21865
2 cop

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA
12 MAR 2007

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL RIEGO POR EL METODO DE GOTEO

Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

MINIDISTRITOS DE RIEGO "ZARAGOZA - TAMARINDO" "LA SUSANA" Y "EL VATICANO"

Publicación de CORPOICA-PRONATTA
Código Regional: 2-1-14-06-18-03
ISBN: 958-96706-8-7

Autores
Ing. Agrónomo M. Sc. Antonio M. Caicedo.
Ing. Agrónomo M. Sc. Omar Montenegro R.
A. Técnico Iader Correa A.
A. Técnico Ramiro Lozano C.
Programa Recursos Biofísicos.

Editor

Ing. Agrónomo Tomás Norato Forero
Programa de Transferencia de Tecnología.

Fotos:

A. Técnico Iader Correa A.

Digitación

Nancy Garcia H.

Centro de Investigación NATAIMA, CORPOICA
Km 9 vía Espinal-Ibagué

E-mail: nataima@corpoica.org.co

Impresión:

Tecnimpresos, Ibagué, Tel. 2612735

Ibagué, Diciembre de 2003

CONTENIDO

Presentación 5

El agua en la producción de los cultivos 7

Parámetros a considerar para un manejo eficiente del riego 8
- El suelo 8
- El agua en el suelo 9
  - Capacidad de campo 9
  - Punto de marchitamiento permanente 9
  - Agua útil o aprovechable por las plantas 9
- Densidad aparente 10
- Infiltración 11
- Factores del cultivo 12
  - Requerimientos hídricos 12
  - Profundidad radicular 17
- Lámina de agua aprovechable 18

El método de riego por goteo 19
- Componentes del sistema de riego por goteo 20
- Disposición típica de un sistema de riego por goteo "Tipo ICA" 22
- Manejo del riego 23
  - Humedecimiento del suelo 23
  - Porcentaje de área humedecida 23
  - Lámina neta 24

Recomendaciones para un buen funcionamiento del sistema de riego 26

Referencias bibliográficas 27

PRESENTACIÓN

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA contrató con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA el Proyecto " Validación y Transferencia de Tecnología para el manejo eficiente del agua a nivel predial en tres Distritos de riego en pequeña escala de la Asociación de Usuarios del Triángulo del Tolima".

Entre los objetivos del proyecto se consideró de suma importancia la publicación de esta cartilla que contiene las recomendaciones para un manejo eficiente del agua, acorde con el método de riego implementado en cada uno de los distritos de riego, como un aporte para los usuarios directos de los minidistritos y para quienes en un futuro sean beneficiados con el Distrito de riego del Triángulo del Tolima. Es necesario que los productores beneficiarios del riego utilicen este valioso recurso de una manera sostenible, a través de un manejo eficiente, ya que de esta forma es posible lograr la competitividad de su actividad agrícola bajo riego, sin dejar de lado los conceptos de sostenibilidad y equidad.

El punto de partida importante para la aplicación y el manejo eficiente del agua de riego consiste en resolver tres grandes interrogantes: Cuánto, cuándo y cómo regar?. En esta guía, se pretende dar algunas pautas o recomendaciones teniendo en cuenta los estudios de caracterización de los suelos realizados durante el desarrollo del proyecto; los diferentes aspectos o tópicos abordados se tratan técnicamente en un lenguaje sencillo y comprensible, buscando que los usuarios realicen la práctica del riego en una forma eficiente, además de que sirva de reflexión acerca de lo que cada uno de ellos está haciendo y si es necesario se lleven a cabo los correctivos necesarios para un mejor aprovechamiento de ese insumo tan valioso como es el agua.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

El Agua en La Producción de Los Cultivos

El principal objetivo del riego es proporcionar a las plantas la humedad necesaria para su desarrollo y por ende, si se integra con otras prácticas agronómicas, aumentar la producción en una forma sostenible y competitiva, para así garantizar la seguridad alimentaria , disminuir la pobreza y mejorar la calidad de vida de los productores.

El riego manejado en una forma eficiente representa un incremento en los rendimientos de los cultivos y por tanto en los ingresos de los productores; además con la práctica del riego hay mayor utilización de mano de obra y como tal generación de empleo.

En la mayoría de las zonas irrigadas del país, salvo pocas excepciones, no se aprovechan en una forma integral y eficiente las obras realizadas para aumentar las áreas bajo riego y que han representado grandes esfuerzos tanto humanos como económicos; lo anterior como consecuencia de la falta de estrategias para un óptimo aprovechamiento de las mismas.

Así como el manejo eficiente del riego se traduce en beneficios económicos para el productor, su mal manejo puede causar efectos negativos. En la mayoría de las zonas donde se utiliza el agua como complemento de las lluvias, que debido a su irregular distribución hace necesario el riego en diversas etapas de los cultivos, las aplicaciones de agua se hacen en forma indiscriminada sin tener en cuenta algunos parámetros del suelo relacionados con un mejor aprovechamiento del agua y sin conocer las necesidades reales de agua de los cultivos, lo cual trae como consecuencia degradación de los suelos, bajas eficiencias de riego, rendimientos por debajo de los que potencialmente se esperan, e incrementos de los costos de producción.

Parámetros a considerar para un manejo eficiente del riego

El Suelo.

El suelo proporciona el almacenamiento de agua, nutrientes y aire a las plantas para su normal desarrollo; el suelo tiene unas características o propiedades físicas que inciden no sólo en la selección del método de riego, sino que su conocimiento es indispensable para la programación de las aplicaciones de riego. El suelo de acuerdo con los contenidos de arena, limos y arcillas, provenientes de las rocas que lo originan, se clasifican como livianos, medios y pesados.

Los primeros, denominados suelos de textura arenosa, tienen un alto contenido de arenas; se caracterizan por tener una baja capacidad para retener agua, razón por la cual el riego se debe aplicar en forma más frecuente (intervalos entre un riego y el siguiente de 3 a 5 días). Estos suelos además tienen bajos contenidos de nutrientes y una tasa alta de infiltración del agua. Los suelos medios denominados como francos retienen una mayor cantidad de agua que los anteriores, por lo tanto las frecuencias de riego son mayores (5 a 8 días). Los suelos con altos contenidos de arcilla se denominan arcillosos (pesados o gredosos), poseen condiciones altas de nutrientes para las plantas, pero fácilmente se encharcan; tienen una baja infiltración, y una alta capacidad para retener agua, por lo que las aplicaciones de riego se hacen en intervalos más espaciados (10 días).

La textura del suelo es necesario tenerla en cuenta en la selección o escogencia del método de riego a utilizar: en el caso de suelos de textura franca y arcillosa el método de riego a utilizar es el de gravedad o riego superficial; por otro lado, para suelos arenosos se deben utilizar métodos a presión (aspersión, goteo, microaspersión).

Capacidad de campo:
Esta propiedad física del suelo depende de la textura que este posea y se define como la cantidad de agua que es almacenada en un suelo después de ser saturado y drenado libremente. Se expresa como porcentaje (%) de humedad; valores altos de la capacidad de campo están asociados a suelos de texturas arcillosas mientras que en aquellos suelos de texturas arenosas, los porcentajes de humedad a capacidad de campo son más bajos. La determinación de la capacidad de campo puede realizarse a través de métodos indirectos o de laboratorio y métodos directos en el campo.

Punto de marchitamiento permanente:
Se define como el límite o contenido de humedad por debajo del cual las plantas no pueden o les es muy difícil extraer el agua del suelo para sus funciones. Luego de que un suelo ha recibido agua bien sea por riego o lluvia hasta alcanzar las condiciones de capacidad de campo, las plantas comienzan a extraer el agua a través de sus raíces, hasta un punto en que se les dificulta vencer las fuerzas que retienen el agua en el suelo y por lo tanto no la pueden extraer. Si se permite agotar la humedad del suelo hasta este punto la planta prácticamente muere y por lo tanto las consecuencias para la producción son fatales.

Agua útil o aprovechable por las plantas:
El agua presente en un suelo, entre los puntos de capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente se conoce como **agua aprovechable** por las plantas o también agua útil o agua disponible, y es por tanto la que está a disposición de las raíces para ser extraída. Se puede expresar en valores de porcentaje de humedad (%) o también como milímetros de agua por cada centímetro de profundidad del suelo (mm/cm). En la tabla se dan los valores promedios de agua aprovechable de los tres minidistritos donde se implementó el sistema de goteo, para profundidades de 0 - 10 y 10 - 20 cm. Se observa que la capacidad de retención de humedad, tomada aquí como el agua útil o aprovechable es baja, con valores por debajo del 10% o sea que por cada centímetro de suelo se almacenan o retienen máximo 0.95 milímetros de agua.

Tabla 1. Valores de agua aprovechable de los tres minidistritos

Minidistrito	Agua aprovechable (0 - 10 cm)		Agua aprovechable (10 - 20 cm)	
	% humedad	mm/cm	% humedad	mm/cm
"Zaragoza"	8.20	0.82	8.2	0.82
"El Vaticano"	8.60	0.86	9.3	0.93
"La Susana"	8.90	0.86	9.5	0.95

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Densidad aparente

Se define como la relación entre el peso seco de una muestra de suelo y el volumen que ocupa la masa de ese suelo. El conocimiento de este parámetro es de importancia ya que se debe tener en cuenta tanto para la aplicación del riego como en la preparación del suelo. El valor de densidad aparente se utiliza para convertir el porcentaje de humedad del suelo a volumen y así calcular la lámina de agua del suelo, para estimar el grado o problemas de compactación del suelo y además para estimar la masa de la capa arable del suelo.

El valor de la densidad aparente del suelo varía de acuerdo con la textura del mismo; en suelos pesados la densidad aparente tiene valores bajos (1.0 1.2 gr/cm^3), mientras que en suelos livianos o de textura gruesa los valores de densidad aparente son altos (1.5 1.8 gr/cm^3).

Para la determinación de la densidad aparente existen dos procedimientos o métodos principalmente: El método del terrón con parafina y el método del cilindro o anillo de volumen conocido. En la tabla 2, se dan los valores promedios de densidad aparente de los tres minidistritos. De acuerdo con la textura de los suelos, y observando los valores altos de densidad aparente se deduce que en la mayoría de los suelos existen o empiezan a presentarse problemas de compactación, como consecuencia del excesivo uso de maquinaria agrícola.

Tabla 2. Valores de densidad aparente.

Minidistrito	Densidad aparente (g/cm3) 0 - 10 cm	Densidad aparente (g/cm3) 10 – 20 cm
"Zaragoza"	1.43	1.49
"El Vaticano"	1.45	1.49
"La Susana"	1.54	1.60

Infiltración

Un parámetro de gran importancia en la explotación agrícola es la tasa de infiltración o velocidad de entrada de agua al suelo. Esta propiedad es influenciada principalmente por la clase textural del mismo; suelos de texturas arenosas o livianos tienen elevadas tasas de infiltración, mientras que en los suelos arcillosos o pesados la velocidad de infiltración del agua es baja; igualmente la velocidad de infiltración es afectada por los problemas de compactación de los suelos; así en suelos compactados la tasa de infiltración se reduce.

Existen diferentes métodos para medir la infiltración; sin embargo es necesario tener en cuenta que el método a utilizar depende del método de riego. Para el caso del riego por aspersión, goteo, y el riego por inundación en arroz se utiliza el método de los anillos concéntricos o anillos infiltrómetros (Figura 3). En aquellos cultivos donde el método de riego es el de surcos, la determinación de la infiltración debe hacerse mediante el método de entradas y salidas en surcos (Figura 4).

Los valores de velocidad de infiltración, expresados en unidades de milímetros por hora (mm/hora), promedio de los suelos de los tres distritos de riego en pequeña escala, aparecen en la tabla 3.

De acuerdo con las características de textura de los suelos de este minidistrito, la infiltración o velocidad de entrada de agua al suelo es moderadamente lenta.

Tabla 3. Valores de infiltración básica

Minidistrito	Infiltración básica (mm/hora)
"Zaragoza - Tamarindo"	11.95
"El Vaticano"	9.17
"La Susana"	5.36

Factores del cultivo

Requerimientos hídricos:
Las condiciones de clima, la disponibilidad de agua y de nutrientes regulan el desarrollo de las plantas. Las plantas a través de sus diferentes fases o etapas de desarrollo (establecimiento, reproductiva, maduración) requieren determinada cantidad de agua, cantidades que varían en cada una de estas fases; en los primeros estados las necesidades de agua son bajas, necesidades que se van incrementando hasta alcanzar máximos valores en la fase reproductiva, para luego volver a disminuir en la fase de maduración.

El conocimiento de los requerimientos de agua de un cultivo, conocidos también como evapotranspiración o uso consuntivo es un factor de suma importancia para que la aplicación de riego sea eficiente; si se conocen las necesidades de agua e igualmente se tienen datos de lluvia de una zona determinada, es posible establecer las épocas de siembra de tal forma que las fases de mayor demanda por parte del cultivo, coincidan con las de mayor lluvia y así las aplicaciones de riego serán mínimas, especialmente en aquellas áreas donde la disponibilidad de agua para riego es baja. Igualmente en donde, aúnque se cuente con agua e infraestructura para riego se pueden planificar las épocas de siembra para que las aplicaciones de riego sean mínimas y se realicen teniendo en cuenta las necesidades reales de la planta.

La evapotranspiración o requerimiento de agua de un cultivo se puede determinar mediante métodos empíricos o teóricos, a través de fórmulas que involucran las diferentes variables climáticas que inciden en ella, o midiéndola directamente en campo. Corpoica, en diferentes trabajos de investigación ha medido este parámetro para los principales cultivos de la zona entre ellos las limas ácidas; estos valores aparecen en la tabla 4.

Tabla 4. Valores de evapotranspiración y coeficientes de cultivo "Kc", de limas ácidas.

Edad del cultivo (meses)	Evapotranspiración (mm/día)	Coeficiente de cultivo "Kc"
6 a 12	3.02	0.4 a 0.5
13 a 18	3.39	0.6 a 0.65
> 18	5.05	0.9 a 1.0

Figura 1.
Riego por goteo en limón

Figura 2.
Toma de muestras de suelo para determinar densidad aparente en el laboratorio

Figura 3.
Infiltración por anillos

Figura 4.
Infiltración en surcos

Figura 5.
Pluviómetro y evaporímetro

Figura 6.
Riego por goteo en limón

Figura 7.
Tanque de almacenamiento

Figura 8. Tubería de conducción

Figura 9. Tubería de distribución

Figura 10. Gotero o emisor (microtubo)

Figura 12.
Humedecimiento del suelo en riego por goteo

Figura 13.
Soporte de alambre para los microtubos

Otro factor a tener en cuenta y de gran utilidad en la estimación de las necesidades de agua de los cultivos es el Coeficiente de cultivo "Kc", el cual se obtiene como la relación entre la evapotranspiración medida en campo y la evaporación del tanque, medida en la estación meteorológica. Si se conocen los valores del coeficiente de cultivo y se tienen los datos locales de evaporación, se puede fácilmente estimar los requerimientos de agua en un cultivo para un periodo de terminado, mediante la relación:

ET = Evaporación x Kc.

Donde:

ET = Evapotranspiración o requerimiento hídrico, en milímetros
Evaporación = Evaporación medida en el tanque, en milímetros

Kc = Coeficiente de cultivo, de acuerdo con su estado o fase de desarrollo.

Al igual que los valores de evapotranspiración, se cuenta con los valores de Kc, los cuales se muestran en la tabla 4.

Profundidad radicular:
La profundidad efectiva de las raíces está limitada por algunos impedimentos de tipo físico que el suelo tenga en su perfil, como son las compactaciones. Para calcular la cantidad de agua a aplicar en cada riego, es necesario conocer la profundidad de las raíces con cierta exactitud; por tal razón se debe determinar directamente en el campo, a través de su observación en una calicata o "cajuela". Aunque existen tablas que relacionan las profundidades radiculares de diferentes especies, éstas sólo se deben tener en cuenta como referencia, si los suelos en los cuales se establecen los cultivos no tienen limitantes.

Lámina de agua aprovechable

El agua utilizable por las plantas o agua disponible, como se mencionó anteriormente, es aquella presente en un suelo entre los valores de capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula, teniendo en cuenta los factores mencionados previamente:

$$\mathbf{A.A. = (C.C - P.M.P) /100 * (D.A)*(PR)}$$

Donde:

A.A. = Agua aprovechable o disponible, en centímetros
C.C. = Contenido de humedad a Capacidad de campo, en %
P.M.P = Contenido de humedad al Punto de marchitamiento permanente, en %
D.A = Densidad aparente, en gr/cm^3
PR = Profundidad radicular, en centímetros.

El método de riego por Goteo.

El riego por goteo es uno de los más nuevos métodos de aplicación del agua. Se describe como la aplicación frecuente y en bajos volúmenes de agua a través de dispositivos llamados emisores o goteros. El desarrollo de la industria del plástico manufacturó tubería económica e hizo práctico el uso del riego por goteo. Hoy en día millares de hectáreas son regadas por goteo a nivel comercial en todo el mundo.

Ventajas del sistema:

- Economía de agua, dada la elevada eficiencia de aplicación
- Mejor control de la cantidad de agua aplicada
- Mayores rendimientos y mejor calidad de las cosechas
- Ahorro de mano de obra
- Menor infestación de malezas
- Posibilidad de utilizar aguas que contienen sales
- Posibilidad de aplicar fertilizantes con el agua de riego

Desventajas:

- Peligro de obstrucción o taponamiento de los goteros
- Inversión inicial alta
- Requiere de un buen diseño e instalación
- En zonas áridas, el uso sistemático durante varios años con aguas de mala calidad puede causar problemas sino se maneja en forma adecuada.
- Riesgos de daño del sistema

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Componentes del sistema de riego por goteo

Dado que el sistema de riego por goteo establecido en los tres minidistritos de riego, corresponde a un sistema tipo ICA caracterizado particularmente por su bajo costo, fácil montaje y operación, los componentes descritos difieren un poco de los sistemas comerciales que se conocen. En términos generales las principales partes del sistema son:

- Fuente de agua: Se puede utilizar cualquier fuente de agua; superficial (lagos, ríos, canales) o subsuperficial (pozos profundos, aljibes).
- Equipo de bombeo: Se utilizan motobombas eléctricas o a combustión (gasolina, ACPM)
- Tanque de almacenamiento: Se pueden utilizar tanques de plástico, de eternit o de concreto; su capacidad depende del área a regar. Estos tanques deben ubicarse a una altura no mayor de 2 metros, ya que con esa cabeza o presión funcionan bien los emisores o goteros.
- Tuberías de conducción y distribución: El uso de tuberías de polietileno es lo más corriente; este material tiene como ventajas su duración (10 años o más), resistente a la corrosión y no es muy influenciado por la radiación solar.

En los sistemas riego por goteo se tienen dos tipos de tubería :
Tubería de conducción: Su diámetro varía e acuerdo con el área a regar y por lo tanto del caudal de descarga o cantidad de agua a conducir. En los sistemas instalados se usó tubería de ¾ de pulgada de diámetro.

Tubería de distribución: Generalmente son tuberías de diámetros pequeños; en el caso de los sistemas instalados en los tres distritos se utilizó un diámetro de tubería de ½ pulgada. Esta tubería, conocida como ramales o portagoteros, se conecta en forma perpendicular a la tubería de conducción y sobre ella se insertan los emisores o goteros.

Goteros:
Son los dispositivos a través de los cuales el agua sale de los ramales o laterales de plástico al suelo para ser absorbida por las plantas. Los goteros son de plástico y su caudal puede variar de 1 hasta 10 litros por hora. En el caso de los sistemas tipo ICA, los goteros utilizados difieren de los comúnmente utilizados; los goteros no son más que mangueritas de polietileno, de diámetro muy pequeño (1.1 milímetros) conocidos como microtubos . Su caudal varía de acuerdo con la longitud del mismo y la cabeza o presión a la cual trabajan; normalmente las presiones de trabajo de estos goteros son como máximo de 2 metros.

A pesar de que los microtubos han sido señalados en muchas oportunidades como los emisores más desventajosos desde el punto de vista de su facilidad de obstrucción o taponamiento, si se tiene un buen cuidado con el agua utilizada y periódicamente se revisan para evitar que se tapen, no hay mayores problemas en su utilización. Además tienen la ventaja de que su costo demasiado bajo, no es comparable con el de goteros sofisticados. En general los goteros deben cumplir ciertas condiciones: Sus descargas o caudales deben ser bajos, uniformes y constantes, ser baratos y compactos.

Todos los materiales usados en este tipo de sistema de goteo son de fabricación nacional y por tanto presentan ventajas desde el punto de vista costos con relación a los materiales y equipos importados.

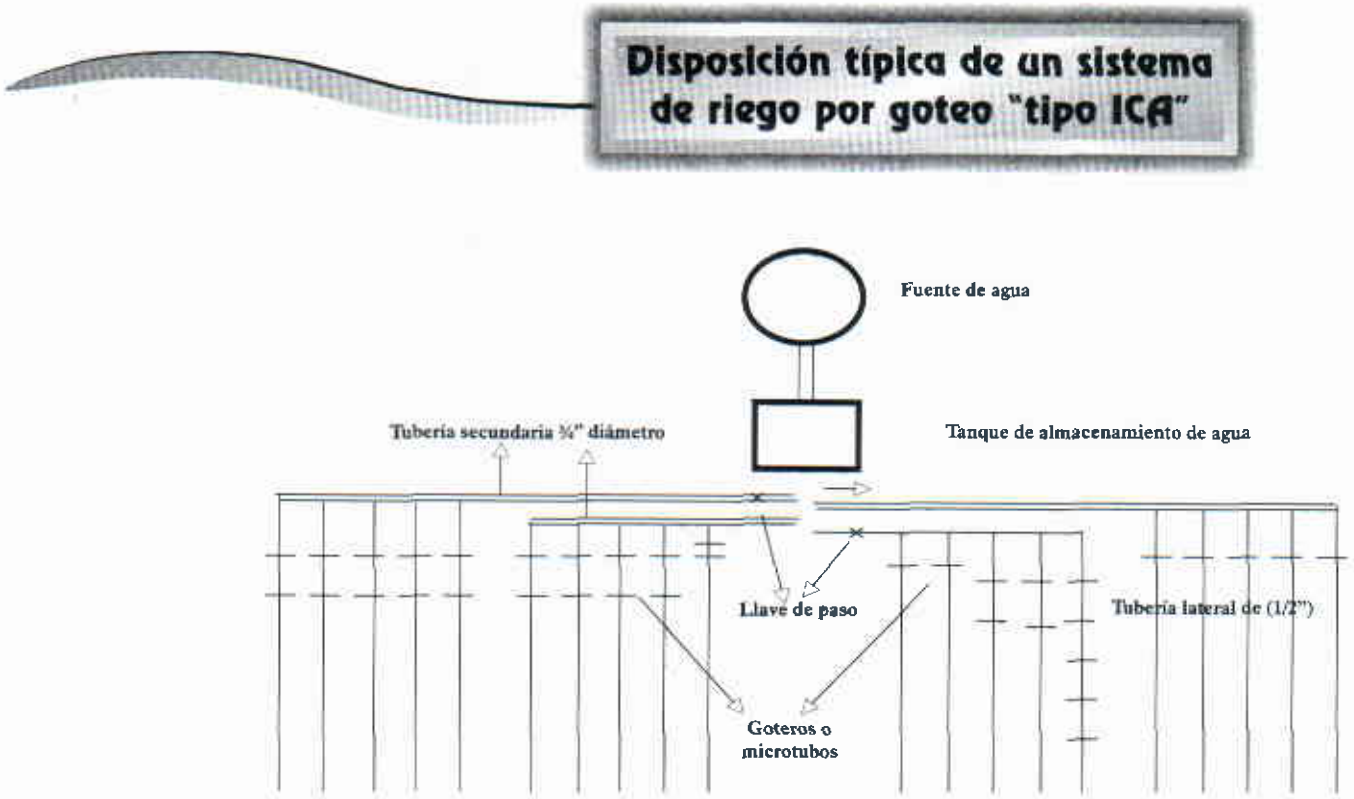

Figura 11 . Disposición típica del sistema de riego por goteo tipo ICA

En la figura 11. Se muestra la disposición típica del sistema de riego por goteo utilizado en los tres minidistritos de riego; la única diferencia existente es la fuente de agua, ya que en dos de ellos se utilizó como fuente el agua de un aljibe, mientras que en el tercero el agua se toma de una quebrada.

Manejo del riego

Los sistemas de riego por goteo son diseñados y manejados para humedecer sólo una parte del área del suelo con volúmenes de agua bajos y frecuencias de riego altas o sea con intervalos cortos entre riegos, por tal motivo los procedimientos para calcular láminas de riego, frecuencias, etc. utilizados en otros métodos de riego deben ser ajustados para este método.

Humedecimiento del suelo:

El riego por goteo moja sólo una parte del suelo y se distribuye en forma de gotas; el agua aplicada a la superficie del suelo gota a gota se mueve en forma tanto horizontal como verticalmente y humedece un volumen de tierra en forma de bulbo o "cebolla" que depende del caudal aplicado, la textura del suelo y el tiempo de aplicación. En suelos de textura liviana o arenosa el bulbo húmedo es de forma alargada, mientras que en suelos pesados o arcillosos su forma es "achatada".

Porcentaje de área humedecida:

El área humedecida por cada gotero es normalmente una parte muy pequeña de la superficie del suelo y se determina como el área humedecida a una profundidad entre 15 y 30 centímetros por de bajo de los goteros, dividida por el área que ocupa cada planta; no existe un valor ideal de porcentaje de área humedecida, sin embargo un criterio razonable por ejemplo para el caso de árboles frutales es considerar el área húmeda como el 33% del área total que ocupa cada árbol.

El área humedecida por cada gotero es normalmente una parte muy pequeña de la superficie del suelo y se determina como el área humedecida a una profundidad entre 15 y 30 centímetros por de bajo de los goteros, dividida por el área que ocupa cada planta.

No existe un valor ideal de porcentaje de área humedecida, sin embargo un criterio razonable por ejemplo para el caso de árboles frutales es considerar el área húmeda como el 33% del área total que ocupa cada árbol. Para el caso de los sistemas instalados en los huertos de limón en cada distrito de riego en pequeña escala se tomó como valor del área húmeda el 33% del área total para los árboles durante el primer año después del transplante al sitio definitivo ; es decir que los cálculos de volumen de agua a aplicar se hicieron para un área igual a:

Area total ocupada por cada árbol : 4m x 4m = 16 m^2

Area húmeda : 16m^2 x 33% = 5.30 m^2

O sea que la cantidad total a aplicar a cada árbol es la necesaria para mojar 5.30 m^2 en cada uno de ellos.

Después del primer año, se recomienda tomar como área húmeda o área a regar, el 50% del área total ocupada por cada árbol, es decir 8 m^2.

Lámina Neta:
Para nuestro caso se tomó como criterio aplicar una lámina igual al 100% de la evaporación; es decir que si la evaporación diaria es de 5 milímetros se debe aplicar como riego una lámina igual a 5 milímetros para reponer la humedad que se pierde en forma de evaporación.

Para las aplicaciones de riego en los huertos de limón establecidos se prepararon tablas de riego teniendo en cuenta el caudal de cada gotero, medido directamente en campo, la evaporación medida directamente en la finca y el área húmeda mencionada anteriormente; con estos datos se calculó el tiempo de riego necesario para aplicar la lámina de agua necesaria a reponer diariamente.

Como ejemplo se muestra la tabla No. 5, de tiempos de riego, hecha con base en los siguientes datos:

Caudal de cada gotero : 3.0 litros por hora

Área a humedecer por cada árbol: 5. 3 m^2

Tabla 5. Tiempos de riego con base en la evaporación diaria

Evaporación diaria (mm)	Tiempo de riego (minutos). Primer año	Tiempo de riego (minutos). A partir de segundo año
1.0	35	52
2.0	70	105
2.5	87	131
3.0	105	157
3.5	122	182
4.0	140	208
4.5	157	234
5.0	175	260
5.5	192	286
6.0	210	312
6.5	227	338

Los cálculos respectivos son:

Area a humedecer : 5.3 m^2

1 milímetro de lámina = 1 litro por cada metro cuadrado

Si la evaporación es igual a 1 milímetro, entonces se necesitarían 5.3 litros por árbol

Como cada árbol tiene 3 goteros con un caudal de 3.0 litro por hora cada uno, los tres aplicarían 9 litros en una hora
Para aplicar los 5.3 litros que se necesita reponer, el tiempo que se requiere dejar el sistema (llave de paso) funcionando será:

Tiempo = 5.3litros / 9 litros/hora = 0.59 horas = 35 minutos

Los tiempos de riego se pueden disminuir agregando más goteros por árbol y haciendo el mismo tipo de cálculo; así por ejemplo si se duplicara el número de goteros, el tiempo se reduce a la mitad. Esto, se debe hacer cuando los árboles hayan alcanzado un mayor tamaño, normalmente a partir del año y medio de transplantados.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Recomendaciones para un buen funcionamiento del sistema de riego.

Dado que a los sistemas instalados no se les acondicionó un sistema de filtrado, y a pesar de que el agua utilizada no contiene sedimentos, especialmente cuando se utiliza agua de aljibes, se deben tener algunas precauciones para evitar el taponamiento de los goteros:

- Periódicamente se debe hacer un lavado de la tubería, ojalá con una frecuencia quincenal, poniendo a funcionar el sistema y quitando los tapones al final de cada línea lateral.
- Revisar frecuentemente los goteros para asegurarse de que no estén tapados; si esto ocurre se golpea la punta del gotero para así eliminar cualquier obstrucción.
- Evitar que la punta del microtubo entre en contacto con el suelo húmedo; para ello se puede utilizar una especie de soporte en forma de "churrusco" (figura 13), hecho con alambre dulce calibre 18, que permite elevar el gotero sobre la superficie del terreno y así evitar taponamiento de afuera hacia adentro.
- Revisar el sistema para corregir fallas tales como pequeñas fugas por daño en las mangueras, o deterioro de los goteros para lo cual se deben reemplazar estos.
- Cuando se realicen labores de limpieza con machete o azadón dentro del lote, es necesario en lo posible recoger las mangueras para evitar cortarlas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONVENIO CORPOICA-INAT No.174. 1999. Manejo de cultivos de piso cálido en distritos de riego en pequeña escala. Manual de Asistencia Técnica No.3. Bogotá. 69p.

CONVENIO CORPOICA-INAT No.174. 1999. Manejo de riego a nivel predial en distritos de pequeña escala. Manual de Asistencia Técnica No.4. Bogotá.

CONVENIO CORPOICA-INAT No.174. 1994. Informe de avance No. 3 Bogotá.

NSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1986. Manual de riego y drenaje. Bogotá.

WHIPER, B.; VIPOND, S. 1975. Irrigation design and practices. 305p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1986. Curso taller de riego por goteo. Bogotá.