Este método, simple y práctico, sólo es capaz de entregar estimaciones aproximadas al problema. Es uno de los más económicos, sin embargo no el más exacto. Se considera que con experiencia es posible lograr estimaciones de la humedad con un 15 % al 20 % de error.

A medida que la rentabilidad de la explotación aumenta es necesario disminuir el riesgo, por lo cual métodos más sofisticados se justifican plenamente. El uso de Tensiómetro, instrumento que registra las variaciones de humedad en el suelo mediante un vacuómetro, es una posibilidad de medir con mayor exactitud este parámetro. En el instrumento las mediciones se toman en unidades de presión, denominadas centibares, que van de 0 a 100. Una lectura de 0 indica que el suelo está cercano a la saturación, y por lo tanto las plantas pueden sufrir por falta de oxígeno. Los tensiómetros se adecuan bien en suelos más arenosos, debido a que su rango de acción es de alrededor de 85 centibares, y en este intervalo se encuentra la mayor parte del agua aprovechable de estos suelos. En general se adaptan bien a condiciones de suelo húmedo, como en el caso de riegos muy frecuentes. Si el riego ha sido bien hecho, la lectura del tensiómetro debe ser cercana a 0 después de 24 horas.

Uno de los aspectos importantes a considerar en el uso de estos instrumentos, es la selección del sitio donde serán ubicados. Esto depende del sistema de riego y del cultivo, conservándose como principio general que su ubicación debe estar en la zona de máxima concentración radical. En el caso del riego por surcos, el instrumento debe ubicarse lo más cerca posible del surco, con la precaución de protegerlo adecuadamente del paso de la maquinaria. En relación a las lecturas que deben registrarse como indicativas del riego es posible decir que estas varían y es necesario adecuarlas en relación al tipo de suelos y al clima. Sin embargo como recomendación general, para el caso del ajo, se debe regar cuando la lectura del tensiómetro ubicado a una profundidad de 15 - 20 cm marca 50 a 70 centibares.

La instalación del tensiómetro es sencilla y consiste en perforar un agujero en el suelo con un barrenador de diámetro levemente superior al de la cápsula, hasta la profundidad deseada. Se introduce luego un puñado de tierra suelta en el fondo y se introduce presionando cuidadosamente. Se rellena con tierra alrededor dejando un pequeño alto con el objeto de evitar apozamientos que distorsionen la lectura. Las lecturas deben realizarse cada dos días. El tensiómetro no debe sacarse del suelo durante la temporada de riego.

El tercer grupo, es decir el que, considera tanto características climáticas, del cultivo y del suelo para definir la frecuencia del riego, difiere de los anteriores ya que este utiliza elementos integradores como es la evaporación de bandeja. En términos generales este método requiere del conocimiento de los siguientes elementos:

1.- Evapotranspiración del cultivo en cortos periodos de tiempo en los diferentes estados de desarrollo vegetativo.

2.- Caracterización físico hídrica del suelo (Capacidad de Campo, Punto de Marchitez permanente, Densidad Aparente, Humedad aprovechable).

3.- Volumen permisible de extracción de agua en relación a la demanda evaporativa sin restringir los rendimientos

4.- Profundidad efectiva de raíces del cultivo

Las características climáticas se resumen en la Evapotranspiración del cultivo. Aunque es difícil obtenerla por mediciones directas existen básicamente dos formas de estimarla. La primera de ellas es a través de fórmulas empíricas que utilizan parámetros climáticos en su cálculo, y la segunda por medio de mediciones directas de la evaporación desde una superficie libre de agua, conocido como el método de la bandeja de evaporación Clase A.

En relación al primer método, la condición fundamental es la calibración de la fórmula que se utilice para estimar la evapotranspiración. En general, las fórmulas existentes están desarrolladas para condiciones climáticas diferentes a las del país, por lo cual su uso, en algunas situaciones puede ser limitado. Otro aspecto importante es que las estimaciones de evapotranspiración obtenidas a través de fórmulas tienen buena aproximación sólo cuando ellas se

refieren a períodos largos, ya sea la estación de crecimiento o un mes como mínimo. La información así obtenida es inadecuada para la planificación del riego a nivel predial, y con más razón para determinar frecuencias de riego.

Desde 1960 en adelante se han llevado a cabo investigaciones tendientes a relacionar la Evapotranspiración de los cultivos (ETR) con la evaporación directa desde una superficie libre de agua (EB), determinándose una estrecha correlación entre ambos fenómenos, estandarizándose un método, mediante el uso de una Bandeja de Evaporación Clase A que mide a nivel de campo este parámetro. Debe considerarse que en los estados iniciales del desarrollo del cultivo, en el cual cubre parcialmente el suelo, la evapotranspiración es considerablemente más baja que la evaporación medida en la bandeja; en los períodos fenológicos donde se cubre totalmente el suelo, ésta puede ser igual o superior a la evaporación de bandeja, para finalmente, en las últimas etapas de desarrollo revertirse nuevamente. Esta distorsión se elimina estableciendo un factor que relacione estos dos parámetros con los períodos fenológicos del cultivo. Este factor se le ha denominado **Coefficiente de cultivo (Kc)**, del cual existen datos en el país. (Figura 2 y Cuadro 4) Es importante hacer notar que el entorno de instalación de una bandeja de evaporación, juega un rol importante en la determinación adecuada de la evaporación, por lo cual, para compensar esto se creó un Coeficiente de bandeja (Kp) que varía entre 0.6-0.7 para corregir las mediciones de evaporación con las condiciones ambientales que rodean la bandeja. En consecuencia, la evapotranspiración queda definida por la fórmula.

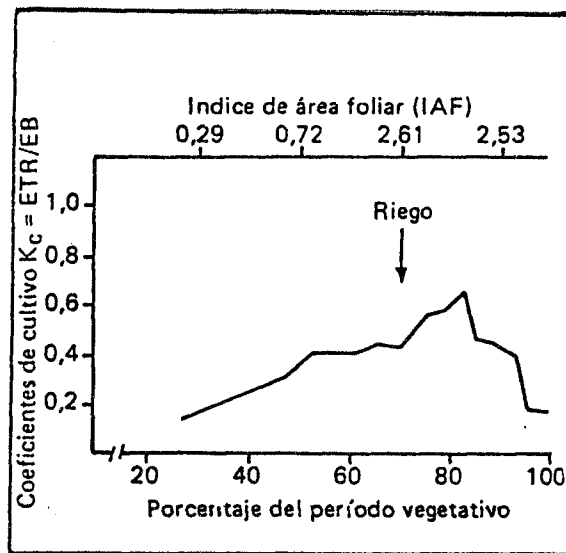


Figura 2 Coeficiente de cultivo ($K_c \times K_p$)
 (Ferreyra y otros 1989)

$$ETR = Kc \times Kp \times EB$$

Cuadro 4 : Valores de Kc x Kp para diferentes meses del año

Cultivo : AJO

| MESES | KcxKp | MESES | KcxKp |
|--------|-------|------------|-------|
| MAYO | 0,10 | SEPTIEMBRE | 0,40 |
| JUNIO | 0,15 | OCTUBRE | 0,45 |
| JULIO | 0,22 | NOVIEMBRE | 0,60 |
| AGOSTO | 0,30 | DICIEMBRE | 0,37 |

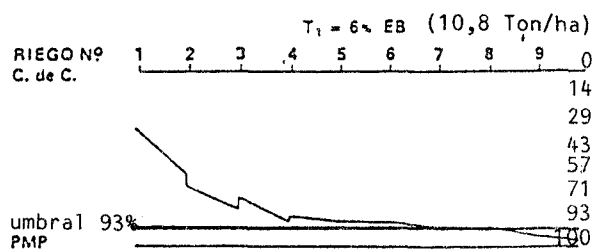
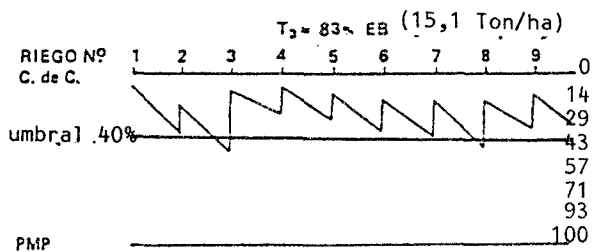
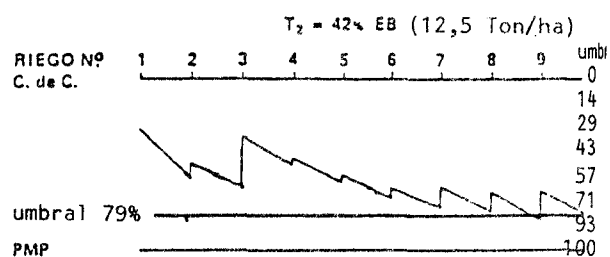
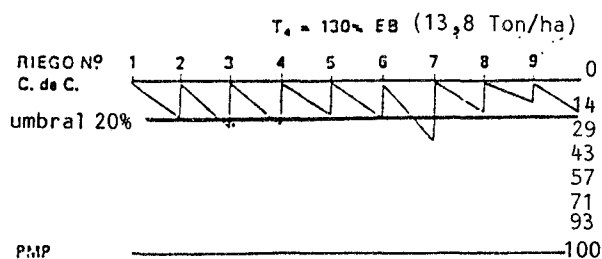
Fuente : Servicio de Programación de riego INIA

La buena correlación que existe entre el uso de agua por los cultivos, evapotranspiración y la evaporación de bandeja, es el fenómeno que se utiliza en la determinación de cuándo regar y cuánta agua es necesario aplicar al cultivo.

La ventaja de este método es que la evaporación de bandeja es muy buen integrador de parámetros climáticos (temperatura, radiación, vientos, humedad relativa, etc...), por otro lado considera el suelo, a través de sus constantes hidricas, y el cultivo, mediante los coeficientes de cultivo y los umbrales de riego. (Cuadro 5).

Este método puede ser practicado manualmente o programado mediante una aplicación computacional, solución esta última que INIA ha desarrollado en la actualidad y que entrega a los productores como un servicio.

Cuadro 5 Efecto umbral de riego en el cultivo.



Este método puede ser utilizado para programar diariamente el riego, en el caso de sistemas presurizado, o por periodos más largos, como en riego superficial, o por periodos aún mayores, como programaciones anuales aproximadas, utilizando secuencias estadísticas de evaporación, como se presenta en el cuadro 6 para diversas localidades y tipos de suelo:

CUADRO 6: N° de riegos para el cultivo del ajo, para diferentes localidades y tipos de suelo

| LOCALIDAD | TIPO DE SUELO | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | N° RIEGOS |
|------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| SAN FELIPE | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 3 | 6 | 9 | 4 | 0 | 24 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | 0 | 10 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 8 | | | | | | |
| RANCAGUA | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 8 | 3 | 0 | 20 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 9 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 7 | | | | | | |
| LLAY LLAY | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 4 | 7 | 10 | 4 | 0 | 27 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 2 | 0 | 12 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 9 | | | | | | |
| RENGO | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 7 | 3 | 0 | 19 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 8 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 6 | | | | | | |
| BUIN | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 5 | 2 | 0 | 16 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 7 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 5 | | | | | | |
| LA LIGUA | Arenoso | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | 15 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 7 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 5 | | | | | | |
| LOS ANDES | Arenoso | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 9 | 4 | 0 | 22 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 0 | 10 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 7 | | | | | | |
| LO PINTANA | Arenoso | 1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 7 | 3 | 0 | 18 | | | | | | |
| | Franco | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 8 | | | | | | |
| | Arcilloso | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 6 | | | | | | |

El cultivo del ajo en la zona centro norte se comienza a regar cuando ha transcurrido más del 70% del período vegetativo (Septiembre). Sin embargo, en esta zona en algunas oportunidades, es necesario regarlo durante el período de invierno debido a la gran variabilidad que presentan las precipitaciones de un año a otro.

En un año seco (1979) se comprobó que al no regar en invierno los rendimientos pueden disminuir en un 39% (Cuadro 8). En ese año las precipitaciones fueron casi nulas durante los meses de junio y julio. Esto nos demuestra que cuando se va a cultivar ajos es necesario proveerse de agua para el período de invierno en la eventualidad de que el año se presente seco.

Cuadro 8. Efecto del riego de invierno en el cultivo del ajo

| Tratamientos | Rendimiento total (Ton/ha) | | N° de riego | |
|--|-------------------------------|------|-------------|------|
| | 1979 | 1981 | 1979 | 1981 |
| Regar cuando en el suelo se agote el 20% de la H.A (Tensión 40 cb) | 7.54 | 7.99 | 11 | 9 |
| Regar cuando en el suelo se agote el 40% de la H.A Tensión 70 cb | 6.84 | 9.17 | 10 | 9 |
| No regar hasta septiembre De septiembre en adelante cuando en el suelo se agote el 20% de la H.A | 4.63 | 8.57 | 8 | 9 |

4.2 Método para decidir cuánto regar (tiempo de riego)

Una forma práctica es a través de la profundidad de raíces del cultivo. Por definición, el tiempo de riego corresponde al período en el cual debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que ésta penetre hasta la profundidad de raíces del cultivo. En el cuadro 7 aparecen los tiempos de riego para diferentes texturas del suelo, considerando un contenido de humedad inicial equivalente al 50 % de su humedad aprovechable, para mojar 20 cm de profundidad. Es necesario indicar que la tasa de crecimiento en el ajo disminuye cuando el contenido de agua en el suelo es inferior al 30% (UB = 70%).

CUADRO 7: Tiempo de riego promedio para diferentes texturas del suelo para mojar 20 cm de profundidad de suelo

| TEXTURA DEL SUELO | TIEMPO DE RIEGO |
|------------------------|-----------------|
| Arcilla poco densa | 3 a 5 horas |
| Arcillo arenosa | 2 a 3 horas |
| Franco arcillo arenosa | 1 a 2 horas |
| Franco arenosa | 0.2 a 1 horas |

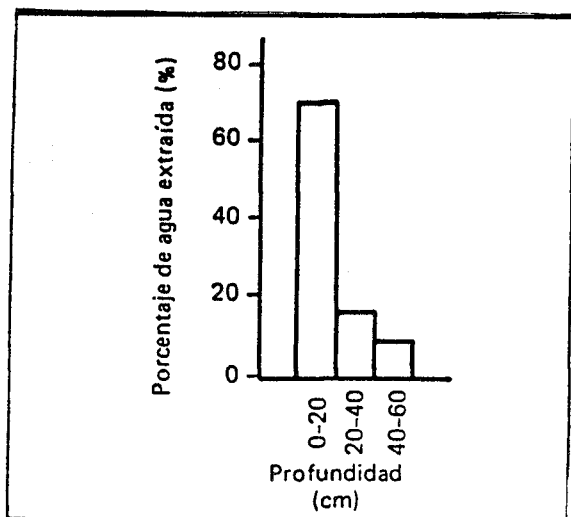


Figura 3 Extracción de agua del cultivo del ajo
(Ferreyra y otros 1989)

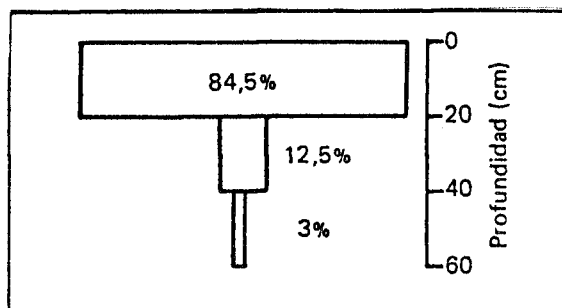


Figura 4 Distribución de raíces del cultivo del ajo en profundidad
(Ferreyra y otros 1989)

Otra forma simple de estimar el tiempo de riego es mediante una prueba de campo. Para esto se eligen 4 grupos de surcos y basándose en la pauta anterior se seleccionan diferentes tiempos de riego los que se aplican a cada uno de los grupos de surcos. Después de 24 a 48 horas de haber regado se excava una calicata y se observa hasta donde avanzó el frente de humedad, comparándose estos con la profundidad radicular del cultivo Figura 3 y 4, eligiéndose el que coincida con esta.

5.0 CONDUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA

Para tener éxito en el riego de este cultivo y cumplir con las normas de manejo indicada es imprescindible realizar riegos uniformes, para lo cual se requieren sistemas de conducción y distribución de agua adecuados. Los sistemas que se utilizan para tecnificar la distribución del agua en el riego superficial de este cultivo son los siguientes:

- Acequias Niveladas con tubos rectos o sifones
- Mangas de polietileno
- Tuberías portátiles "Californiano Móvil"

5.1 Acequias niveladas con tubos rectos

Cuando se utilizan tubos rectos es necesario represar la acequia de distribución cada cierta distancia, para lo cual se utilizan vertederos.

Los vertederos se instalan en la acequia cada vez que se produce un intervalo vertical o desnivel de aproximadamente 20 cm. (Figura 5)

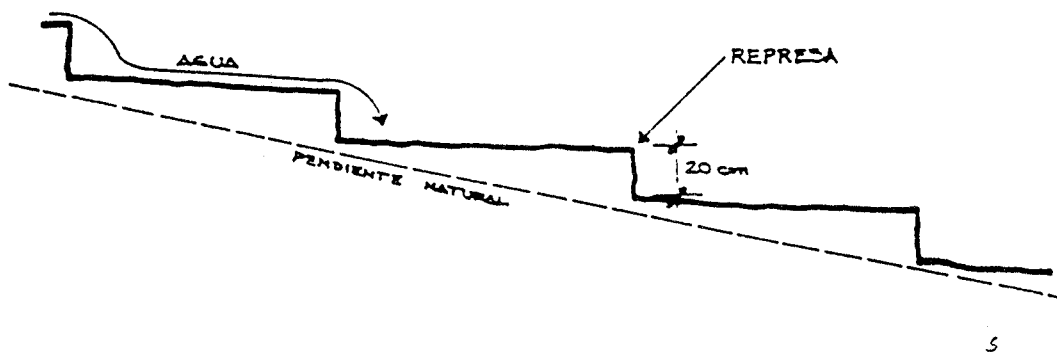


Figura 5. Ubicación de las represas o vertederos.

El uso de tubos rectos es una buena alternativa de distribución de agua al terreno, y el caudal que entregan depende de su diámetro y de la altura hidrostática h . La figura 6 muestra un corte transversal de una acequia con el tubo recto instalado.

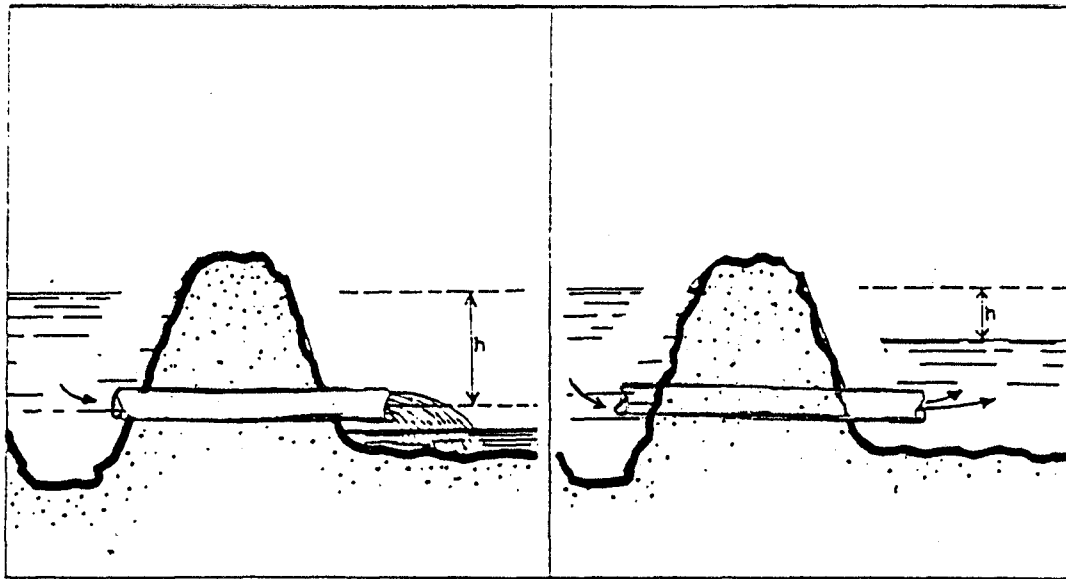
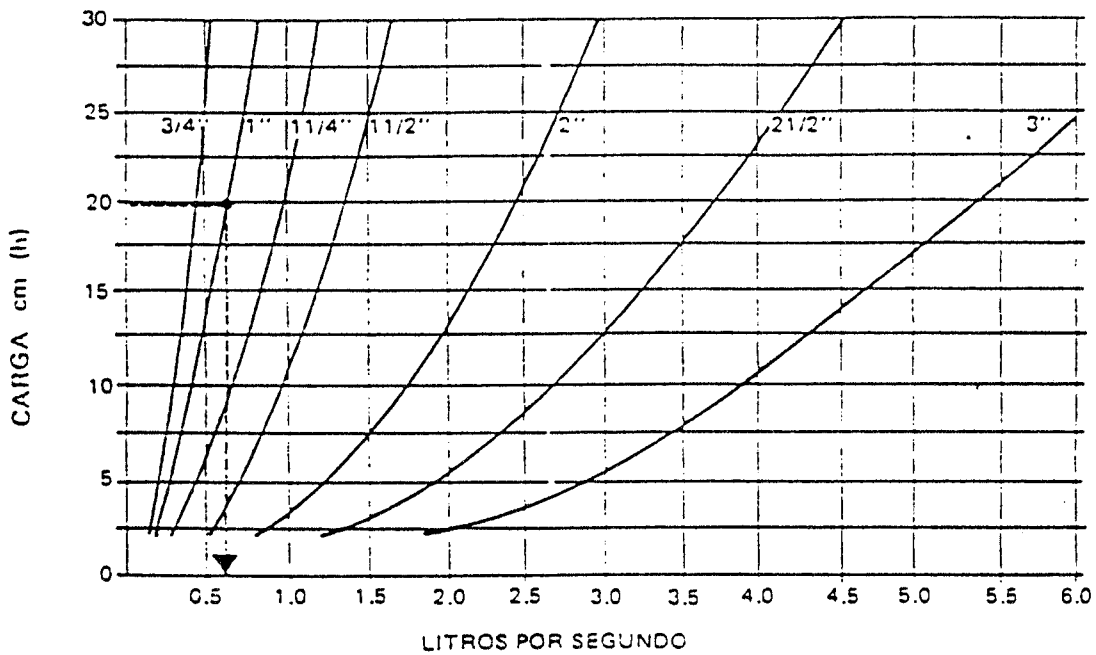


Figura 6 Distribución de agua a través de tubos rectos

5.2 Selección del diámetro del tubo recto

La figura 7 presenta los valores de caudal de entrega de un tubo recto para diferentes alturas hidrostáticas, a través de la cual pueden seleccionarse los diámetros.



Fuente: Grassi, 1984.

Figura 7 Caudal a través de tubos rectos

Para utilizar la figura 7, se debe seleccionar el caudal máximo no erosivo según la pendiente del terreno, el que responde a la siguiente ecuación:

$$Q = (0,63) / S$$

donde Q : caudal en (l/s)

S : Pendiente (%)

A modo de ejemplo, si se tiene un terreno con una pendiente de 1 %, el caudal a utilizar será de 0,6 l/s. Esto implica usar un tubo recto de 1" con una carga hidrostática (h) de 20 cm.

5.3 Mangas de polietileno

La manga de polietileno puede ser otra alternativa para mejorar la distribución de agua. Para esto se utiliza una manga de polietileno agrícola de 0,2 - 0,3 mm. de espesor y de 30 a 50 cm. de diámetro, dependiendo del caudal y/o largo de la cabecera.

5.4 Tuberías portatil "Californiano móvil"

Otro alternativa que se utiliza en la conducción y distribución de agua en hortalizas es por medio de tuberías de PVC móviles. Este sistema se denomina "Riego Californiano" y fue desarrollado por INIA en el año 1987. Este sistema además de permitir un mejor control del agua de riego y uso de la mano de obra, eleva la eficiencia de aplicación del agua en el riego por surco sobre el 60%.

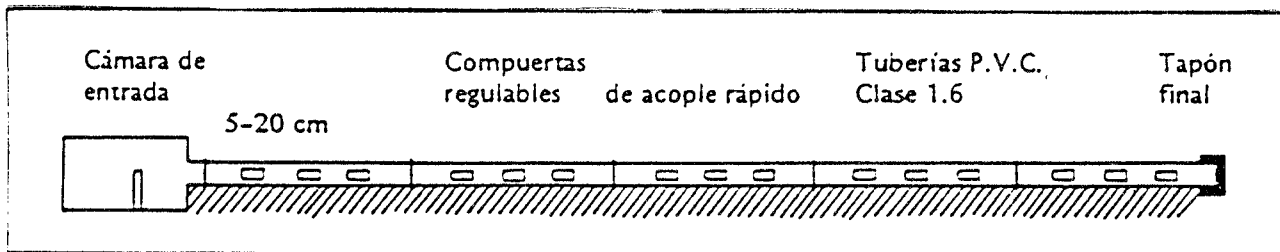


Figura 8 Tuberías portátiles "californiano móvil"