

TP N

Unidad N 9

RIEGO POR GOTEO

Equipo docente:

Ing. Agr. Leopoldo J. Génova (Dr. M. Sc.), Profesor Titular Ordinario

Ing. Agr. Ricardo Andreau, Profesor Adjunto Ordinario

Ing. Agr. Marta Etcheverry (M. Sc.) Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario

Ing. Agr. Pablo Etchevers, Jefe de Trabajos Prácticos

Ing. Agr. Walter Chale, Ayudante Diplomado

Ing. Agr. Luciano Calvo Ayudante Diplomado

Ing. Agr. Facundo Ramos, Ayudante Diplomado

1. Riego localizado
2. Distribución de agua en el suelo
3. Ventajas del riego por goteo
4. Limitaciones del riego por goteo
5. Factores que influyen sobre la adopción del riego por goteo
6. Composición de un sistema de riego
7. Clasificación de goteros
8. Factores que influyen en la longitud del lateral
9. Pluviometría y descarga
10. Líneas de distribución
11. Cabezal principal del sistema de riego por goteo
12. Filtrado
13. Fertilización
14. Métodos de fertilización
15. Tuberías de los sistemas
16. Directivas para la compra de un sistema de riego localizado
17. Características del goteo en frutales

18. Características del goteo a campo
19. Prevención de obstrucciones
20. Goteros especiales
21. Planificación de un sistema de riego por goteo
22. Fertirrigación
23. Bibliografía

1. Riego localizado

La idea de regar usando tuberías de pequeño diámetro comenzó en el Reino Unido en los años 40. Los sistemas de riego modernos provienen de Israel en el 63 y USA en el 64. Al año 2000 se regaron 3 millones de hectáreas usando este tipo de sistema de riego. La mitad corresponde a frutales. El riego por goteo permite una mejor conservación del recurso agua y del medio ambiente.

Los países con mayor superficie regada por goteo son:

País	Hectáreas
EEUU	600.000
España	160.000
Australia	147.000
África	104.000
Israel	78.000
Italia	68.000
Egipto	60.000
México	57.000
Japón	55.000
India	50.000
Francia	41.000

2. Distribución de agua en el suelo

El riego por goteo humedece una zona limitada del suelo. En el volumen humedecido se acomoda el sistema radicular de la planta, dependiendo esto del tipo de suelo, la descarga del gotero, la frecuencia de riego, etc.

La unidad de riego es el gotero, el cual aplica el agua gota a gota. Alrededor de cada gotero se forma una zona de suelo húmedo que se llama bulbo o cebolla. Dentro del bulbo se forman tres zonas: La saturada, la de equilibrio y la seca.

La forma del bulbo se correlaciona con el tipo de suelo, (arenoso o arcilloso) con la descarga del gotero y la frecuencia del riego. La acumulación de sales se da en la zona seca, mientras que en las otras dos zonas la conductividad es similar a la de la solución de riego.

3. Ventajas del riego por goteo

Son equipos fijos que pueden ser usados en cultivos anuales o perennes.

Tienen una distribución del agua muy precisa (5% de variación) y buena uniformidad durante la aplicación
Son sistemas flexible ya que se puede variar el intervalo de riego, la duración del riego, la presión de trabajo, etc.
Es indiferente al viento
Se mejora el balance hídrico día noche
Ahorra energía de bombeo
Permite trabajar en suelos marginales (pedregosos, calcáreos, salinos, poco profundos)
Es posible regar con aguas salinas
Se trabaja con menores presiones (ahorro de energía)
Se puede trabajar en suelos con pendiente sin necesidad de nivelar
Se puede aplicar fertilizante con el agua creando condiciones mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos
Al ser sistemas de bajo caudal, cualquier error horario no produce graves problemas de encharcamiento, como si loase la aspersión.
Permite regar fácilmente parcelas de tamaño irregular
Es ideal para utilizar en cultivos altos (caña)
Disminuye los problemas fitopatológicos si se lo compara con la aspersión
Se puede fumigar mientras se riega y no encharca los caminos
Permite una mayor exactitud en los cronogramas de riego
Reduce sensiblemente el escurrimiento superficial
En frutales se puede ir incrementando la descarga poniéndole mas goteros alrededor de la planta.

4. Limitaciones del riego por goteo

Alta inversión inicial
Necesidad de filtrar el agua (los canales dentro de los goteros tienen entre 0,4 y 1,8 mm.)
Los roedores buscando agua muerden las mangueras
No es muy eficiente para hacer germinar las semillas en siembra directa (principalmente en suelos sueltos)
No protege contra el calor y el frío
No protege contra la erosión eólica
En plantas de gran porte genera problemas de anclaje
No es eficiente para lavar suelos (la aspersión es mas efectiva)

5. Factores que influyen sobre la adopción del riego por goteo

Condiciones de cultivo en terrenos de alto valor y / o con cultivos de alto valor
Cultivos protegidos
Suelos de mala calidad
Uso de agua salina para riego
Cantidad limitada de agua (por caudal o por cantidad disponible)
Condiciones de viento constante

6. Composición de un sistema de riego

Cabezal principal: donde se regula la presión y se limpia el agua

Tubería de distribución: tubería instalada en forma perpendicular a los surcos, que suministra agua a los laterales por intermedio de conectores

Laterales de goteo: tuberías de polietileno con goteros insertados, instalados paralelamente a los surcos.

7. Clasificación de goteros

- Por tipo:

Microtubo: es un tubo muy fino, de diámetro capilar que disipa la presión por fuerza capilar y la trayectoria del flujo a lo largo del Microtubo. El tubo va insertado sobre un lateral de 12, 16 o 20 mm.

Ventaja: Económico

Desventaja: la descarga es variable. Con temperaturas elevadas se dilata variando la descarga. Se obstruye fácilmente dado que su flujo es laminar (no es turbulento).

Laminar: formado por dos piezas. Sobre el cuerpo se encuentra un canal con forma de rosca (parecido a un tornillo) y comparte los problemas del Microtubo (obstrucción)

Perforado: se trata de una perforación en una manguera

Laberinto: fue una revolución en el sistema hidráulico de los goteros. La gota se genera por la pérdida de carga ocasionada por el recorrido turbulento. La turbulencia estabiliza la descarga, aún en presencia de cambios de temperatura. La variación de de la descarga es reducida frente a grandes cambios de la presión. El trayecto del flujo turbulento puede llegar a ser de entre 25 y 33 cm de largo en un gotero.

El caudal depende de los siguientes factores:

La forma del laberinto

La longitud del canal

El ancho del canal (en un gotero de perforación es de 0,4 mm mientras que en uno laberíntico es de 1,4 mm, por lo tanto la posibilidad de obstrucción será menor)

La profundidad del canal

Relación longitud, profundidad, y ancho del laberinto de un gotero turbulento

Litros / hora	Longitud	Profundidad	Ancho
1	354	0,8	0,84
2	357	1,1	1,18
4	258	1,35	1,44
8	195	1,44	1,95

Mayor longitud o menor profundidad o menor ancho= Menor caudal

Tubo de laberinto: es un tubo con dos secciones paralelas, una de conducción de aguay la otra de laberinto, con una pared en común que permite el paso de una sección a otra. Utiliza el principio de turbulencia y son económicas.

Diafragma: Son goteros en los que un diafragma de goma controla la descarga, lo que genera una altísima uniformidad entre la descarga de los distintos goteros de la línea. El problema principal está dado por la calidad del material del diafragma.

- Por conexión del gotero

Lateral: para insertarlo hay que cortar el lateral e insertar el gotero en el mismo. El gotero constituye una continuación del lateral.

Ventajas: exactitud en la descarga y altas gamas de descarga (1 a 8 litros por hora)

Desventaja: si se desconecta un gotero el lateral deja de funcionar, la instalación escalonada en frutales no es práctica, y el reemplazo de los goteros obstruidos es difícil.

Insertado: incluye una amplia gama de tipos de goteros (vórtice, diafragma, laberinto y laminar). Se conectan sobre un tubo, normalmente pinchándolo.

Ventajas: la conexión es universal, y se adapta a las distintas tuberías. Si se desconectan, no influye. Fácil reemplazo. Posibilita la instalación escalonada.

Desventaja: sobresale del tubo, enganchándose y saltando. Es sensible a obstrucciones, limitado a descargas elevadas (2 litros / h). Se adaptan bien a invernaderos y frutales.

Integral: el gotero es un componente integral de la tubería, fabricado o soldado durante la fabricación del tubo. Este sistema utiliza goteros diafragma, laberinto y perforado.

Ventaja: es una tubería completamente lisa.

Desventaja: requiere de conectores especiales, el reemplazo de goteros es problemático. Se adapta a campo e invernadero.

Los sistemas en uso son:

De perforación	Meritif, T Tape
Laberinto común	Naantif, Supertif
Laberinto compensado	Naantif, Netafim
Diafragma	Raam, Gadash, Tipaz, Plastif

- Por amortización del gotero

Anual: se usan una sola vez, y las paredes de la tubería son de 0,1 a 0,2 mm de espesor. Son de bajo costo y trabajan a baja presión (5 m. c. a.)

Bianual: se usan por dos años y las paredes son de 0,25 a 0,5 mm de espesor.

Perenne: se usa varios años y el espesor va de 1 a 2 mm.

- Por la función del gotero

Común: un aumento de la presión causa un aumento de la descarga constante entre el primer y el último gotero.

Auto compensado: son goteros que regulan la descarga bajo condiciones de presión variable. El principio de regulación está basado en un diafragma que limita la salida de agua y aumenta la presión. Este aumento permite incrementar el número de goteros sobre el lateral sin que varíe la descarga entre el primer y el último gotero. El mayor caudal dentro de la tubería causado por el aumento de presión, es distribuido uniformemente entre todos los goteros.

Ventajas: Eliminan el factor topográfico. Descarga uniforme ante variaciones de presión.

Flexibilidad en el largo de los laterales. Se puede trabajar con descargas elevadas.

Anti drenante: Al dejar de regar el tubo se mantiene lleno de agua. Una membrana (normalmente siliconada) que se encuentra dentro del gotero, no deja drenar el agua que se encuentra dentro del tubo

- Por diámetro del tubo

12mm

16mm

20mm

- Por la clase del tubo

Fino

Clase 2,5 atm

Clase 4 atm

8. Factores que influyen en la longitud del lateral

Diámetro de la tubería

Para goteros de 2lt/h y a 100 cm de distancia

16 mm de diámetro 240m de long máxima

20 mm de diámetro 208 m de long máxima

Descarga horaria del goteo:

Para lateral de 16 mm y goteros a 100 cm de distancia

1 lt/h 207 long máxima

2 lt/h 133 long máxima

4 lt/h 87 long máxima

8 lt/h 54 long máxima

Distancia entre goteros

Para un lateral de 20 mm y goteros de 4 lt/h

50 cm 113 long máxima

100 cm 175 “ “

150 cm 226 “ “

Compensación entre goteros

Para un lateral de 16 mm y goteros de 4 lt/h a 20 mca de presión inicial y 100 cm. de distancia.

No compensado 80 m de long máxima

Compensado 212 “ “

Pendiente paralela al lateral

Para un lateral de 20 mm y goteros de 4 lt/h y presión 14mts

Pendiente

+2% 103 m

0% 142 m

-2% 170 m

Exponente del gotero:

Que expresa la relación entre presión y descarga

Para un lateral de 16 mm y goteros de 2 lt/h a 100 cm de distancia

0,8 100 m

0,5 133 m

Espesor de la tubería

Para un lateral de 16 mm y goteros de 2 lt a 100 cm de distancia

1,1 mm 142 m

1,4 mm 122 m

Presión inicial en goteros auto compensados distancia

10 166 m

10. Líneas de distribución

Son las que reparten el agua a los laterales y reducen la presión a la de trabajo de los goteros. Las más usadas son las de polietileno por su flexibilidad limpieza y adaptación, pero también hay de PVC y aluminio.

11. Cabezal principal del sistema de riego por gotero

1) Filtración primaria: remueve las partículas de mayor diámetro. Filtros de grava o hidrociclónicos.

2) Regulación de presión: mantiene la presión máxima posible en las líneas de conducción distribución.

3) Fertilización: inyección de fertilizantes en la línea a través de tanque o bombas inyectoras.

4) Medición de presión: para ver el nivel de obturación del filtro, y el nivel de presión del cabezal.

5) Descarga de aire: purga el aire de la cañería, si bien algunos autores dicen que el aire comprimido es beneficioso para la limpieza de los goteros.

6) Válvulas de retención: impide el retorno del agua al pozo para que no se contamine con fertilizantes.

7) Válvula de seguridad: mecanismo que permite la salida de agua de la instalación al producirse fuertes presiones.

8) Purgadores: elemento que permite la salida del aire de la instalación.

9) Caudalímetro: registra el nivel de aplicación de agua en los distintos riegos.

10) Filtración secundaria: es un filtrado fino. Se trata generalmente de un filtro de anillas o mallas.

11) Cierre de paso: ideal al momento de reparaciones cuando hay agua en la cañería principal.

12) Filtrado: Tipos

De Separación: llamados hidrociclones trabajan por el principio de las fuerzas centrífugas separando las partículas más pesadas que el agua. Son muy efectivos para la separación de arenas

De malla: El filtrado depende del tamaño y densidad de las perforaciones. Son las de uso común bajo condiciones normales.

Malla	Tamaño de la perforación	Espesor del hilo	Nº de perforaciones por cm
10	2.000	0.760	3.5
20	0.480	0.420	8.0
40	0.420	0.250	15.0
80	0.177	0.119	34.0
140	0.105	0.074	56.0
200	0.074	0.053	79.0
270	0.053	0.041	106.0

De anillas: Con este diseño se aumenta la capacidad de filtración de las partículas finas.

De grava: especiales para separar algas sulfatos, arcillas.

Grado de filtración

La unidad intermedia es el Mesh (numero de perforaciones por pulgada).Lo normal es usar las de 120,140,160 y 200 Mesh.

13 Fertilización

Las ventajas de la fertirrigacion son: Frecuencia de aplicación, Exactitud y la distribución y Protección del follaje

14 métodos de fertilización

Tanque fertilizante: es un recipiente hermético con fertilizante licuado. Una válvula estranguladora aumenta la presión en la entrada del tanque y reduce la presión en la salida. De esta forma el fertilizante es inyectado en la línea de riego. El control sobre el ritmo de inyección es limitado.La concentración del fertilizante en el agua al principio es alta y luego disminuye.

Venturi: utiliza el principio de ventura que es un estrechamiento en un tubo paralelo a la dirección del flujo que produce un vacío. Este vacío hace posible aspirar el fertilizante o cualquier otro liquido en el agua de riego.

Bomba de inyección: Estas bombas hidráulicas utilizan la presión del agua como fuente de energía. Pueden ser de diafragma o de pistón hidráulico.

Ventajas: exactitud, posibilidad de automatización,

Desventajas: mantenimiento las pérdidas ocasionadas por el accionamiento de la bomba (diafragma 200% de volumen del fertilizante y pistos 300% del volumen del fertilizante).

Formas de aplicación:

Por tiempo.

Aplicación continua: Cuando el riego y la fertirrigación se realizan en formas similares.

Aplicación escalonada: Cuando la fertirrigación se aplica por cantidad una vez terminada esta, continúa el riego.

Por la forma:

Proporcional: Se conserva una relación fija entre el volumen de agua y el fertilizante. Se mantiene un nivel de dilución constante. El caudalímetro está conectado a la bomba de inyección y la hace funcionar de acuerdo con el volumen de agua que pasa por la red. Es el típico para sistemas de goteros.

En tres fases: El riego comienza con agua de riego, sigue con la inyección de fertilizante y termina con agua.

15 tuberías de los sistemas

El tubo usado para laterales de gotero y líneas de distribución es el polietileno y el PVC. El polietileno virgen es un material transparente que para otorgarle resistencia UV y protegería de las algas, se la agregan negro de humo. Los factores que influyen en la vida del PE son: la presión de trabajo a temperatura, la radiación y el tiempo. Al Pe se lo clasifica según la presión máxima de trabajo:2,5-4-6-8-10-12-16.

En la práctica existen tres clases:

El integral, donde el fabricante determina la presión de trabajo (espesor 0-1,3mm)

El 2,5 para goteros comunes (espesor 1,4mm)

El 4 para goteros compensados (espesor 1,6 o mas mm)

Para conducción y distribución se utiliza PE rígido.

Las uniones de tuberías pueden ser de acople exterior, que no provoca perdidas de carga, es segura y fácil de desconectar o acople interior que son económicos, propensos a desconectarse y económicos.

El PVC rígido solo se usa en líneas subterráneas de distribución. Es barato, limpio y liviano.

Las desventajas son:

No soportan los golpes de ariete

No tolera el frió

Sensible a UV

Es menos flexible que el PE

Para las uniones en PVC un extremo del tubo viene ensanchado

16. directivas para la compra de un sistema de riego localizado.

Plano de distribución de la tubería sobre la parcela.

Calculo hidráulico

Descarga nominal del gotero

Nivel y grado de filtrado

Presión de trabajo recomendada

Tubería de PVC y PE con marcas de identificación

Líneas de accesorios fabricados por la empresa

Garantías

Supervisión de la instalación y del funcionamiento por parte de la empresa

17. características del goteo en frutales

Sistemas fijos:

Líneas de distribución subterráneas, para facilitar labores y cosechas

Goteros insertados de fácil control visual

Inserción de goteros escalonada para ahorrar agua y reducir la malezas

Planificación hidráulica y técnica para posibilitar la micro aspersion

Goteros de 4 a 8 lt

El espaciamiento entre goteros debe permitir la creación de una franja húmeda

18. características del goteo a campo.

Lateral de máxima longitud

Descarga de 2 lt/h o menos

Laterales de 16 mm

Goteros integrales

Goteros compensados para superar el problema de la longitud

19. prevención de obstrucción

goteros de paso de flujo ancho profundo

descarga horaria nominal alta

los goteros con diafragma provocan alguna auto limpieza

varios niveles de filtración

lavado automático de filtros

presión de trabajo elevada 1,5 a 2,5 atm

empleo de fertilizantes ácidos

mantener flujo laminar en la tubería

20. Goteros especiales.

Múltiples: que tienen varias salidas

Contra pájaros carpinteros: que son subterráneos

Para macetas: que vienen con estacas para que se afirmen al sustrato

Anillo de goteros: que se usan en frutales rodeando al tronco del árbol

21. fertirigacion.

Fertilizante	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO	% S
PO₄H₂NH₄ PM:115	12,0	60	0	0	0	0
SO₄Mg.7H₂O PM:287,5	0	0	0	0	16	13
CIK PM:74,6	0	0	52,4	0	0	0
PO₄H(NH₄)₂ PM:133	18-21	46-54	0	0	0	0

Fertilizante	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO	% S
(NO₃)₂Ca.4H₂O PM: 236	15,5	0	0	26,6	0	0
NO₃NH₄ PM: 80	33,5	0	0	0	0	0
SO₄(NH₄)₂ PM: 132	21	0	0	0	0	22
NO₃K PM:101	13	0	46	0	0	0
SO₄K₂ PM:174	0	0	50	0	0	18
PO₄H₂K PM:136	0	52	33	0	0	0

Concentración de nutrientes en los fertilizantes (ácidos)

Fertilizante	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO	% S
NO ₃ H (37%) $\delta= 1,23$	8,2	0	0	0	0	0
NO ₃ H (59%) $\delta= 1,37$	13	0	0	0	0	0
NO ₃ H (100%)	22	0	0	0	0	0
PO ₄ H ₃ (75%) $\delta= 1,58$	0	54	0	0	0	0
PO ₄ H ₃ (85%) $\delta= 1,70$	0	61	0	0	0	0
SO ₄ H ₂ (98%) $\delta= 1,83$	0	0	0	0	0	32,6

PH generado por 1 gramo de fertilizante disuelto en 1 litro de agua destilada

Fertilizante	PH	Fertilizante	pH
(NO ₃) ₂ Ca	5.8	SO ₄ K ₂	7.1
SO ₄ (NH ₄) ₂	5.5	PO ₄ H ₂ NH ₄	4.9
UREA	5.8	PO ₄ H ₃ (75%)	2.6
NO ₃ K	7.0	Fosfatourea	2.7

CE (mS . cm⁻¹) generada por 1 gramo de fertilizante disuelto en 1 litro de agua destilada.

FERTILIZANTE	CE (mS .cm⁻¹)
(NO₃)₂Ca	1.24
SO₄(NH₄)₂	1.35
UREA	0.64
NO₃K	1.35
SO₄K₂	1.54

FERTILIZANTE	CE (mS .cm⁻¹)
PO₄H₂K	0.68
PO₄H₂NH₄	0.86
PO₄H₃	1.66
SO₄Mg.7H₂O	0.94
Fosfatourea	1.50
(NO₃)₂Mg	0.54

Domínguez Vivancos, 1993

Ejemplos de cálculo de fertirrigación

Para calcular la fertirrigación se puede utilizar dos métodos, uno teniendo en cuenta la composición del agua y otro sin tenerla en cuenta

Sin tener en cuenta la composición del agua

Pasos para diseño de soluciones nutritivas para fertirriego:

Datos:

Relación nutritiva unitaria 1-0,2-1,3 (NPK)

Concentración de la solución a fertirrigar 1/1.000

Requerimientos en Kg/ha 200N, 40P, 250 K

Fertilizantes a usar: Ácido fosfórico, Nit amonio y Sulf potasio

Lamina de riego 5 mm

Superficie 1 ha

1) Utilizando la relación nutritiva unitaria (generalmente se expresa como los Kg de cada nutriente en relación a un Kg de N) y la concentración de cada nutriente en los fertilizantes disponibles, calculamos a cuantos Kg de fertilizante equivale cada valor unitario.

35 kg N ----- 100 Kg nitrato de amonio

1 kg N ----- X = 2,85 Kg nitrato de amonio

60 Kg P ----- 100 Kg ácido fosfórico

0,2 Kg P ----- X = 0,33 Kg ácido fosfórico

50 kg K ----- 100 Kg sulfato de potasio

1,3 Kg K ----- x = 2,6 Kg sulfato de potasio

2) Suma de los Kg calculados de cada fertilizante en función de la relación unitaria:

$2,85 \text{ Kg N} + 0,33 \text{ Kg P} + 2,6 \text{ Kg K} = 5,78 \text{ kg de fertilizante}$

3) Hasta el momento sabemos que mezclando esas cantidades de fertilizantes, mantenemos la relación entre los mismos, pero tenemos que saber qué cantidad de fertilizante es requerida para preparar 1 Kg de mezcla de fertilizantes.

Nitrato de amonio:

5,78Kg 2,85 Kg

1 kg x=0,493 Kg

Ácido fosfórico

5,78 Kg 0,33 Kg

1 Kg x = 0,056 Kg

Sulfato de potasio

5,78 Kg 2,6 Kg

1 Kg x = 0,457 Kg

4) Suma para comprobar la correcta realización de los cálculos

$0,493 \text{ Kg} + 0,056 \text{ Kg} + 0,457 \text{ Kg} = 1 \text{ Kg}$

En este caso, sabiendo que la concentración de la solución es de 1 en 1000 vamos a tener que incorporar 1 Kg de fertilizante por M3 de solución.

5) Se multiplica las dosis por la riqueza para saber la cantidad de nutrientes que se aplica metro cúbico de riego

0,493 Kg nit amonio.....x 0,35 N= 0,172 Kg de N/m³

0,056 Kg ácido fosforito.... x 0,60 P= 0,034 Kg de P/m³

0,457 Kg sulf de potasio... x 0,50 K = 0,226Kg de K/m³

6) Para una lamina de 5 mm por ha se aplica 50 m³ por cada riego

0,172 kg.....x 50= 8,62 Kg por riego

0,034 kg.....x 50= 1,70 Kg “ “

0,226 kg.....x 50= 11,32 Kg “ “

7) En función del requerimiento se calcula la cantidad de fertirriego en el ciclo del cultivo

200/ 8,62.....=23 fertirriegos

40/ 1,70..... =23 “

250/ 11,32.....= 23 “

Teniendo análisis de agua

Es la que se utiliza para cultivos hidropónicos. Se necesita un análisis que tenga en cuenta nitratos, sulfatos potasio, calcio, magnesio, sodio, carbonatos, bicarbonatos, pH y conductividad eléctrica.

1) Se parte de una solución ideal expresada en mmol /l

2) Se le resta lo que tiene el agua y se calcula la cantidad de bicarbonato a neutralizar normalmente se deja 0,5 meq libres para tener una solución a pH 5,5

3) Con una matriz se trata de lograr la mejor combinación de nutrientes

4) Se trasforma los mmol de fertilizante a Kg por m³, y se procede a calcular

23. bibliografía

Doorembos y Pruit, “las necesidades del agua de los Cultivos” (FOA-Roma, 1980)

Medina: San Juan, “Riego por goteo” (Mundiprensa – Madrio 1980)

Domínguez Vivancos, “Fertirrigacion” (Mundiprensa – Madrio 1993)

Panunzio Alejandro, “Riegolocalizado de alta frecuencia” (Facultad de Agronomía – UBA CEABA 1999)