

7. MANEJO DEL AGUA EN CULTIVOS DE AJO Y CEBOLLA

*Humberto Matiz Sarmiento**

IMPORTANCIA DEL AGUA

El agua, un elemento fundamental para el crecimiento de las células es necesaria en la planta para:

- La fotosíntesis, la respiración y otras funciones fisiológicas.
- Transporte de los minerales y los productos de la fotosíntesis.
- La turgencia de las células de las plantas.
- La transpiración y regulación de la temperatura de las hojas. (Kramer, 1974).

Comparada con otros cultivos, las liliáceas son sensibles tanto a la carencia de agua como a los excesos de la misma; sus raíces son débiles y no puede penetrar en suelos compactos, su sistema radical relativamente superficial llega hasta los 20 a 25 cm de profundidad del suelo. (ICA, 1985a).

DÉFICIT DE AGUA

La falta de agua es el estrés más común. Un corto periodo de sequía afecta el rendimiento restringiendo la transpiración y la fotosíntesis. Indirectamente, lleva a la reducción de la evaporación proveniente del suelo y las hojas, aumentando la temperatura del suelo y de la planta, contribuyendo así, a daños fisiológicos ocasionados por el déficit y a la susceptibilidad del ataque de plagas y enfermedades (ICA, 1985a).

EXCESO DE AGUA

El exceso de agua puede ser el resultado de lluvias fuertes, riego abundante o drenaje deficiente en áreas planas. El agua en cantidad excesiva, le impide llegar al oxígeno a la zona de raíces, dando como resultado el desarrollo pobre de la planta y la susceptibilidad a las pudriciones de la misma (Gavande, 1987).

La variación de la humedad del suelo puede afectar el desarrollo de las plantas

* Ingeniero Agrónomo. Asistente técnico particular, Santafé de Bogotá, DC, Colombia

especialmente cuando esta se encuentra en el periodo de llenado del bulbo.

RELACIÓN AGUA SUELO PLANTA

De todas las sustancias que la planta toma del suelo, para su crecimiento y sustentación, es el agua la que constituye la mayor parte. No toda el agua que toma la planta por las raíces es retenida por ella; parte se evapora y pasa al aire desde las hojas y otros órganos aéreos. Este fenómeno recibe el nombre de transpiración.

El agua del suelo se mueve a través de la planta a la atmósfera cuando los estomas de las hojas están abiertos; ello se logra cuando la planta tiene mayor actividad fotosintética, en los días de mayor presencia de luz. Otra forma de movimiento del agua a la atmósfera es por medio de la evaporación del agua de la superficie del suelo. El conjunto de los dos fenómenos se denomina evapotranspiración (**Et**). Se expresa como lámina en mm/día y es variable para cada cultivo, edad del mismo, características del suelo y condiciones meteorológicas del lugar.

El clima es el factor que más afecta los requerimientos de agua por los cultivos. De ahí la importancia de disponer de la información meteorológica más confiable del área de influencia del lugar motivo de

estudio. La Et de los cultivos se ha determinado por diferentes métodos, en la mayoría por cálculos empíricos con base en diversos datos meteorológicos de la zona o información de los distritos de riego.

La relación entre la evapotranspiración Et del cultivo y la evaporación Ev (medida en el tanque tipo A en mm/día en el área de influencia) se denomina Coeficiente de Cultivo y se expresa como: $Kc = Et/Ev$. En la Tabla 7.1. se presentan algunos valores de Kc para diferentes cultivos en sus diferentes fases de desarrollo.

LA HUMEDAD DEL SUELO

La máxima cantidad de agua que un suelo puede almacenar a una profundidad dada, se denomina Capacidad de Campo (**CC**) y se logra después de una lluvia fuerte o de un riego abundante, cuando el suelo ha drenado libremente entre 24 y 48 horas.

La mínima cantidad de agua que contenga un suelo y que sea aprovechable por las plantas se denomina Punto de Marchitamiento Permanente (**PMP**). Después de este punto, la planta no podrá extraer agua del suelo y si lo hace no podrá recuperarse para lograr una producción aceptable.

TABLA 7.1. Coeficientes de cultivo de Kc para algunas hortalizas (FAO, 1988).

Cultivo	Fases de				
	desarrollo inicial	Desarrollo	Medio	Finales	Recolección
Col	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95
Cebolla seca	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85
Cebolla verde	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05
Pimentón	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.75

ble. De lo contrario, morirá por déficit hídrico.

La diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente se denomina agua aprovechable o humedad disponible del suelo y representa el volumen de agua que las plantas pueden tomar para su desarrollo. De ahí la importancia de mantener el suelo cerca al punto de CC especialmente cuando se trata de hortalizas que poseen un sistema radicular poco profundo, como el caso de las liliáceas.

Los términos antes mencionados se denominan constantes de humedad del suelo y se pueden obtener o lograr mediante pruebas de campo y/o toma de muestras de suelo que se llevan al laboratorio para la determinación de los valores correspondientes, después de someter las muestras a tensiones (presiones negativas) de 1/10 o de 1/3 de atmósfera para CC de acuerdo a la textura del suelo en estudio y de 15 atmósferas para PMP, estos valores constituyen los elementos fundamentales para establecer los patrones de riego.

El contenido de humedad varía según el tipo de suelo que se tenga (Arenosos, Limosos, Francos y/o la combinación de estos), la profundidad a la que se desea llegar con el sistema radicular y posteriormente, al tipo de cultivo y estado de desarrollo del mismo.

La planta extrae el agua del suelo cuando la fuerza de succión de las raíces es mayor que la fuerza del suelo para retener el agua. Esta fuerza de succión depende del contenido de agua del suelo, la textura y estructura del mismo.

De las constantes de humedad antes mencionadas, se derivan otras caracterís-

ticas físicas del suelo como la porosidad de aireación, humedad disponible (ya definido) y el límite de sequía que también está relacionado al tipo de cultivo (porte y edad del cultivo) (Gavande, 1987). La porosidad de aireación es la diferencia entre la porosidad total y el contenido de humedad (volumétrica) del mismo suelo a capacidad de campo. Este valor debe ser mayor del 15% para suministrar suficiente cantidad de oxígeno a la zona de raíces (Kramer, 1974).

Otra característica física del suelo de suma importancia en la aplicación de agua al suelo es la infiltración. Se define como la velocidad de entrada del agua en el suelo y se expresa en cm/h o pulgadas/h. Se puede medir por el método de los anillos infiltrómetros, el más usual y por el método de entrada y salida en surcos. De acuerdo a la tasa de infiltración del área a regar, se debe escoger el tamaño de los aspersores, estos no deben proporcionar una tasa de aplicación mayor que la que puede recibir el suelo puesto que se incurriría en exceso de agua de riego en los cultivos (ICA, 1985b).

La siembra de las liliáceas, normalmente se hace en época de inicio de las lluvias para disponer de la humedad requerida por la semilla. Cuando estas no son suficientes, se debe recurrir al riego suplementario para la etapa de germinación principalmente, con el único propósito de darle a la planta las mejores condiciones para su desarrollo.

Bajo condiciones de secano las liliáceas crecen raquíticas, no desarrolla bien sus órganos y la producción será bastante baja. Para el ajo, hoy en día no se dispone de variedades que sean resistentes ni a la sequía, ni a los excesos de agua, las variedades de día largo requieren de más de 12

horas de luz, las de día corto, menos de 12 horas de luz, evapotranspiran en mayor o menor cantidad, lo que hace necesario disponer en lo posible de sistemas de riego, cualquiera que fuere la variedad sembrada, para lograr cosechas abundantes.

Para la cebolla, existen diversidad de variedades, pero ninguna resistente a períodos de estrés ni a los excesos de agua, pues son altamente susceptibles a las enfermedades en condiciones de alta humedad (ICA, 1985a).

Las ventajas del riego se han demostrado con diferentes métodos: en Tibaitatá se logró experimentalmente, un rendimiento de 18.3 tn/ha (solo bulbo), empleando riego por goteo en el cultivo de ajo (variedad Sáchica Rosado), con una frecuencia diaria de riego y un coeficiente de cultivo Kc de 1.2; esto represento un incremento del 91% sobre el testigo que solamente recibió agua lluvia durante el período del cultivo y solo obtuvo 9.6 tn/ha (ICA, 1987, 1989).

En Cárquez se logró comercialmente, con cebolla variedad "Yellow Granex", una producción de 24 t/ha empleando riego por goteo con un factor K de 0.9, una evaporación media diaria durante el periodo de 5.1 mm, superando la producción media de la zona (13 t/ha) en cerca del 100% (ICA, 1987).

Con riego por aspersión también se han logrado buenos incrementos en las producciones con otras especies. Con Zanahoria variedad "Chantenay", en un ensayo con gradiente de humedad en interacción con fertilización potásica, la mejor producción fue de 56.7 t/ha con un Kc de 0.75 y un promedio de 2.5 mm/día de evapotranspiración. Una adición de 0.29 meq/100 g de suelo de K₂O aplicado a la

siembra para toda el área, incluyendo al testigo que solo arrojó en promedio 25.9t/ha (Gómez y Orrego, 1990).

CÓMO Y CUANTO REGAR

Por las características de siembra y manejo de estas especies, el sistema más apropiado de riego por su economía y fácil operación es el riego por aspersión. Mediante este sistema se aplica el agua en forma similar a la lluvia y permite en la mayoría de los casos dar cubrimiento total al cultivo y aplicar una cantidad uniforme de agua sin afectar los suelos por erosión. Puede usarse en terrenos inclinados (hasta un 25% de pendiente) bajo condiciones específicas de diseño y manejo para darle al cultivo la cantidad de agua adecuada y contribuir a la preservación de los suelos (ICA, 1985b; ICA - IGAC, 1985).

La cantidad de agua a aplicar en cada riego depende básicamente de la edad del cultivo, (desarrollo del sistema radical), tipo de suelo (características físicas: retención de humedad y agua disponible) y condiciones meteorológicas (vientos, radiación solar y temperatura) (Gavande, 1987).

Dadas las implicaciones técnicas del riego por las características de suelo, edad y porte del cultivo, equipo de riego y condiciones meteorológicas es difícil generalizar los patrones para las especies en mención. Para un buen rendimiento, se debe mantener el suelo a capacidad de campo durante la mayor parte de su ciclo vegetativo, excepto cuando el cultivo se aproxime a la cosecha, época en la cual, el suelo debe estar seco para evitar la proliferación de enfermedades y ataque de plagas que puedan afectar la buena calidad de los productos cosechados (FAO, 1988).

De acuerdo a las condiciones antes anotadas, los suelos de la Sabana de Bogotá, admiten una frecuencia semanal de riego, promedio para la mayoría de los cultivos hortícolas en ausencia de precipitación, mojando aproximadamente 20 a 25 cm. de profundidad en el perfil del suelo, de acuerdo a las características del equipo que se está empleando (ICA - IGAC 1985; FAO, 1988).

REQUERIMIENTOS HÍDRICOS EN LILIACEAS

Las liliáceas requieren de 350 a 550 mm de agua según las épocas de siembra y altura sobre el nivel del mar. Para el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) los valores de Kc para las diferentes etapas de desarrollo después del transplante, se presentan en la Tabla 7.2.

TABLA 7.2 Valores de Kc para el cultivo de Cebolla en sus diferentes etapas de desarrollo vegetativo (FAO, 1988).

Etapa	Días	Kc
Inicial	15-25	0.4-0.6
Desarrollo del cultivo	25-30	0.7-0.8
Mediados del periodo	25-45	0.95-1.1
Finales de temporada	35-45	0.85-0.9
Recolección	—	0.75-0.85

El cultivo requiere de riegos frecuentes y ligeros acordes con el factor de agotamiento del suelo, no mayor del 25%, para un espesor de suelo de 0.30 a 0.35 m.

El riego debe suspenderse 15 a 25 días antes de la cosecha, para evitar sobremaduración del bulbo y la presencia de enfermedades que puedan afectar la calidad del producto (ICA, 1985a).

El riego es un complemento y como tal, debe aplicarse técnicamente junto con las otras labores y prácticas que contribuyen a lograr los mejores rendimientos. Cuando se conocen las características físicas del suelo, la tasa de aplicación del equipo a usar y los aspectos meteorológicos de la zona, se puede poner en práctica la siguiente secuencia de fórmulas para determinar la lámina de riego, la frecuencia y tiempo de riego, etc (ICA, 1985b; Matiz, 1989).

Agua Total (AT)

Agua expresada como lámina a la profundidad de raíces deseada.

$$AT = \frac{(CC - PMP) \times da \times pr}{100 \times dw} \quad [1]$$

donde:

- AT = Agua total aprovechable en mm.
- CC = Capacidad de campo en % (humedad con base en peso de suelo seco).
- PMP = Punto de marchitez permanente en % (humedad con base en suelo seco.)
- da = Densidad aparente (gr/cm³)
- dw = Densidad del agua (gr/cm³)
- pr = Profundidad de raíces en mm.

Lámina Neta (LN)

Lámina de agua realmente aprovechable por la planta.

$$LN = AT \cdot Fa \quad [2]$$

donde:

- LN = Lámina Neta en mm.
- AT = Agua total aprovechable en mm.
- Fa = Factor de agotamiento en %.

Lámina Bruta (LB)

Lámina realmente aplicada considerando la eficiencia del riego.

$$LB = \frac{LN}{Ef} \quad [3]$$

donde:

LB = Lámina Bruta en mm.

LN = Lámina Neta en mm.

Ef = Eficiencia de riego en %.

Tiempo de riego (TR)

Tiempo de riego con relación a la tasa de infiltración básica del suelo.

$$TR = \frac{LB}{IB} \quad [4]$$

donde:

TR = Tiempo de riego en horas.

LB = Lámina bruta en mm.

IB = Infiltración básica del suelo en mm/h.

Tasa de aplicación (Ta)

Tasa de aplicación de acuerdo a la lámina bruta y al tiempo de riego calculado según la capacidad de infiltración del agua en el suelo.

$$Ta = \frac{LB}{TR} \quad [5]$$

donde:

Ta = Tasa de aplicación en mm/h.

LB = Lámina bruta en mm.

TR = Tiempo de riego en horas.

Frecuencia de Riego (FR)

Período entre dos riegos sucesivos expresado en días

$$FR = \frac{LN}{ET} \quad [6]$$

donde:

FR = Frecuencia de riego expresada en días.

LN = Lámina neta en mm.

ET = Evapotranspiración en mm/día.

Tasa de aplicación (Ta)

Solo para ser empleada en riego por aspersión o microaspersión. Relación entre el caudal del aspersor y la separación entre aspersores y entre laterales.

$$Ta = \frac{96.3 Q}{S.A. S.L.} \quad [7]$$

donde:

Ta = Tasa de aplicación en mm/h.

Q = Caudal en GPM/aspersor

S.A. = Separación entre Aspersores en pies.

S.L. = Separación entre Laterales en pies.

BIBLIOGRAFÍA

1. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS. 1985. El Cultivo del Ajo. Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. Cenicafé, (Colombia) 18 p.
2. GAVANDE S. A. 1987. Física de suelo, Principios y aplicaciones. Editorial Limusa, México D. F. 352 p.
3. GÓMEZ S. O. G. Y ORREGO G. 1990. Manejo óptimo de la interacción lámina de agua fertilización potásica para la producción de zanahoria en la Sabana de Bogotá. (Tesis Agrología), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá D. C. 145 p.
4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1985a. Hortalizas Manual de Asistencia Técnica No. 28. Publicación ICA. 556p.
5. ————. 1985b. Manual de Riego y Drenaje. Programa Manejo de Aguas Tibaitatá.
6. ————. 1987. Informe Anual. Programa Manejo de Aguas. Regional Uno. Tibaitatá. Resumen 15p.
7. ————. 1989. Curso Taller de Riego por Goteo. Programa Manejo de Aguas, ICA Tibaitatá. Septiembre. 138p.
8. ————, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC. 1985. Zonificación Agroecológica de Colombia. Memoria explicativa. Litografía IGAC. 58 p.
9. KRAMER P. J. 1974. Relaciones Hídricas de Suelo y Plantas. Centro Regional de Ayuda Técnica Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D). Edutex, S. A. 538 p.
10. MATIZ S., H. 1989. Evaluación de sistemas de riego. En Curso taller de Riego por Aspersión. ICA Tibaitatá.
11. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO. 1988. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Roma 1988. 212 p.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA