



INFORMACION TECNICA

Tubo Textil Exudante, PORITEX[®]



“Riego Subterráneo”

DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO LOCALIZADO MEDIANTE PORITEX

En el diseño agronómico se debe garantizar que la instalación de riego sea capaz de suministrar, con una eficiencia de aplicación óptima, las necesidades del cultivo durante el período de máximo consumo, consiguiendo, además, mojar el volumen de suelo suficiente para su adecuado desarrollo.

En el diseño agronómico se determina el volumen total de agua a aplicar en cada riego y el tiempo necesario para ello, tomando como base las necesidades de agua del cultivo.

1) Necesidades de agua del cultivo (mm/día):

Se determinan a partir de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) utilizando el coeficiente de cultivo apropiado para cada estadio de desarrollo del cultivo, utilizando la siguiente relación:

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

donde ET_o = evapotranspiración de referencia (mm/día)
 K_c = coeficiente de cultivo

2) Cálculo del volumen de agua a aplicar (V_t) en litros:

$$V_t = (ET_c \times I \times A) / EA$$

donde ET_c = evapotranspiración del cultivo (mm/día)
 I = intervalo entre riegos (días)
 A = superficie regada (m^2)
 EA = eficiencia de aplicación (decimal)

Para Poritex, debe considerarse una eficiencia de aplicación del 90% .

3) Tiempo de riego (Tr), en minutos, que se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Tr = (60 \times V_t \times Sl) / (A \times q_e)$$

donde V_t = volumen a aplicar (litros)
 Sl = separación entre líneas de riego Poritex (m)
 A = superficie regada (m^2)
 q_e = caudal por unidad de longitud de Poritex (l/h/m)

Generalitat de Catalunya

IRTA

Departament d'Agricultura,

Ramaderia i Pesca

Servicio de Asesoramiento a la Empresa Agraria

HOJAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

El bulbo húmedo del suelo. Importancia y características.

Aplicación práctica al manejo del riego del olivo y almendro en la zona regable de "Les Garrigues" (Área Flix-Bovera) noviembre 1998

1. INTRODUCCIÓN

Garantizar las mejores condiciones de uso y el óptimo aprovechamiento del suministro de agua a la planta, deben ser los objetivos fundamentales a conseguir con todo sistema de riego correcto.

En este sentido, un riego correcto es aquel que es capaz de aplicar el agua a los cultivos en la cantidad necesaria, según las condiciones del clima y el suelo del lugar; en el momento oportuno, dejando un contenido de humedad en el suelo suficiente (estado de capacidad de campo) y con una distribución homogénea para todas las plantas de la parcela a regada.

Para humedecer correctamente un suelo, sin que éste no quede seco ni con demasiada humedad, será fundamental conocer como se comporta el agua: como se mueve, como se almacena, como la absorbe la planta y cuáles son las pérdidas que se producen.

Debe recordarse la estrecha relación que existe entre el tipo de textura de un suelo (proporción de arena, limo y arcilla) y su porosidad. Así, los terrenos bien aireados, como los arenosos, permiten una buena circulación del agua, pero tienen una reducida capacidad de almacenarla para la planta. En cambio, los suelos franco-arcillosos y arcillosos retienen mayor cantidad de agua, debido a que tienen los poros más pequeños y la circulación del agua en estos suelos es más lenta.

Asimismo, se sabe que el movimiento del agua en el suelo es mediante el desplazamiento a la zona de mayor succión. En un suelo uniforme, esto significa que el agua se mueve de las zonas húmedas a las secas y en cualquier dirección. Cuanto mayor sea la succión de la zona seca respecto a la húmeda y más interconectados estén los poros, más fácilmente se producirá el movimiento del agua de un lugar a otro.

Por **bulbo húmedo del suelo** se entiende la parte de suelo humedecida por un emisor de riego localizado, y definido por su anchura, longitud y profundidad. El tamaño y la forma del bulbo húmedo del suelo dependen de:

- Textura del suelo.
- Estructura del suelo: tipo y disposición de los agregados de un suelo.
- Estratificación: presencia o ausencia en el suelo de determinadas capas o estratos.
- Tipo de emisor de riego localizado: gotero, microaspersor, tubo exudante Poritex, cintas de goteo.
- Caudal del emisor (l/h).
- Tiempo de riego (h).
- Altura del emisor sobre el suelo.
- Contenido de humedad del suelo.
- Pendiente de la parcela.

Conocer la forma y el tamaño del bulbo húmedo es de importancia capital como medida de protección del medio ambiente al controlar percolaciones profundas, utilizar correctamente el agua (programación de riego), y definir como debe ser la instalación de riego (diseño).

En el caso concreto de los sistemas de riego localizado de alta frecuencia, evaluar la forma y el tamaño del bulbo húmedo permite definir aspectos tan importantes como:

- Cantidad de agua a aplicar en cada riego, intervalo entre riegos y tiempo de riego (Programación de riego).
- Número de goteros, microaspersores, o metros de tubo exudante Poritex y cintas de goteo, por árbol, así como su separación (Diseño agronómico).
- Dimensión de las tuberías, elementos de control y medida (Diseño hidráulico).

La importancia técnica-económica de los aspectos y elementos citados permite hacer una valoración de la gran influencia que sobre la funcionalidad y economía de la instalación tiene una correcta evaluación del bulbo húmedo.

A continuación se indica la metodología utilizada en su evaluación.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. ¿Cómo se puede determinar la forma del bulbo húmedo?

Medir la forma de la mancha de humedad en superficie es inmediato. En cambio, determinar como es el bulbo húmedo en profundidad ya presenta mayor dificultad.

La metodología utilizada para solucionar este problema ha consistido en utilizar un prototipo de aparato que permite evaluar el contorno del bulbo húmedo mediante el aprovechamiento de una propiedad física que presenta todo tipo de suelo para conducir más o menos la electricidad, según el nivel de humedad en que se encuentre.

En este sentido, la metodología se aplica introduciendo un conjunto de electrodos transversalmente dentro del bulbo húmedo del suelo, unidos mediante conductor bifilar a un téster que mide la resistencia al paso eléctrico.

Estos electrodos van dando lecturas consecutivas, a diferentes profundidades, y permiten dibujar el contorno del frente de humedad del bulbo húmedo generado en el suelo a partir de un emisor de riego localizado.

2.2. Importancia de la prueba de campo

La mejor manera de conocer el tamaño i forma del bulbo húmedo en un determinado suelo es mediante la aportación de agua en el mismo campo donde, posteriormente, debe diseñarse, instalar y manejar el sistema de riego; realizando en definitiva lo que se llama una prueba de campo.

Entonces, realizar una prueba de campo consistirá, fundamentalmente, en aplicar diferentes dosis de agua en diferentes lugares de la parcela, utilizando diferentes tipos de emisores (gotero, microaspersor, tubo exudante Poritex, cinta de goteo), estando el suelo de la parcela previamente caracterizado desde el punto de vista edafológico (textura, estructura, capas u horizontes, etc.). Todo debe funcionar en las mismas condiciones de presión y caudal nominal que recomienda el fabricante.

Durante la campaña de 1.997 y en los meses de mayo, junio y julio, se establecieron 6 pruebas de campo consecutivas y en diferentes parcelas, previamente caracterizadas desde el punto de vista edafológico.

Las parcelas pertenecen a los términos de Bovera y Flix donde se está poniendo en marcha el llamado “Riego de apoyo de Les Garrigues”, con una superficie regable de 2.126 ha.

La finalidad de la investigación realizada consistió en definir posibles áreas diferenciadas en el comportamiento del agua en el suelo que pudiesen tener influencia tanto en el diseño del riego, la protección del medio ambiente y el manejo del agua.

Los emisores de riego localizado ensayados fueron aquellos de utilización más frecuente en el mercado y que por sus características técnicas podían ser contemplados, a priori, como los más adecuados para la zona regable. Así pues, se plantearon las siguientes alternativas de riego:

- Gotero compensante de 4 l/h, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.
- Gotero compensante de 8 l/h, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.
- Gotero compensante de 24 l/h, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.
- Microaspersor compensante de 35 l/h, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.
- Cinta de goteo de 5 l/h/m, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.
- Tubo exudante Poritex de 2,5 l/h/m, con tiempos de riego de 2, 4 y 6 horas.

Los goteros trabajaron a una presión de 1 kg/cm² (1 atm), el microaspersor a 1,5 kg/cm², y la cinta de goteo y Poritex a 0,5 kg/cm².

Cada una de estas alternativas se repitió en tres lugares diferentes de la parcela, para poder recoger la posible variabilidad del suelo y así poder calcular posteriormente una media representativa de las tres observaciones.

Cada prueba de campo terminaba cuando el contenido de humedad del suelo en el centro del bulbo húmedo era muy próximo a capacidad de campo, y se había iniciado la prueba cuando esta humedad apenas llegaba al 70 % de la capacidad de campo.

2.3. Aspectos agronómicos del sistema de riego.

Para poder determinar aspectos tales como el número de emisores por árbol, el tiempo de riego o la separación entre emisores, deben establecerse una serie de condicionantes previos y objetivos a conseguir, que orientarán todos los cálculos a realizar.

- a) Área sombreada por el cultivo (olivo y almendro en la comarca de Les Garrigues):

Radio sombreado (m) = 2-3 (desde el tronco al contorno de la sombra proyectada al mediodía)

Área sombreada (m²) = 12 a 28 ($S = \pi r^2$)

- b) Porcentaje de área húmeda: 40-60 % del área sombreada.
- c) Profundidad radicular estimada: variable según el tipo de suelo (0,3-0,7 m)
- d) Porcentaje de volumen húmedo del suelo: 25-35 % del volumen potencial radicular (*).
- e) Porcentaje de solapamiento entre bulbos húmedos consecutivos: 15 %.

(*) Volumen de suelo explorado teóricamente por las raíces debajo del área sombreada de un árbol (12 m²) a una profundidad variable según el tipo de suelo (0,3-0,7 m).



Figura 1. Observación de un bulbo húmedo generado en un suelo situado dentro de una caja de plástico transparente rígido.



Figura 2. Las lecturas entre electrodos consecutivos que se van introduciendo en el suelo, permiten determinar la forma del bulbo húmedo.



Figura 3. La prueba de campo es la mejor manera de conocer el comportamiento hidrológico de un suelo, previamente caracterizado hidrológicamente.



Figura 4. Área húmeda generada por un gotero de 24 l/h después de 4 horas de riego.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Caracterización hidrológica del suelo.

En el área objeto del estudio se identificaron 3 tipos principales de suelos, con comportamiento hidrológico diferenciado.

- I. Suelos con más de 50 cm de profundidad y textura franca fina.
- II. Suelos con menos de 50 cm de profundidad y textura franca (presencia de capa impermeable).
- III. Suelos muy profundos y de textura franca gruesa.

Las medidas de la sección transversal del bulbo húmedo, generado por diferentes emisores y tiempos de riego, para cada tipo de suelo (I, II, II), están representados en los gráficos siguientes.

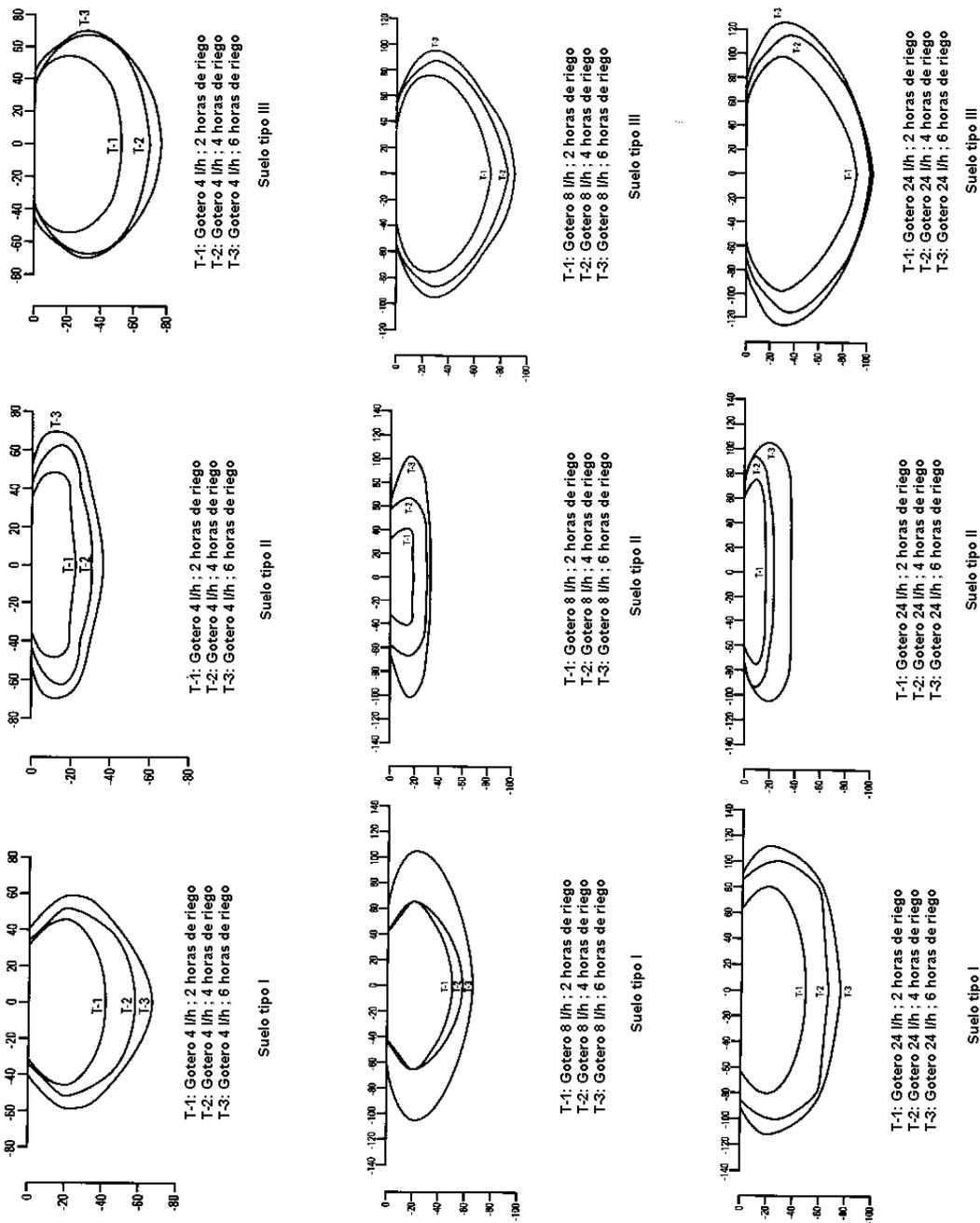


Gráfico 1. Forma y tamaño de la sección transversal del bulbo húmedo del suelo generado a partir del riego con goteros de 4, 8 y 24 l/h, durante 2, 4 y 6 horas de riego en los diferentes tipos de suelos (I, II, III). (anchura y profundidad en cm)

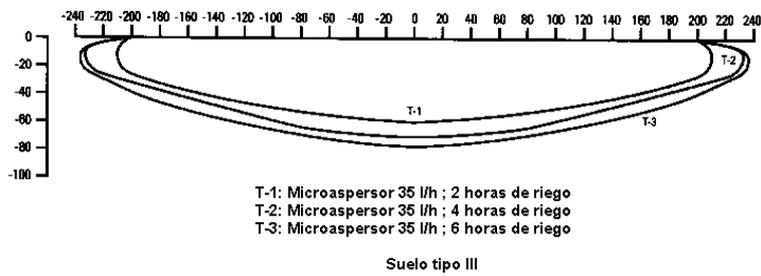
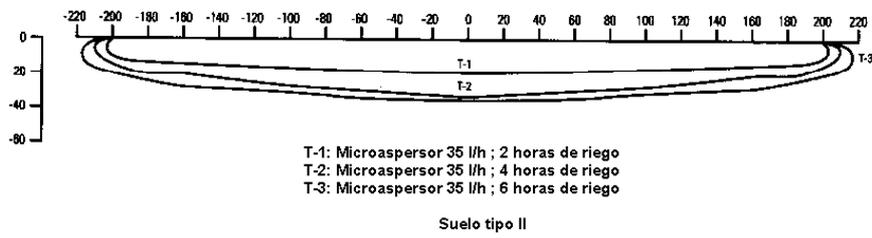
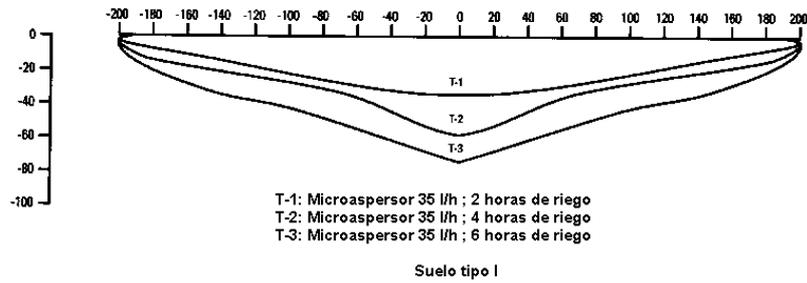


Gráfico 2. Forma y tamaño de la sección transversal del bulbo húmedo del suelo generado a partir del riego con microaspersores de 35 l/h, durante 2, 4 y 6 horas de riego en los diferentes tipos de suelos (I,II,III). (anchura y profundidad en cm)

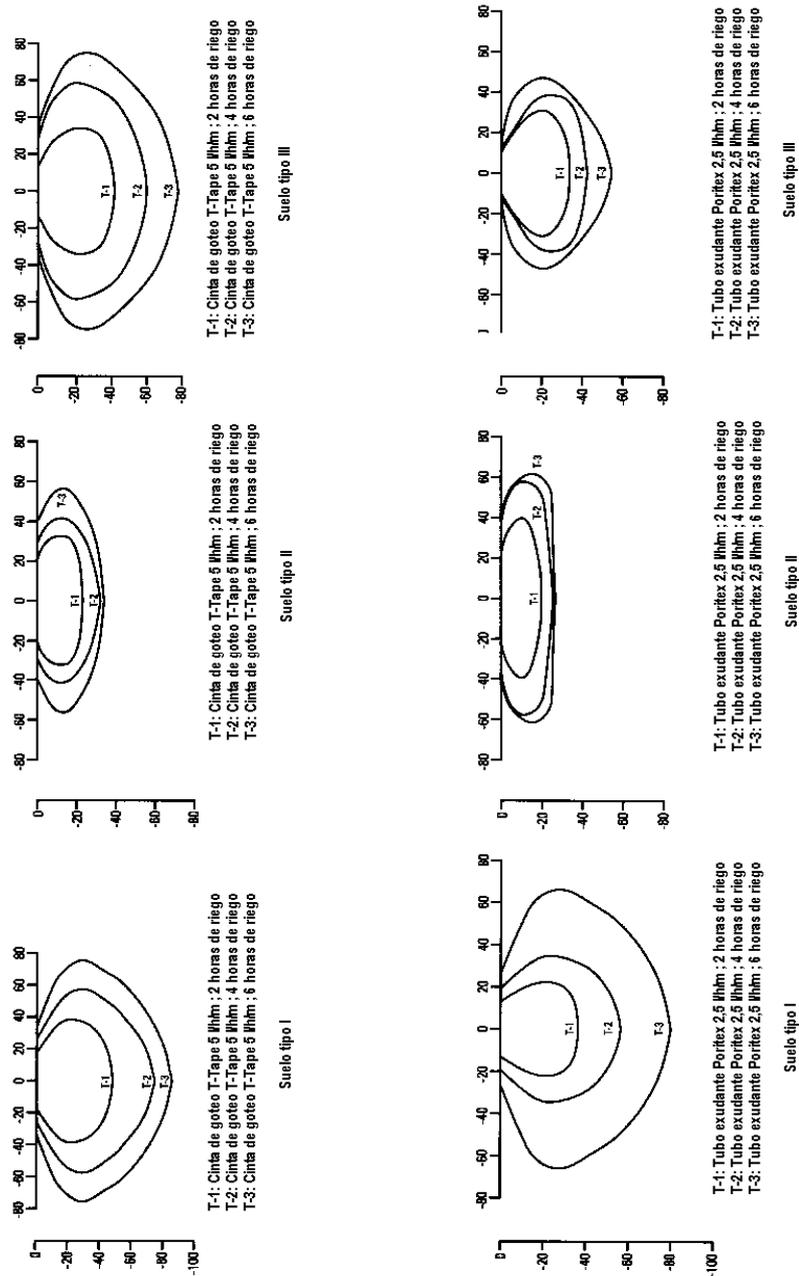


Gráfico 3. Forma y tamaño de la sección transversal del bulbo húmedo del suelo generado a partir del riego con cinta de goteo T-Tape y con tubo exudante Poritex, durante 2, 4 y 6 horas de riego en los diferentes tipos de suelos (I, II, III). (anchura y profundidad en cm)

De los gráficos anteriores (1, 2 y 3) se deduce lo siguiente:

- Para un mayor caudal del emisor, la superficie del suelo se satura más rápidamente, hecho que genera un mayor movimiento horizontal en detrimento del vertical, favoreciendo la formación de áreas húmedas más anchas (bulbos húmedos más planos).
- Para un menor caudal del emisor, el agua se infiltra más fácilmente dando lugar a un mayor desplazamiento del agua en sentido vertical (bulbos húmedos más profundos).
- La presencia de capas impermeables da lugar a bulbos húmedos con predominio de movimiento horizontal y con la profundidad limitada por la propia capa impermeable.
- Cuando el caudal del emisor es muy superior a la capacidad de infiltración del suelo, se producen áreas saturadas con escorrentía superficial importante y bulbos húmedos asimétricos.
- El riego con microaspersores produce áreas húmedas anchas y bulbos húmedos de profundidad decreciente desde el centro a la periferia de la área húmeda superficial.

Debe considerarse este aspecto por el enraizamiento superficial a que da lugar, con los inconvenientes que ello supone, como son el poco anclaje de las plantas y la mayor evaporación hídrica en la superficie del suelo.

3.2. Diseño agronómico del sistema de riego.

En función de la caracterización hidrológica del suelo y de los condicionantes preestablecidos (apartada 2.3), se definen el número de emisores por árbol, el tiempo de riego necesario y la separación entre emisores (Tablas 1 a 6).

En el caso de la cinta de goteo y del tubo exudante Poritex, la separación relacionada en las tablas corresponde a la distancia del árbol a que deben situarse.

Tabla 1: Olivos o almendros de 12 m² y suelo de tipo I.

Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	6	6	1
Gotero compensante 8 l/h	4	6	1,20
Gotero compensante 24 l/h (*)	2	4	1,50
Cinta de goteo 5 l/h/m	4 m	6	0,6 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	6 m	6	1 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

Tabla 2: Olivos o almendros de 12 m² y suelo de tipo II.

Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	5	4	1,15
Gotero compensante 8 l/h	4	4	1,20
Gotero compensante 24 l/h (*)	2	4	1,75
Cinta de goteo 5 l/h/m	4 m	3	1 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	6 m	3	1 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

Tabla 3: Olivos o almendros de 12 m² y suelo de tipo III.

Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	5	4	1,20
Gotero compensante 8 l/h	4	2	1,40
Gotero compensante 24 l/h (*)	2	2	1,80
Cinta de goteo 5 l/h/m	4 m	4	1 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	6 m	3	1 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

Tabla 4: Olivos o almendros de 28 m² y suelo de tipo I.

Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	14	6	1
Gotero compensante 8 l/h	9	6	1,20
Gotero compensante 24 l/h (*)	5	4	1,50
Cinta de goteo 5 l/h/m	9 m	6	1,5 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	14 m	6	2,3 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

Tabla 5: Olivos o almendros de 28 m² y suelo de tipo II.

Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	12	4	1,15
Gotero compensante 8 l/h	9	4	1,20
Gotero compensante 24 l/h (*)	5	4	1,75
Cinta de goteo 5 l/h/m	9 m	3	1,5 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	14 m	3	2,3 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

Tabla 6: Olivos o almendros de 28 m² y suelo de tipo III.

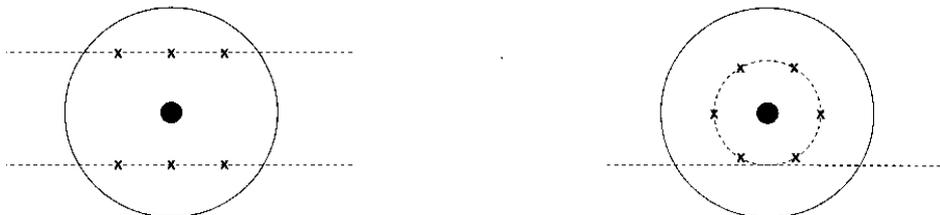
Tipo de emisor	nº emisores/árbol	Tiempo de riego (h)	Separación (m)
Gotero compensante 4 l/h	12	4	1,20
Gotero compensante 8 l/h	9	2	1,40
Gotero compensante 24 l/h (*)	5	2	1,80
Cinta de goteo 5 l/h/m	9 m	4	1,5 m del árbol
Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m	14 m	3	2,3 m del árbol

(*) no aconsejables en parcelas con mucha pendiente

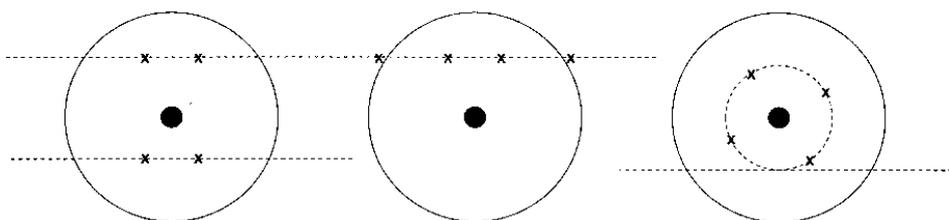
3.3. Estrategias de distribución espacial de los emisores.

I. Suelos con más de 50 cm de profundidad. Árboles con área sombreada de 12 m².

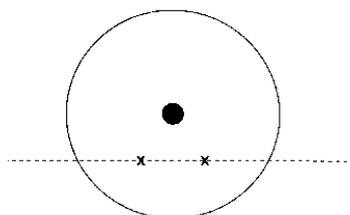
a) Goteros de 4 l/h ; 6 por árbol ; 6 horas de riego ; 1 m de separación



b) Goteros de 8 l/h ; 4 por árbol ; 6 horas de riego ; 1,20 m de separación



c) Goteros de 24 l/h ; 2 por árbol ; 4 horas de riego ; 1,50 m de separación



d) Cinta de goteo T-Tape 5 l/h/m ; 4 m/árbol ; 6 horas de riego



e) Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m ; 6 m/árbol ; 6 horas de riego

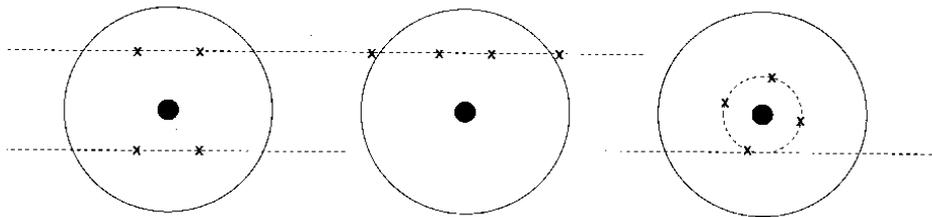


II. Suelos con menos de 50 cm de profundidad. Árboles con área sombreada de 12 m²

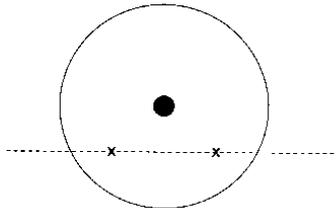
a) Goteros de 4 l/h ; 5 por árbol ; 4 horas de riego ; 1,15 m de separación



b) Goteros de 8 l/h ; 4 por árbol ; 4 horas de riego ; 1,20 m de separación



c) Goteros de 24 l/h ; 2 por árbol ; 4 horas de riego ; 1,75 m de separación



d) Cinta de goteo T-Tape 5 l/h/m ; 4 m/árbol ; 3 horas de riego

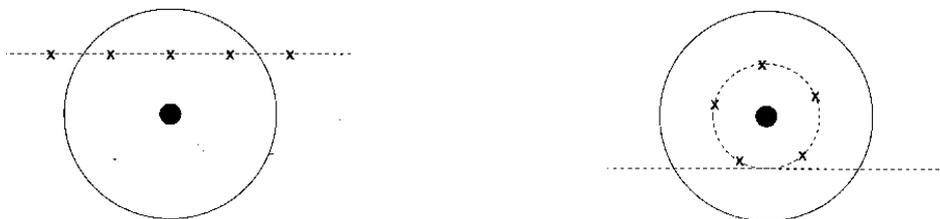


e) Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m ; 6 m/árbol ; 3 horas de riego

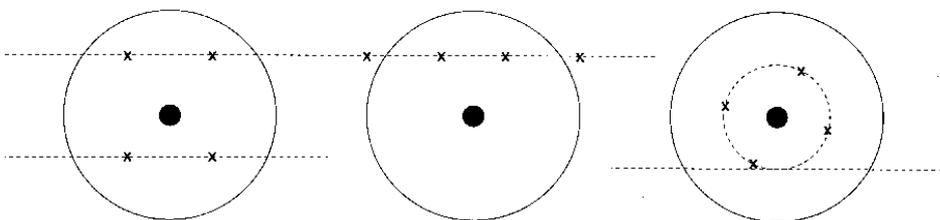


III. Suelos muy profundos y de textura más gruesa. Árboles con área sombreada de 12 m².

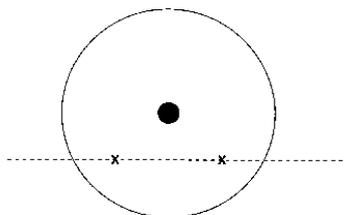
a) Goteros de 4 l/h ; 5 por árbol ; 4 horas de riego ; 1,20 m de separación



b) Goteros de 8 l/h ; 4 por árbol ; 2 horas de riego ; 1,40 m de separación



c) Goteros de 24 l/h ; 2 por árbol ; 2 horas de riego ; 1,80 m de separación



d) Cinta de goteo 5 l/h/m ; 4 m/árbol ; 4 horas de riego



e) Tubo exudante Poritex 2,5 l/h/m ; 6 m/árbol ; 6 horas de riego





**FORMA Y TAMAÑO DE LA SECCIÓN
TRANSVERSAL DEL BULBO HÚMEDO
EN DIFERENTES TIPOS DE SUELO
REGANDO CON PORITEX®**

**ELABORACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO
REALIZADO POR EL INSTITUTO AGRONÓMICO DE
CAMPINAS (SAO PAULO)**

**TÍTULO: DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E
DESEMPENHO HIDRÁULICO DO TUBO DE
IRRIGAÇÃO PORITEX**

DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E DESEMPENHO HIDRÁULICO DO TUBO DE IRRIGAÇÃO PORITEX

1. OBJETIVO

O desempenho do tubo exudante PORITEX foi avaliado em solos de textura arenosa, média e argilosa quanto a distribuição da água no solo, objetivando o embasamento de informações para projetos de dimensionamento no campo.

2. DESCRIÇÃO DOS LOCAIS

Os testes foram realizados no inverno de 1996, em áreas experimentais do Instituto Agrônômico.

O desempenho do tubo **PORITEX** em **solo arenoso** foi realizado na Estação Experimental de Pindorama, pertencente ao Instituto Agrônômico, localizada na região sul do município de Pindorama, aproximadamente com as coordenadas 48°55" W e 21°13"S. Na altitude de 546 m. A área-teste situa-se em meia encosta, em declive praticamente plano, com relevo plano a suavemente ondulado.

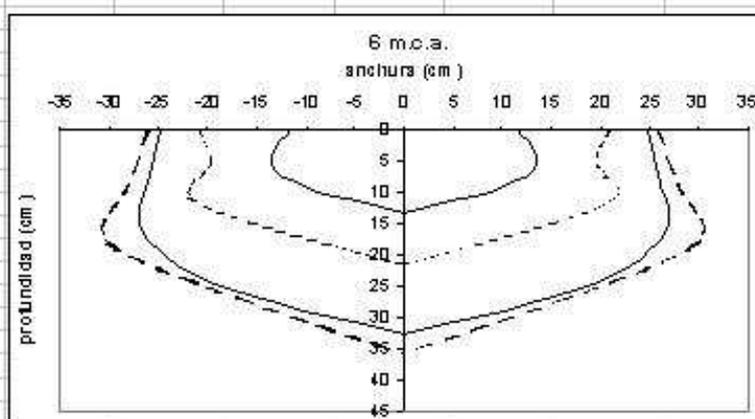
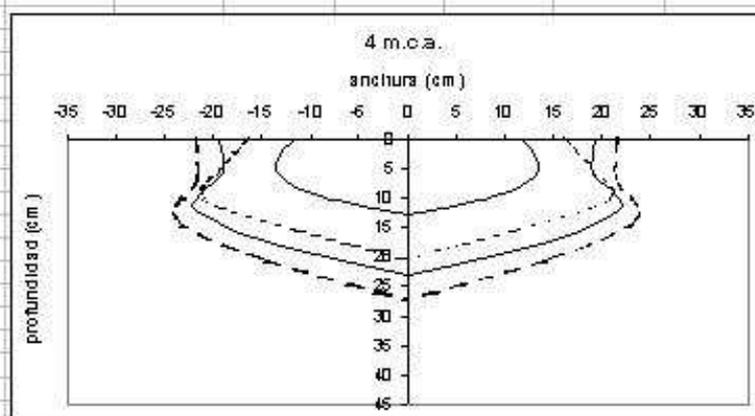
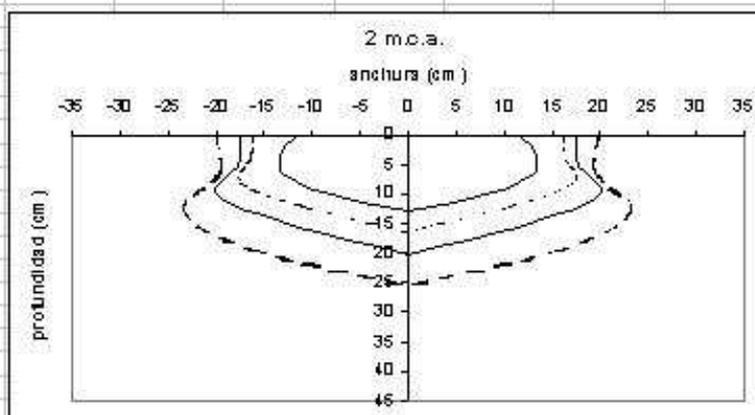
O teste foi realizado imediatamente após capina mecânica da cultura da crotalária juncea, ainda por ser colhida.

No caso do **solo de textura média**, o teste foi realizado no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo, Latitude de 22° 53' e Longitude de 47° 5'. A área teste situa-se a 680 m de altitude, em local de relevo plano. Anterior ao teste o solo havia sido cultivado com hortaliças extensivas a mais de quatro meses, e vinha sendo mantida em pousio.

Quanto ao **solo argiloso**, o teste foi realizado também no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agrônômico (IAC), em Campinas, São Paulo. A área teste situa-se a 750 m de altitude, em local de relevo plano a suavemente ondulado. Anterior ao teste o solo havia sido cultivado com a cultura da soja seguido de gradagem da área com grade aradora.

SUELO DE TEXTURA ARENOSA

Dimensión del bulbo húmedo regando con PORITEX a diferentes presiones y para diferentes tiempos de riego

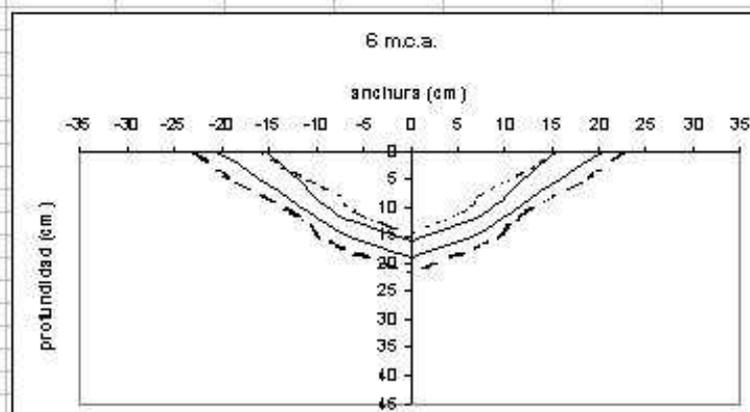
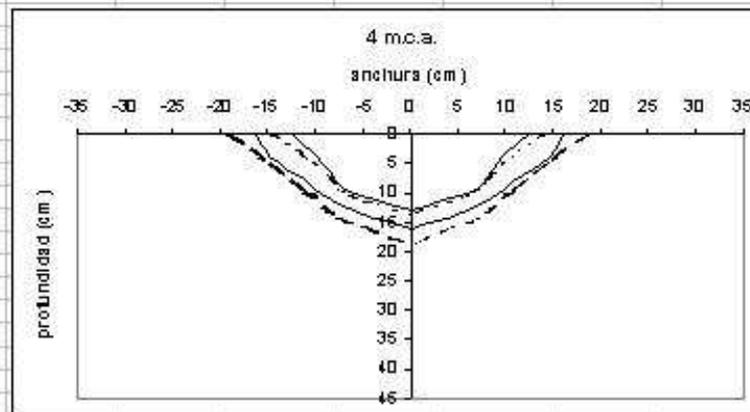
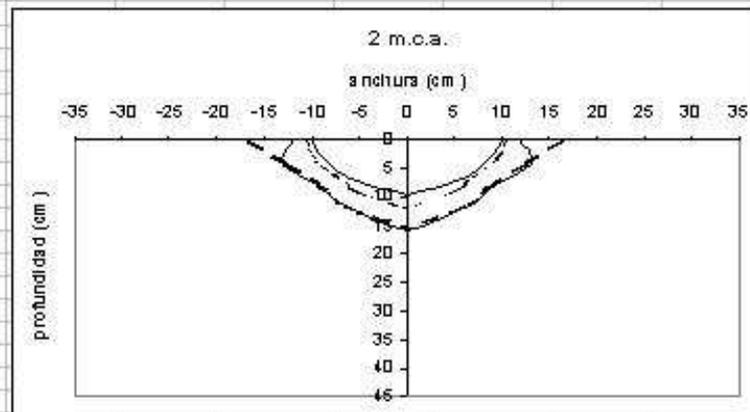


tiempos de riego

— 1 hora 3 horas —·—·— 5 horas - - - 7 horas

SUELO DE TEXTURA MEDIA

Dimensión del bulbo húmedo regando con PORITEX a diferentes presiones y para diferentes tiempos de riego

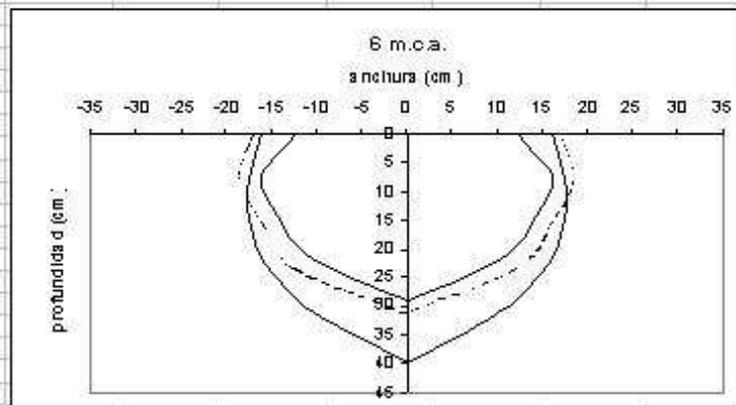
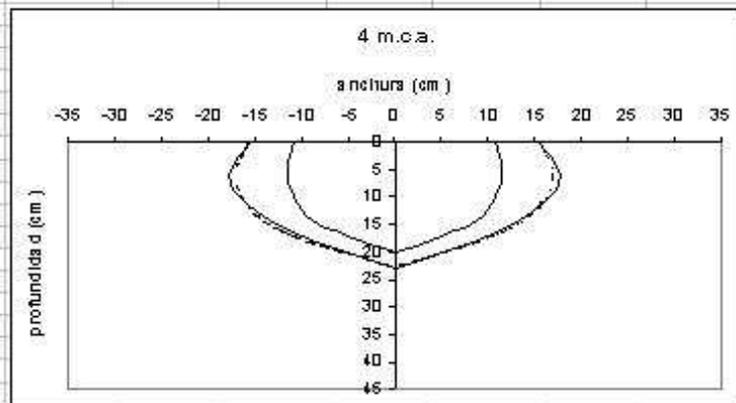
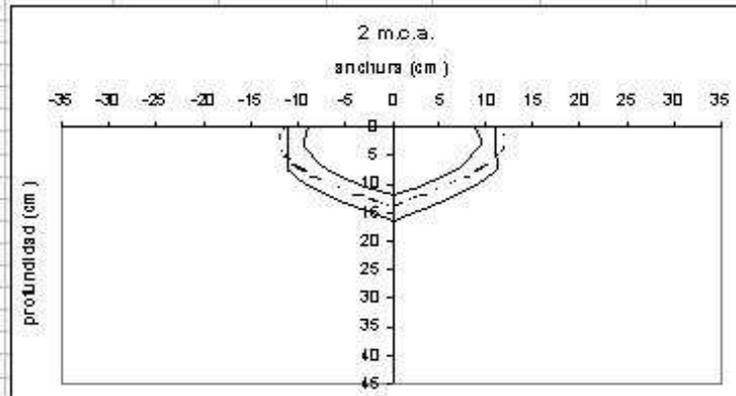


tiempos de riego

— 1 hora - - - - 3 horas — 5 horas - - - - 7 horas

SUELO DE TEXTURA ARCILLOSA

Dimensión del bulbo húmedo regando con PORITEX a diferentes presiones y para diferentes tiempos de riego



tiempos de riego

— 1 hora — 3 horas — 6 horas

3. DESCRIÇÃO PEDOLÓGICA E PRINCIPAIS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-HÍDRICOS E DOS SOLOS

3.1. SOLO ARENOSO

3.1.1. PEDOLOGIA

O solo arenoso é classificado como Podzolizados de Lins e Marília, variação Marília. Classificam-se na ordem Alfisol, grupo dos Tropudalf, subgrupo Arenic Ultic Orthoxic Tropudalf. O solo de teste em questão pertence a Unidade Serrinha. (1).

Não apresenta erosão aparente, a drenagem interna é rápida e a externa lenta. A permeabilidade é rápida no horizonte A e média no B. Possuem epipedon arenoso com espessura superior a 50cm, ócrico, sobre horizonte argílico. O epipedon está subdividido em horizontes A₁ (ou Ap) e A₂, com textura fino-arenosa e cor bruno ou bruno-avermelhada. O horizonte argílico (B textural) tem espessura de cerca de 1m, cor vermelho-amarelada e apresenta-se subdividido em B₁ e B₂. O horizonte B₁ caracteriza-se como de transição com teor de argila intermediário entre a parte inferior do epipedon e o B₂.

O horizonte B₂ tem textura barrenta ou fino-areno-argilosa.

A descrição morfológica dos horizontes do perfil do solo arenoso é a seguinte:

O1 e O2 2 - 0 cm: folhas secas e alguns resíduos orgânicos decompostos.

A₁ 0-15 cm: bruno-avermelhado-escuro (5Y 3/2,5, úmida e 5YR 3,5/2 úmida amassada), bruno-escuro (7,5YR 3,5 seca); fino-arenosa a muito arenosa; grumosa grande e média moderada; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição abrupta e ondulada, espessuras 15 (12-20) cm.

A₂₁ 15-47 cm: bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida), bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); fino-arenosa a muito arenosa; granular grande e média fraca; macia, muito friável, não plástica, e não pegajosa; transição clara ondulada; espessuras 30 (26-32) cm.

A₂₂ 47-65 cm: bruno-avermelhado-escuro a bruno-avermelhado (5YR 3,5/4 úmida), bruno-avermelhado (5YR 4/5 úmida amassada e seca); fino-arenosa; granular, grande e média fraca; macia, muito friável; não plástica, ligeiramente pegajosa; transição abrupta, ondulada, espessuras 20 (16-26) cm.

B₁ 65-88 cm: vermelha-amarelada a vermelha (4YR 4/6, úmida e seca); fino-areno- barrenta; subangular, média, moderada; "cutans" descontínuos, moderadamente espessos, predominando nas faces verticais ligeiramente pegajosa; intensa atividade biológica com muitas crotovinas e canalículos de animais; transição clara e plana; espessuras 20 (15-24) cm.

B₂₁ 88-165 cm: vermelho-amarelada a vermelha (4YR 4/7, seca e úmida); barrenta; prismática, média, moderada composta de blocos subangulares, média, moderada a forte; "cutans" descontínuos, espessos, predominando nas faces verticais dos prismas; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e ondulada; espessuras 70 (65-77) cm.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

A granulometria e as principais características físico-hídricas e químicas do solo arenoso são apresentados nas tabelas de 1 a 4.

Quanto a condição físico-hídrica do solo por ocasião do ensaio, achava-se muito seco em consequência de uma estiagem de aproximadamente 60 dias. (Tabela 2).

A estrutura do solo encontrava-se na condição considerada como típica, uma vez que correspondia a final de ciclo de cultura, sem ter sido realizado qualquer preparo de solo que a alterasse (Tabela 3).

Tabela 1. Análise granulométrica do solo arenoso

Horizonte	Profundidade cm	Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila
		%			
A ₁	0 - 15	39,8	47,2	7,5	5,5
A ₂₁	15 - 45	28,2	60,8	4,5	6,5
A ₂₂	47 - 65	38,9	48,6	5,0	7,5
B ₂₁	65 - 88	31,5	46,5	5,0	17,0
B ₂₂	88 - 165	21,1	40,4	4,5	34,0
B ₃₁	165 - 200	24,8	47,2	4,0	24,0

Tabela 2. Parâmetros físico-hídricos do solo arenoso.

Horizonte	Dens. part. g/cm ³	Dens. Global	Porosidade	PMP	CC
			%		
A ₁	2,63	1,22	58,7	4,8	12,1
A ₂₁	2,67	1,31	53,7	2,5	10,5
A ₂₂	2,63	1,33	49,5	3,0	10,7
B ₂₁	2,60	1,34	48,5	6,6	15,1
B ₂₂	2,60	1,42	45,4	12,5	22,7
B ₃₁	2,56	1,36	46,9	8,0	18,9

Tabela 3. Parâmetros químicos do solo arenoso.

Horizonte	pH água	pH KCl	C	S	T	V
			%	cmol _c / kg	cmol _c / kg	%
A ₁	5,9	6,0	1,05	6,41	7,96	81
A ₂₁	6,2	6,0	0,28	2,17	3,72	58
A ₂₂	6,1	5,3	0,21	1,46	3,21	45
B ₂₁	5,3	4,4	0,30	2,51	5,61	45
B ₂₂	5,4	4,7	0,28	4,13	7,58	54
B ₃₁	5,4	5,3	0,10	2,51	4,51	56

Tabela 4. Densidade global do solo arenoso.

Profundidade	Densidade
(cm)	(g/cm ³)
0 - 20	1,39
20 - 40	1,61
40 - 60	1,59

3.2. TEXTURA MÉDIA

3.2.1. PEDOLOGIA

A classificação do solo é Latossolo Vermelho Amarelo álico de posição no relevo de topo de colina, em declive em torno de 2 %. A litologia e formação geológica é correspondente a sedimento argiloso do Tubarão, sendo o material de origem cobertura argilosa resultante do intemperismo e retrabalhamento do material acima.

O relevo é suave ondulado, bem drenado com vegetação original de cerrado. A vegetação atual constitui-se de culturas anuais.

3.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

O solo do local apresenta textura argilosa, conforme demonstra a análise granulométrica da Tabela 5.

Tabela 5. Análise granulométrica e densidades do solo da área de teste.

Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
(cm) (%)			
0 - 20	40	15	8	37
60-80	31	15	7	47

A análise química do solo é apresentada na Tabela 6. Observa-se que se trata de um solo de baixa fertilidade natural. Porém, suas características físicas favoráveis, relevo e o emprego de corretivo e insumos permite o cultivo seguido com culturas anuais irrigadas.

Tabela 6. Análise química do solo da área de teste

Prof. (cm)	M.O. (%)	pH _{CaCl2}	Al	K	Ca	Mg	S	T	V
		 cmol _c / kg TFSA						(%)
0-20	1,3	3,9	0,9	0,45	0,8	0,5	1,8	6,8	26
60-80	0,8	4,1	1,0	0,02	0,6	0,1	0,7	4,8	15

3.3. SOLO ARGILOSO

3.3.1. PEDOLOGIA

A classificação do solo argiloso é Latossolo Roxo distrófico, A moderado, textura muito argilosa. Sua descrição pedológica o aponta pertencente à Unidade Barão Geraldo, de situação no relevo de topo de colina e declive de 3%. Sua Litologia e formação geológica é diabásio (sill), cujo material de origem é resultante do intemperismo e retrabalhamento de diabásio. Seu relevo é suave ondulado, bem drenado, cuja vegetação original é de mata tropical subperenifólia e a vegetação atual de culturas anuais.

A descrição morfológica dos horizontes do perfil do solo argiloso é a seguinte:

A 0-14 cm: bruno-avermelhado-escura (2,5 YR 3/3 úmida e 3,5 YR 3/3 úmida amassada); argilosa; granular pequena e média moderada/forte; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

AB 14-29 cm: bruno-avermelhado-escura (1,5 YR 3/4 úmida e 3,5 YR 3/3 úmida amassada); argilosa; granular pequena moderada; friável, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BA 29-66 cm: bruno-avermelhado-escura (1 YR 3/4 úmida e 2,5 YR 3/4 úmida amassada); argilosa; granular grande e sub-angular média fraca; friável, plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

Bw1 29-66 cm: cor idêntica a da camada anterior, apédica (blocos retirados do perfil), quando úmidos, se desfazem completamente sob leve pressão, em granular muito pequena); muito friável, plástica e pegajosa; transição arbitrária.

Bw2 150-200 cm: idêntica à camada anterior.

Bw3 200-250 cm: tradagem; cor, textura e consistência molhada idênticas às da camada anterior.

Bw4 250-300 cm: tradagem; idêntica à camada anterior.

3.3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

O solo do local apresenta textura muito argilosa, conforme demonstra a análise granulométrica da Tabela 7.

Tabela 7. Análise granulométrica e densidades do solo da área de teste.

Profund.	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Densidade global	Densidade partículas
(cm) (%) g/cm ³	
0 - 20	16,7	17,1	5,0	61,2	1,22	2,73
20 - 40	13,2	14,3	5,0	67,5	1,13	2,76

A análise química do solo é apresentada na Tabela 8. Observa-se que se trata de um solo de elevada fertilidade, resultado do cultivo seguido com culturas anuais irrigadas.

Tabela 8. Análise química do solo da área de teste

Prof.	M.O.	pH _{CaCl2}	P	K	Ca	Mg	S	T	V
(cm)	(%)	 cmol _c / kg TFSA						(%)
0-20	3,9	6,0	41	0,44	6,7	2,8	9,9	12,2	81
20-40	2,7	5,4	11	0,11	3,7	1,9	5,7	8,5	67

4. RESULTADOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

4.1. VAZÃO

Os resultados observados de vazão instantânea e vazão acumulada, registrados ao longo do ensaio de campo, são apresentados na Tabela 9.

A relação observada entre a vazão do tubo exudante PORITEX em função da pressão é apresentada na Figura 1.

Tabela 9. Valores médios observados de vazões instantânea e acumulada durante o ensaio de distribuição de água por 40 m de tubo exudante PORITEX.

Tempo (min)	2 m.c.a.	4 m.c.a.	6 m.c.a.
	VAZÃO (l.h ⁻¹ .m ⁻¹)	INSTANTÂNEA (l.h ⁻¹ .m ⁻¹)	(l.h ⁻¹ .m ⁻¹)
15	7,69	5,55	2,70
60	2,06	1,79	3,08
180	1,11	2,02	3,15
300	0,56	2,44	5,40
420	0,83	1,55	4,56
	VAZÃO (l.m ⁻¹)	ACUMULADA (l.m ⁻¹)	(l.m ⁻¹)
15	1,92	1,39	0,68
60	4,01	3,46	3,48
180	6,34	8,26	11,30
300	8,05	12,48	20,10
420	9,78	15,65	29,95

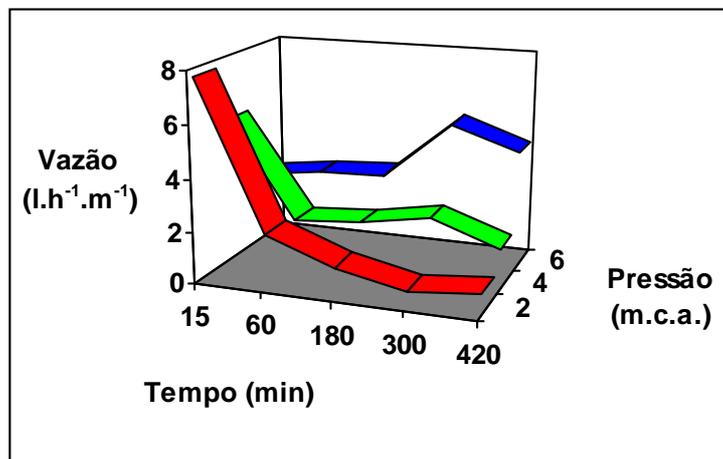


Figura 1. Vazão média do tubo exudante PORITEX em função da pressão de serviço e do tempo de irrigação, sob condições de campo, em Campinas, SP.

Pode-se observar pela Figura 1, que nas condições de campo, a vazão não se manteve constante ao longo do tempo de irrigação (até 7 horas). Nas pressões de 2 e 4 mca a vazão era maior no início da irrigação, se estabilizando após os primeiros 30 min. Na pressão de 6 mca a vazão apresentou-se com menor amplitude de variação, porém foi crescente ao longo do período.

Os resultados de campo de vazão acumulada são apresentados na Figura 2. Pode-se observar por essa Figura, para as pressões de 2 e 4mca, que houve uma tendência dos resultados de vazão acumulada serem lineares em função do tempo. A variação de vazão instantânea aparentemente não prejudicou os resultados de vazão acumulada, especialmente quando períodos prolongados de irrigação forem programados. No caso da pressão de 6 mca. os resultados são mais variáveis e considerável diferenças da linearidade podem ser observadas quando as irrigações são de longa duração.

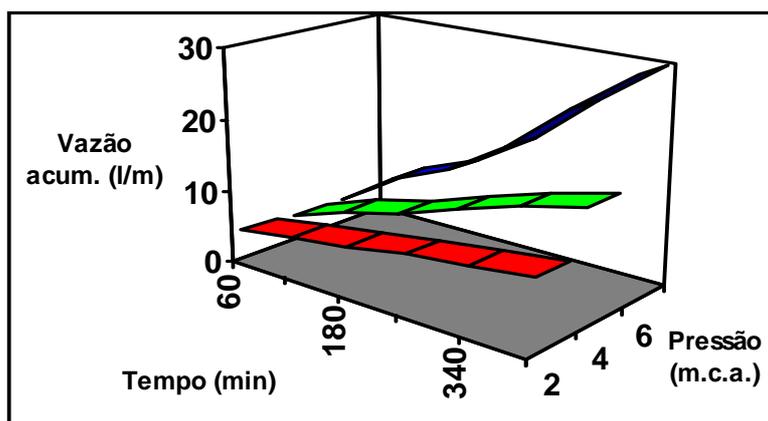


Figura 2. Vazão acumulada do tubo exudante PORITEX em função da pressão de serviço e do tempo de irrigação sob condições de campo, em Campinas, SP.

4.2. DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

4.1 UMIDADE INICIAL

As avaliações foram conduzidas sob situação similares ao de uso do equipamento no campo. O solo no início do teste se encontrava seco, conforme mostra a Tabela 10.

Tabela 10. Teor de umidade gravimétrica observados nos perfis de solo durante o teste de distribuição de água.

Profundidade (cm)	Solo Arenoso (cm)	Solo Médio (%)	Solo Argiloso (%)
0 - 5	0,5	12,6	8,8
5 - 15	1,7	14,2	16,5
15 - 30	3,5	19,6	18,8
30 - 45	4,5	20,1	20,1
45 - 60	9,8	21,1	20,7

4.2. TEXTURA ARENOSA

Os resultados obtidos da avaliação da distribuição final da água em solo arenoso, após sete horas de irrigação, são apresentados na Tabelas 11. O longo período de irrigação foi utilizado para demonstrar as tendências resultantes do movimento e distribuição da água do solo em função do tempo, pressão e vazão.

A maior profundidade e largura foram, respectivamente, 35,7 cm e 60,3 cm, observados após 7 horas de irrigação na pressão de 6 mca. O fato da largura molhada aumentar em profundidade, observado nas situações de maior vazão, é um indicativo de que possivelmente houve menor transmissão da água em profundidade.

Reduções da infiltração interna da água no perfil estão associadas a mudanças de textura ou nas propriedades físicas do solo em profundidade (Hillel, 1980).

Tabela 11. Dimensões dos bulbos molhados formados em solo de textura arenosa sob irrigação contínua até 7 horas, por meio do tubo exudante PORITEX, em Pindorama, SP. Posição A: superfície do solo; B: profundidade máxima de molhamento; C: posição a $\frac{1}{4}$ de B; D: posição a $\frac{1}{2}$ de B; E: posição a $\frac{3}{4}$ de B. Cada valor é a média de três repetições.

Segmento	1 hora	3 horas	5 horas	7 horas
		2 m.c.a.		
A	23,3	32,3	35,3	40,0
B	13,0	16,3	20,3	25,7
©	26,7	32,7	35,7	39,0
D	26,0	34,7	40,0	46,7
E	18,0	21,0	24,0	32,7
		4 m.c.a.		
A	23,3	32,3	38,7	43,3
B	13,0	20,3	23,0	27,3
©	26,7	38,3	38,0	43,0
D	26,0	41,7	44,0	47,3
E	18,0	22,7	29,0	29,0
		6 m.c.a.		
A	23,3	42,0	49,7	51,7
B	13,0	21,3	32,7	35,7
©	26,7	39,3	52,0	56,0
D	26,0	43,3	53,3	60,3
E	18,0	25,7	38,3	34,0

4.3. TEXTURA MÉDIA

Os resultados de distribuição de água em solo de textura média, medidos ao longo de um período de sete horas, são apresentados na Tabela 12.

Pela Tabela 12 verifica-se que as maiores dimensões atingidas foram 21,7 cm e 45,7 cm, respectivamente para profundidade e largura. Esses valores foram obtidos após 7 horas de irrigação a pressão de 6 mca. O perfil de molhamento no solo apresentou, em geral, maiores dimensões na superfície do que em profundidade. Esse fato indica, provavelmente, restrições internas na infiltração em relação as lâminas aplicadas.

Tabela 12. Dimensões dos bulbos molhados formados em solo de textura média sob irrigação contínua até 7 horas, por meio do tubo exudante PORITEX, em Campinas, SP. Posição A: superfície do solo; B: profundidade máxima de molhamento; C: posição a $\frac{1}{4}$ de B; D: posição a $\frac{1}{2}$ de B; E: posição a $\frac{3}{4}$ de B. Cada valor é a média de três repetições.

Segmento	1 hora	3 horas	5 horas	7 horas
		2 m.c.a.		
A	20,0	21,0	23,7	33,0
B	9,7	12,0	16,0	15,7
©	18,3	19,7	26,3	25,3
D	15,3	15,3	18,7	18,3
E	10,3	10,0	12,0	12,3
		4 m.c.a.		
A	25,0	28,7	32,3	38,0
B	13,0	13,7	16,3	19,0
©	20,3	22,7	29,3	29,3
D	17,0	17,7	21,7	22,0
E	13,0	12,7	14,3	14,7
		6 m.c.a.		
A	30,7	31,7	41,0	45,7
B	15,7	14,7	19,0	21,7
©	25,7	24,7	32,0	36,7
D	20,3	15,7	23,7	24,7
E	14,3	11,0	15,0	16,7

4.4. TEXTURA ARGILOSA

Os resultados de distribuição de água no perfil de solo de textura muito argilosa são apresentados na Tabela 13.

As maiores dimensões do bulbo molhado neste tipo de solo, foram, 40 cm de profundidade e 37cm de largura, foram encontrados nas situações de maiores aplicações de água.

Tabela 13. Dimensões dos bulbos molhados formados em solo de textura muito argilosa sob irrigação contínua até 7 horas, por meio do tubo exudante PORITEX, em Campinas, SP. Posição A: superfície do solo; B: profundidade máxima de molhamento; C: posição a $\frac{1}{4}$ de B; D: posição a $\frac{1}{2}$ de B; E: posição a $\frac{3}{4}$ de B. Cada valor é a média de três repetições.

Segmento	1 hora	3 horas	6 horas
		2 m.c.a.	
A	17,5	23,0	22,0
B	12,0	14,0	16,5
C	19,0	24,0	22,0
D	16,0	19,5	21,5
E	11,0	11,0	13,0
		4 m.c.a.	
A	21,5	31,0	31,0
B	20,0	22,5	23,0
C	23,0	34,0	35,5
D	21,5	32,0	31,5
E	16,5	22,0	20,0
		6 m.c.a.	
A	24,5	34,0	32,5
B	29,0	31,0	40,0
C	32,0	37,0	35,5
D	28,5	32,0	33,0
E	21,0	25,0	22,5

5. DISCUSSÃO

Em anexo são apresentadas um conjunto de figuras mostrando graficamente a distribuição do bulbo de umidade do solo sob as várias situações avaliadas no campo.

As maiores modificações nas dimensões do bulbo molhado, em média, ocorreram nas primeiras horas de irrigação. Excetuando-se o caso de menor pressão, as modificações ocorridas após três horas de irrigação foram pouco significativas e algumas vezes se confundiam com os erros intrínsecos de amostragens e a variação natural do solo.

Importante notar que em muitos casos durante as medições houve um marcante efeito local do solo no formato e dimensão do bulbo molhado. O formato predominante da frente de molhamento do perfil de solo mostrou-se mais alongado do que em forma circular, exceto na primeira hora ou quando infiltrado apenas uma pequena lâmina.

O bulbo molhado apresentado pelas várias situações estudadas mostrou uma distância máxima de caminhamento lateral de água da ordem de 30 cm. A máxima profundidade foi de 40,0 cm. As dimensões observadas estão dentro do alcance das principais culturas econômicas cultivadas. Portanto, mesmo com irrigações de longa duração, não haverá perigo de aplicações excessivas de água e perdas por percolação profunda, como observado em vários outros sistemas de irrigação. Em cultivos que necessitam de um recobrimento lateral de umidade do solo, o espaçamento entre tubos exudantes não pode ser maior de 50 cm.

Os resultados variáveis de vazão acumulada obtidos com a pressão de serviço de 6 mca podem apresentar maiores dificuldades em se ter valores exatos de aplicação de água. Por outro lado, pressões muito baixas, como no caso de 2 mca implicam em vazões baixas e irrigações muito longas.

6. LITERATURA CITADA

- Hillel, D. Applications of Soil Physics. Academic Press. New York, 1980, 385p.
- Lepsch, I. F. & Valadares, M. A. S. Levantamento Pedológico Detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. **Bragantia**, Campinas, 35:13-40, 1976.

7. EQUIPE RESPONSÁVEL

Dr. Emílio Sakai, PqC - Chefe

Dr. Flávio B. Arruda, PqC

Eng. Agr. Rinaldo O. Calheiros, PqC

Eng. Agr. Mamor Fujiwara, PqC

Instituto Agrônomo

Seção de Irrigação e Drenagem – IAC C.P. 28 Campinas, SP 13001-970

Tel. (019)241-5188 ramal 350 ou 351 Fax. (019)242-3602

CÁLCULO DE IRRIGAÇÃO PELO EXCEL

Programa que calcula pelo Excel o tempo de irrigação para diferentes culturas o encanamento a vazão por setor e faz orçamento.

Faça o Down Load da unidade DEMO. (87 Kb - [calculoporitex.xls](#))

Esta já é a unidade definitiva. Ela se torna uma DEMO porque está com alguns dados protegidos. Normalmente estão protegidas apenas as células onde são feitos cálculos. Mas enquanto você não receber a SENHA estará protegido também o tamanho da área a ser irrigada, o solo será nas condições argilosas e só poderá optar por 8 mm dia de EVT.

Quando você tiver a SENHA poderá também mudar os campos de fórmulas adaptando-os aos seus hábitos ou desejo. Não pretendemos ser um programa completo para todas as possibilidades mas sim um guia para ser montado um programa individualizado para as necessidades de cada projetista.

Há notas explicativas por todos os assuntos e em todas as planilhas. As células tem cores diferentes para indicar se são para introduzir dados, são resultados de cálculos e outras características das células.

O Programa foi feito para satisfazer as condições de irrigação do Sistema PORITEX, mas pode ser usado por outros produtos as vezes até sem nenhuma modificação. Principalmente na irrigação localizada.

Faça o Down Load do programa, brinque com ele e faça o depósito, nos envie um e-mail e receba sua senha no dia útil seguinte.

O preço da SENHA é R\$ 10.00. É muito mais barato do que você ficar pensando na estrutura do seu futuro programa. É um valor simbólico. Vale pelo tempo que passei estudando uma forma de fácil adaptação. A senha abrirá todas as planilhas integralmente.

Faça um depósito com valor entre R\$ 9.95 e R\$ 10.04 . Use o último dígito dos centavos para distinguir seu depósito. Use o mesmo n# do último algarismo de sua visita na página principal.

Conta:
Guilherme Giorgi de Lacerda Soares e/ou
Bradesco
Ag. 115-5 V. Prudente.
Conta N# 41452-



SENSIBILIDAD A LA OBSTRUCCIÓN DEL TUBO EXUDANTE PORITEX®

- 1. Tipos de obstrucción**
- 2. El tubo PORITEX®**
- 3. Obstrucción física**
- 4. Obstrucción química**
- 5. Obstrucción biológica**

1. Tipos de obstrucción

Se distinguen diferentes tipos de obstrucción:

- **La obstrucción física**, debida a las partículas de origen mineral (arena, limo, arcilla) u orgánico, que son transportadas por el agua de riego y pueden obstruir la sección del conducto de paso del agua en el emisor o su orificio de descarga.
- **La obstrucción química**, debida a los precipitados calcáreos o magnésicos cuando se modifica el equilibrio carbonato-bicarbonatos al incorporar fertilizantes que provocan incremento del pH, así como aplicar fertilizantes en forma de sulfatos y fosfatos. Estos precipitados se forman en el conducto del emisor o preferentemente en el orificio de salida.

Al superar el nivel de solubilidad de los fertilizantes éstos precipitan.

También pueden producirse precipitados de hierro, azufre y manganeso, cuyos compuestos son solubles en forma reducida, pero precipitan al oxidarse en contacto con el aire o con oxidantes.

- **La obstrucción biológica**, debida al desarrollo en el agua de riego de microorganismos vivos (algas, bacterias).

2. El tubo PORITEX®

El tubo PORITEX® es realmente un filtro textil, con un tamaño del poro inferior a 4 µm, por lo que retiene todas las partículas en suspensión de tamaño superior, pero **sin que se produzcan obstrucciones**. Estas partículas, al ser de mayor diámetro que los poros del tubo PORITEX®, no pueden introducirse en éstos (a diferencia de como sucede en los goteros para este rango de tamaño de partículas), y son desplazadas lentamente hacia el final del tubo PORITEX® debido al flujo del agua en el mismo, sin que se produzcan obstrucciones en su longitud.

Cuando durante un riego, se observa en la longitud de las líneas de tubo PORITEX® un aumento importante de las pérdidas de carga respecto a las de diseño de la instalación, debido a la acumulación de partículas retenidas en la pared interna del tubo después de riegos sucesivos, la aplicación de una sobrepresión de 200-300 kPa (2-3 bar ó 20-30 m) provoca el desprendimiento de estas partículas así como de las posibles incrustaciones que también pudiera haber adheridas a la pared interior del tubo, y que éstas se desplacen y acumulen en los finales de línea de tubo PORITEX®. (Nota: la presión recomendada de trabajo de PORITEX® es 20 kPa (0,2 bar ó 2 m))

Periódicamente es aconsejable destapar los finales de línea de tubo PORITEX® para evacuar al exterior las partículas minerales y orgánicas que se puedan haber ido depositando en esta zona.

3. Obstrucción física

El tubo PORITEX® ha superado el ensayo de sensibilidad a la obstrucción física de CEMAGREF, a partir del cual se recomienda el nivel de filtración adecuado. El ensayo consta de 4 fases distintas y sucesivas de 40 h cada una, divididas en 5 tiempos de colmatación de 8 h cada uno separados por un tiempo de no funcionamiento de 16 h, lo cual simula el funcionamiento práctico de una instalación de riego localizado.

Las diferentes fases corresponden a una carga de partículas minerales cada vez mayor en cantidad y granulometría:

- 1ª fase: 125 mg/l de partículas de granulometría inferior a 80 µm
- 2ª fase: +125 mg/l de partículas de granulometría entre 80 y 100 µm
- 3ª fase: +125 mg/l de partículas de granulometría entre 100 y 200 µm
- 4ª fase: +125 mg/l de partículas de granulometría entre 200 y 500 µm

El ensayo se ha realizado a la presión de 2 m (20 kPa ó 0,2 bar), para cuatro muestras de tubo PORITEX® de 3 m de longitud cada una. Tomando como referencia el caudal con agua limpia, se considera que se supera una fase cuando al menos los caudales de 3 de las 4 muestras de tubo, medidos al final de la fase, es superior o igual al 70 % de su caudal de referencia.

El tubo PORITEX® ha superado las 4 fases, siendo los caudales de las cuatro muestras de tubo superiores al 70 % del caudal de referencia en cada una de las cuatro fases. **A raíz de estos resultados, el nivel de filtración recomendado por CEMAGREF es de 150 µm (100 mesh).**

4. Obstrucción química

Durante la fertirrigación tampoco se producen obstrucciones. Las sales fertilizantes en solución en el agua de riego, así como otras sales, como por ejemplo calcáreas, no afectan a la exudación del tubo PORITEX®, ya que las soluciones pasan a través de la pared porosa sin dificultad alguna.

Cuando el tubo PORITEX® se sitúa en superficie, pueden producirse cristalizaciones de estas sales en la sección exterior de tubo que no está en contacto con la superficie del suelo. Estas cristalizaciones son debidas a la evaporación que se produce cuando la temperatura ambiente es elevada, y es mayor en la medida que aumenta la concentración de fertilizantes en el agua de riego. Por ello se recomienda no fertirrigar con temperaturas elevadas, o en el caso de que esto no sea posible debido al manejo de la instalación, evitar altas concentraciones de fertilizantes en el agua de riego.

Estas cristalizaciones no afectan en medida alguna la uniformidad del riego ni el caudal exudado por metro lineal de tubo PORITEX® durante toda la fertirrigación. Al aplicar el siguiente riego, las cristalizaciones desaparecen al ser disueltos los cristales por el agua de riego.

El tubo PORITEX[®] toma la forma tubular cuando se empieza a regar, manteniéndola durante el riego, y al finalizar éste la pierde por la falta de presión. La variación de volumen del tubo provoca la rotura y desprendimiento de las cristalizaciones de la pared externa.

Cuando al regar o fertirrigar se introducen cristales de sales en el tubo PORITEX[®], éstos no provocan obstrucciones como las que se producen en los goteros por taponamiento del conducto de paso del agua, debido a que el tamaño de los cristales es superior al de los poros del tubo PORITEX[®] y no pueden introducirse en éstos y taponar el paso del agua hacia el exterior del tubo. El agua de riego irá disolviendo lentamente los cristales, pasando luego las sales ya disueltas a través de la pared del tubo PORITEX[®].

Los abonos utilizados deben ser solubles en el agua para evitar la formación de precipitados. A este respecto también hay que tener en cuenta la compatibilidad entre abonos cuando éstos se apliquen simultáneamente, así como con la propia agua de riego. Por ejemplo, se debe evitar la mezcla de fertilizantes que contienen sulfatos (sulfato amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico, etc.) con los que contienen calcio (nitrato cálcico, etc.). Estos precipitados, cuando se producen, se van acumulando al final de la línea de tubo PORITEX[®] sin producir obstrucciones en su longitud.

Los precipitados debidos a una excesiva concentración de sales en el agua de riego, se van disolviendo con los riegos sucesivos.

Mediante la acidificación se evita la formación de precipitados cálcicos, o los disuelve en el caso de que éstos ya se hayan producido, siendo recomendable siempre el tratamiento preventivo antes que el de limpieza.

El hierro, manganeso y azufre son solubles en estado reducido, pero al oxidarse precipitan. La oxidación puede producirse por bacterias (ver Obstrucción biológica), o por contacto con el aire o con oxidantes contenidos en el agua. El tratamiento preventivo consiste en provocar la oxidación y precipitación antes de los filtros de arena, para retener en éstos los precipitados. Un primer procedimiento consiste en airear el agua por medio de saltos, sistemas mecánicos, inyección de aire, etc., lo cual puede ser una solución suficiente. Un método eficaz de evitar estos precipitados es la aplicación continua de oxidantes como hipoclorito sódico. Cuando en la línea de tubo PORITEX[®] ya se han producido estos precipitados, es necesario entonces realizar tratamientos de acidificación.

5. Obstrucción biológica

Las algas y bacterias son causa de obstrucciones en las instalaciones de riego localizado.

Cuando el agua de riego se almacena en depósitos al aire libre, éstos constituyen un hábitat donde se desarrollan fácilmente las algas, por sus condiciones de reposo, iluminación, temperatura, ...

Se disponen filtros de arena en el cabezal de riego para retener las algas. Excepto algunas algas filamentosas, estos microorganismos no se desarrollan en el interior de las tuberías, pero los residuos de las algas muertas que atraviesan los filtros de arena constituyen un alimento para las bacterias, que si pueden crecer en ausencia de luz.

Una primera recomendación es cubrir los depósitos para que las algas no dispongan de la luz que necesitan. También son tratamientos eficaces la aplicación de sulfato de cobre o de permanganato potásico.

Nota: en el caso de ser necesaria la presencia de filtros de arena, tener en cuenta que éstos necesitan de una mínima presión para su correcto funcionamiento, que siempre resulta muy superior a la que se requiere para el riego mediante el tubo PORITEX[®], de modo que habrá que prever la reducción de esta presión después de los filtros para adecuarla a las necesidades del riego con PORITEX[®].

Las bacterias y los restos microscópicos de algas muertas atraviesan los más finos filtros de malla y de arena. Estos residuos de algas muertas, junto con algunos iones (hierro, sulfuro y manganeso) contenidos en el agua de riego, constituyen la fuente de alimento para ciertas bacterias que oxidan las formas solubles transformándolas en insolubles, que precipitan. Estos precipitados se unen a los cuerpos de las bacterias formando un mucílago o masa gelatinosa que se adhiere a las tuberías y provoca obstrucciones.

El tratamiento más eficaz y económico para destruir algas y bacterias (y en general, la materia orgánica) es la cloración, incorporación al agua de riego de hipoclorito sódico o cloro gaseoso. El hipoclorito es de fácil manejo, pero resulta más caro que el cloro gaseoso, que, a su vez, tiene el inconveniente de que es muy peligroso y requiere personal especializado para su aplicación. En instalaciones pequeñas suele emplearse hipoclorito, y en instalaciones grandes, cloro gaseoso. La aplicación de hipoclorito sódico y de cloro gaseoso debe hacerse siempre atendiendo a las dosis y prescripciones técnicas facilitadas por los distribuidores comerciales de los mismos.

DETALLES SOBRE OBSTRUCCIONES

*Esta información se ha elaborado a partir de la siguiente referencia bibliográfica:
“TÉCNICAS DE RIEGO – Autor: José Luis Fuentes Yagüe (Dr. Ingeniero Agrónomo)”*

Uno de los mayores problemas que se presentan en el riego localizado es la obstrucción de los emisores, producida por materias que van reduciendo progresivamente el paso del agua.

La obstrucción de los emisores puede ser producida por materias de distinta naturaleza:

- Partículas orgánicas: restos vegetales y animales, algas, bacterias.
- Partículas minerales: arena, limo, arcilla.
- Precipitados químicos.

El mayor o menor riesgo de obstrucción se debe, sobre todo, a las características del agua: sales disueltas, pH, temperatura, etc. La fertirrigación es un riesgo de obstrucción, puesto que modifica algunas cualidades del agua de riego.

Para combatir las obstrucciones se utilizan dos tipos de procedimiento:

- *Preventivo*: Consiste en evitar las obstrucciones mediante filtrado y tratamientos químicos del agua.
- *De limpieza*: Cuando la obstrucción ya se ha producido se hacen tratamientos del agua o se rompe la obstrucción mediante aplicaciones del agua o aire a presión.

La prevención de obstrucciones debe empezar antes de entrar en servicio la instalación, efectuando un lavado de la misma con agua presión, con el fin de facilitar la salida de partículas de plástico y de tierra que hubieran podido quedar dentro de las conducciones durante el montaje. Se deben colocar purgadores en los extremos de las tuberías principales, secundarias y laterales.

Prefiltrado

Cuando el agua contiene una gran proporción de partículas inorgánicas (arena, limo, arcilla) hay que eliminar una buena parte de ellas antes de la entrada del agua en el cabezal de riego. Esta separación de partículas o prefiltrado se hace de dos formas:

- *Depósito de decantación*: cuando la cantidad de partículas de limo y arcilla sobrepasa 200 ppm. Los equipos de filtración se obturan continuamente, por lo que procede la eliminación de esas partículas mediante un depósito de decantación.

- *Hidrociclón*: Es un dispositivo que permite la separación de las partículas de arena cuyo tamaño sea superior a 75 micras y cuya densidad sea superior a la del agua.

Filtrado

El filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas)

Filtro de arena

El filtro de arena sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Es el tipo de filtro más adecuado para filtrar aguas muy contaminadas con partículas pequeñas o con gran cantidad de materia orgánica.

Filtro de malla

La filtración se verifica en la superficie de una o más mallas concéntricas, fabricadas con material no corrosivo (acero o material plástico).

El filtro de malla se colmata con rapidez, por cuya razón se utilizan para retener partículas inorgánicas de aguas que no están muy contaminadas. Cuando existen algas en el agua hay que instalar aguas arriba un filtro de arena que las retenga, pues de otra forma colmatarían rápidamente la malla.

Cuando se instala filtro de arena, el filtro de malla se coloca aguas abajo de aquél, para que la arena que pudiera arrastrar el agua procedente del filtro de arena quede retenida en el filtro de malla.

El fertilizante se inyecta entre el filtro de arena y el de malla. De esta forma no se favorece la formación de algas en el filtro de arena, y el de malla retiene las impurezas de los fertilizantes y los precipitados que se puedan formar. Cuando los fertilizantes se inyectan en la red de tuberías, el filtro de malla se coloca aguas abajo de la inyección.

Filtro de anillas

El filtro de anillas tiene la misma aplicación que el filtro de malla, utilizándose uno y otro indistintamente.

Tratamiento químico del agua

El tratamiento químico del agua consiste en incorporar algún producto químico, con la finalidad de prevenir o combatir las obstrucciones causadas por algas, bacterias o precipitados químicos.

Los tratamientos químicos más utilizados son: la cloración (para descomponer la materia orgánica) y la acidificación (para disolver los precipitados químicos).

Algas en depósitos de agua

En muchas ocasiones, el agua de riego se almacena en depósitos o embalses al aire libre, en donde se crea un medio favorable para el desarrollo de algas, cuyo problema más importante es que obstruyen con mucha frecuencia los filtros de arena, lo que obliga a lavados frecuentes.

El tratamiento más efectivo contra las algas es la aplicación de sulfato de cobre a la dosis de 0,05 a 2 g/m³ según la especie de algas a tratar. Como norma general se puede aplicar la dosis de 2 g/m³, con lo que se previene el desarrollo de cualquier clase de algas. Cuando las algas ya están desarrolladas hay que aplicar una dosis de 4-5 g/m³ de agua a tratar.

El sulfato de cobre se puede colocar en sacos con flotadores anclados en el fondo del depósito, o extenderlo sobre la superficie del agua. No se debe aplicar cuando hay tuberías de aluminio. En este caso se pueden utilizar quelatos de cobre (más caros que el sulfato) u otros alguicidas no tóxicos para los cultivos.

Microorganismos en el interior de la instalación

La causa más frecuente de obstrucciones es la proliferación de algas microscópicas y bacterias en el interior de la instalación. La mayor o menor proliferación de estos microorganismos es debida a factores tales como la calidad del agua, su temperatura, la transparencia de los materiales, etc.

Las obstrucciones ocasionadas por microorganismos presentan un aspecto grasiento de color negro.

Los residuos de algas muertas que atraviesan los filtros, junto con algunos iones (hierro, sulfuro y manganeso) contenidos en el agua son un buen alimento para ciertas bacterias que oxidan las formas solubles transformándolas en insolubles, que precipitan. Estos precipitados se unen a los cuerpos de las bacterias formando un mucílago o una masa gelatinosa que se adhiere a las conducciones y a los emisores (goteros, y en nuestro caso, a la pared interna del tubo Poritex)

Los sedimentos de hierro son de color ocre (marrón) y se pueden producir a partir de una concentración de 0,1 ppm. El riesgo es mucho mayor cuando la concentración sobrepasa 0,4 ppm y el pH está comprendido entre 7 y 8.

El agua de riego empieza a ser problemática a partir de una concentración de sulfuro de 0,1 ppm.

El manganeso está menos presente que los dos iones anteriormente citados. El problema se presenta a partir de una concentración de 0,2 ppm, y se agrava cuando sobrepasa de 0,4 ppm. El sedimento de manganeso es de color oscuro. El sedimento de mezcla de hierro y manganeso es de color marrón.

El tratamiento más eficaz y económico para destruir las algas y bacterias (y en general, la materia orgánica) es la cloración, incorporación al agua de riego de hipoclorito sódico o cloro gaseoso. El hipoclorito sódico es de fácil manejo, pero resulta más caro que el cloro gaseoso, que, a su vez, tiene el inconveniente de que es muy peligroso y requiere personal especializado para su aplicación. En instalaciones pequeñas suele emplearse hipoclorito, y en instalaciones grandes, cloro gaseoso.

Para que se produzca la muerte de los microorganismos se requiere un tiempo de contacto de 30-60 minutos, por lo que los tratamientos preventivos suelen aplicarse al final del riego, dejando el agua tratada en las conducciones hasta el próximo riego. La acción biocida es más efectiva con pH bajo (comprendido entre 5 y 6) y temperaturas altas.

La inyección de cloro y de productos clorados se realiza antes del sistema de filtrado, para evitar el crecimiento de algas y bacterias en los filtros. Por otra parte, los productos insolubles de hierro, manganeso y azufre que se hayan podido formar por la acción del cloro pueden ser retenidos por los filtros.

La cloración no debe realizarse al mismo tiempo que la fertirrigación con abonos nitrogenados, ya que se producen unos compuestos (las cloraminas) muy estables, que permanecen en el agua durante bastante tiempo, pudiendo dañar a los cultivos.

Para tratamientos preventivos se utiliza:

- Hipoclorito sódico – NaClO, eau de javel o lejía- (de 100 gramos de cloro activo por litro de producto) en dosis de 10-20 cm³ por m³ de agua, (equivale, respectivamente, a 1 ppm – 2 ppm) aplicado al final de cada riego, en los últimos 10 minutos y dejando el agua en las conducciones hasta el próximo riego.
- Hipoclorito sódico (de 100 g/litro) en dosis de 100-200 cm³ por m³ de agua (10-20 ppm), aplicado cada 10-15 días, mantener la solución en la instalación durante 30-60 minutos y lavar posteriormente.
- Cloro gaseoso en dosis de 1-2 ppm en tratamiento continuo, y 10-20 ppm en tratamientos periódicos. Si la concentración de hierro es superior a 0,1 ppm la cloración debe hacerse de forma continua.

El anión cloro no es adsorbido por el complejo de cambio, pero se encuentra disuelto en la solución del suelo, de donde puede ser absorbido por las raíces y conducido a las hojas, donde se puede acumular hasta niveles perjudiciales. Por ello, las dosis de aplicación de cloro deben de ser reducidas, y los riegos que siguen al tratamiento de cloro deben de ser abundantes para lavar el cloro de la solución del suelo.

Cuando ya se han formado los mucílago (mezcla de microorganismos y precipitados) que obstruyen total o parcialmente el tubo Poritex se necesita un tratamiento de limpieza con una concentración de cloro libre de 500-1.000 ppm (5-10 litros de hipoclorito sódico de 100 g/litro por m³ de agua) Se mantiene en la instalación durante 24 horas y a continuación se lava con agua a presión para arrastrar los sedimentos. Para destruir los mucílago de los filtros de arena se aplica hipoclorito sódico a dosis de 10-15 litros/m³ (1.000-1.500 ppm); se mantiene durante 24 horas y se lava a continuación.

Las dosis altas de cloro causan daños a los cultivos, por lo que los tratamientos de limpieza deben hacerse cuando no hay cultivo o, en caso contrario, hacer un lavado abundante para diluir el cloro residual que sale por el tubo Poritex.

La cantidad de hipoclorito sódico necesario para los tratamientos se calcula mediante la fórmula:

$$q = \frac{Q \times c}{C}$$

q : caudal de inyección, en l/h

Q : caudal de agua de riego a tratar, en l/h

c : concentración de cloro en el agua de riego, en mg/l (o ppm)

C : concentración de cloro en el producto clorado, en mg/l

Precipitados químicos

Los precipitados químicos se producen cuando se modifican las cualidades del agua (temperatura, pH, aumento de la concentración de ciertos elementos debido a la incorporación de fertilizantes y otras sustancias químicas) y cuando se evapora el agua a través de la pared del tubo Poritex después de un riego, lo que hace aumentar la concentración de sales disueltas.

Los precipitados más frecuentes son de carbonato cálcico, carbonato magnésico y sulfato cálcico, que se producen cuando el agua contiene iones de calcio, magnesio, bicarbonato y sulfato; en menor medida están las precipitaciones de compuestos de hierro, azufre o manganeso, que en forma reducida son solubles, pero precipitan al oxidarse. Los valores elevados del pH favorecen la precipitación de sales.

Precipitados de calcio

El carbonato cálcico es muy soluble en un medio ácido, por lo que la forma más eficaz para combatir sus precipitados es controlar el pH del agua y limpiar periódicamente las conducciones con un ácido, seguido de un lavado con agua a presión.

Los ácidos comúnmente utilizados para estos tratamientos son nítrico, sulfúrico y clorhídrico, grado industrial, cuyas características más importantes son:

	Normalidad	° Be
Nítrico	14	40
Sulfúrico	36	66
Clorhídrico	12	22

El más utilizado es el ácido nítrico, que además es fertilizante.

Como norma general de tratamiento preventivo se puede proceder de la siguiente forma:

- Tratamiento diario con ácido nítrico, durante unos 10-15 minutos, al final del riego, manteniendo el pH del agua exudada por el tubo Poritex entre 5,5 y 6,5. Para ello normalmente se necesitará una dosis de 100-300 cm³ por cada m³ de agua.
- Tratamiento con ácido nítrico cada 15-20 días, manteniendo el pH del agua exudada por el tubo Poritex entre 3 y 5. Se necesitará una dosis de 0,5-1 litros de ácido por m³ de agua.

El tratamiento con ácido se hace durante unos 30 minutos a baja presión (0,2-0,4 bar)

A continuación se hace un lavado con agua a presión de 0,7 a 1 bar, durante 15 minutos, abriendo los extremos de las líneas de tubo Poritex para que salgan los restos de precipitados no disueltos.

Cuando ya se han producido obstrucciones se hace un tratamiento de limpieza con ácido nítrico, procurando mantener el pH alrededor de 2, para lo cual se necesitará una dosis de 1-2 litros de ácido nítrico por m³ de agua. Cuando la solución de ácido ha llegado al tubo Poritex más alejado, se para el funcionamiento de la instalación durante 12 horas y, a continuación, se limpian las líneas de riego Poritex haciendo funcionar la instalación a la presión de 0,7 – 1 bar y abriendo los extremos de los tubos Poritex para que salgan los restos de los precipitados no disueltos. Una vez terminada la limpieza se comprueba las presiones en la red y el caudal del tubo Poritex; si estas no son deseables se procede a una nueva inyección de ácido. Este tratamiento se hace por sub-unidades de riego.

Al final de la campaña, cuando no hay cultivos, se puede dar un tratamiento general con ácido nítrico, a dosis de 3-5 litros por m³ de agua, procediendo de forma análoga a como se ha indicado anteriormente.

Hay que tener la precaución de no mezclar los distintos ácidos y de incorporar siempre el ácido al agua y nunca el agua al ácido. La inyección del ácido se hace después del sistema de filtrado, para evitar corrosiones de los elementos metálicos.

El caudal que debe aportar la bomba inyectora en la red se calcula mediante la fórmula:

$$q = \frac{Q \times c}{1000 \times C}$$

q : caudal de inyección, en l/h

Q : caudal de agua de riego a tratar, en l/h

c : concentración de ácido en el agua de riego, en l/m³

C : concentración de ácido grado industrial, expresado en tanto por uno

Precipitados de hierro, azufre y manganeso

Los compuestos de hierro, azufre o manganeso son solubles en forma reducida, pero precipitan al oxidarse en contacto con el aire o con oxidantes. El tratamiento preventivo consiste en oxidar antes de los filtros de arena, para que los precipitados queden retenidos en esos filtros.

El hierro de las aguas subterráneas puede ser oxidado mediante pulverización de aire a la entrada del depósito de decantación o del embalse de regulación. Como elementos oxidantes se emplean:

- Cloro en la proporción de 1 ppm de cloro por cada 0,7 ppm de hierro. Conviene aumentar la proporción de cloro para el control de las bacterias que producen precipitados.
- Permanganato en la proporción de 0,6:1, con relación a la cantidad de hierro presente.
- Acidificación con un nivel de pH inferior a 4 durante un período de tiempo de 30 a 60 minutos.

En presencia de manganeso hay que tener precaución en la cloración, ya que la reacción es muy lenta y los precipitados se pueden formar después de pasar el filtro de arena.

En el caso de que la obstrucción ya se haya producido con compuestos de hierro, azufre o manganeso, se hace un tratamiento análogo al descrito para obstrucciones calizas.

Precipitados provocados por incorporación de fertilizantes

Para evitar la formación de precipitados al incorporar fertilizantes (fertirrigación) u otros productos químicos (quimigación) hay que tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Deben ser suficientemente solubles y muy puros, para que no se formen natas ni sedimentos.

- Hay que evitar la mezcla de sustancias que puedan reaccionar entre sí y producir precipitados.
- Compatibilidad con los elementos contenidos en el agua de riego.
- No deben corroer ni dañar el material de la instalación.

Las soluciones amoniacales incorporadas al agua de riego que contenga cantidades apreciables de calcio y magnesio pueden provocar la precipitación de esos elementos cuando el pH es alto. Pero en general, los problemas por obstrucción no están asociados a los fertilizantes nitrogenados, salvo en el caso que éstos quedaran estancados en la tubería entre dos riegos consecutivos, lo que favorece la proliferación de microorganismos. Para evitar este inconveniente se riega sólo con agua al final de la fertirrigación.

Los fertilizantes fosfatados pueden reaccionar con el calcio y magnesio presentes en el agua de riego provocando la formación de precipitados insolubles. Para evitar estos inconvenientes, que se producen con un pH elevado, se acidifica la solución fertilizante añadiendo ácido sulfúrico a la propia solución o inmediatamente después de la fertirrigación. Se da por supuesto que los fertilizantes fosfatados no pueden mezclarse con otros que contengan calcio o magnesio.

El empleo de fertilizantes acidificantes puede ser un buen método para mantener limpia la instalación. En algunos casos tan sólo es preciso utilizar ácido una vez al año para hacer una limpieza profunda de la instalación.

Cuando se fertirriga hay que tener la precaución de regar sin fertilizante al principio y al final de cada riego, pues en estas fases hay mayor riesgo de que se produzcan precipitados.

Fertirrigación: Características de los fertilizantes

Solubilidad

Los abonos utilizados en fertirrigación deben ser solubles para evitar precipitaciones, y por tanto, posibles obstrucciones.

La solubilidad depende de la temperatura del agua: a mayor temperatura corresponde mayor solubilidad.

Compatibilidad de las mezclas

Hay que evitar las reacciones químicas en donde se originen productos sólidos insolubles. Por ejemplo, se debe evitar la mezcla de productos que contienen sulfatos (sulfato amónico, sulfato potásico, sulfato magnésico, etc.) con los que contienen calcio (nitrato cálcico, cloruro cálcico, etc.)

La compatibilidad entre los fertilizantes más utilizados en fertirrigación, y su solubilidad, se indican en las tablas siguientes:

C: Compatible. Se pueden mezclar. I: Incompatible. No se pueden mezclar. X: Se pueden mezclar en el momento de su empleo.	Nitrato amónico		C	X	X	I	X	X	X	C	C
	Sulfato amónico	C		C	X	I	C	I	I	C	C
	Solución nitrogenada	X	X		X	X	X	X	X	C	C
	Urea	X	X	X		X	X	X	X	C	C
	Nitrato cálcico	I	I	X	X		X	I	I	I	C
	Nitrato potásico	C	C	C	X	C		C	C	C	C
	Fosfato monoamónico o diamónico	X	I	X	X	I	C		C	C	C
	Ácido fosfórico	X	I	X	X	I	C	C		C	C
	Sulfato potásico	C	C	C	C	I	C	C	C		C
	Cloruro potásico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	

Fertilizante	Composición N-P ₂ O ₅ -K ₂ O-Otros	Solubilidad g/l a 20 °C
Nitrato amónico	33,5-0-0	1.900
Urea	46-0-0	1.000
Solución N-32	32-0-0	
Solución N-20	20-0-0	
Nitrato cálcico	15,5-0-0-(26 CaO)	1.200
Sulfato amónico	21-0-0-(23 S)	730
Ácido nítrico	13-0-0	
Ácido fosfórico	0-54-0 / 0-68-0	
Fosfato monoamónico (MAP)	12-61-0	220
Fosfato diamónico (DAP)	21-53-0	400
Fosfato urea	17-44-0	
Polifosfato amónico	10-34-0	
Nitrato potásico	13-0-46	310
Sulfato potásico	0-0-50 (18 S)	110
Cloruro potásico	0-0-60	340
Fosfato monopotásico	0-51-34	230
Nitrato magnésico	11-0-0-(9,5 Mg)	
Sulfato magnésico	(16 Mg- 13 S)	710
Sulfato ferroso	(36 Fe)	260
Sulfato de manganeso	(32 Mn)	500
Bórax	(11 B)	50
Sulfato de zinc	(23 Zn)	750

LUCHA QUÍMICA CONTRA EL INSECTO *Gryllotalpa gryllotalpa* QUE EN ALGUNOS CASOS PUEDE LLEGAR A ROER EL TUBO PORITEX

A continuación se relacionan diversos productos insecticidas mediante los cuáles se puede eliminar el insecto *Gryllotalpa gryllotalpa* (*alacrán cebollero*) presente en el suelo de algunas parcelas de cultivo como plaga que ataca al cultivo y que, en algunos casos, también es capaz de roer el tubo Poritex dañándolo, aunque el problema principal es el daño ocasionado sobre el cultivo.

De modo que debido a la necesidad de evitar los daños sobre el cultivo también se evitan los posibles daños sobre Poritex.

Cuando este insecto está presente en el suelo, puede dirigirse al tubo Poritex atraído por la presencia de agua en su interior cuando se está regando. Su potente aparato bucal masticador tiene la capacidad de dañar el Poritex.

Pero el insecto abandona rápidamente esta práctica debido a la propia dificultad del tejido de poliéster del tubo Poritex a ser roído y a las alteraciones y disfunciones que el poliéster provoca en el sistema digestivo del insecto.

Aún y así, es conveniente evitar y reducir al máximo el posible ataque inicial del insecto al tubo Poritex.

Para cada producto insecticida se indica la materia activa, la dosis de aplicación recomendada, el nombre del producto comercial y el fabricante.

Con esta relación, se pretende facilitar una serie de insecticidas que pueden utilizarse. Pero en todo caso es siempre recomendable dirigirse a las casas comerciales que los venden para establecer cuáles son las dosis y modos de aplicación más adecuados de los mismos.

1) Insecticidas de aplicación foliar:

- METOMILO 20 % p/v (líquido emulsionable)

Dosis: 250 cm³ / 100 l

Producto comercial: LANNATE 20 L

Fabricante: DU PONT

- METOMILO 25 % (polvo mojable)

Dosis: 200 g / 100 l

Producto comercial: LANNATE 25 WP

Fabricante: DU PONT

2) Insecticidas de aplicación al suelo:

- DAZOMET 98 % (gránulo)
Dosis: 350 – 500 kg/ha
Producto comercial: BASAMID Granulado
Fabricante: BASF

- DIAZINON 10 % (gránulo)
Dosis: 45 kg/ha. Localizado en líneas: 20 kg/ha
Producto comercial: VERDECION DIA 10 G
Fabricante: KENOGARD

- FOXIM 10 % (gránulo)
Dosis: 40 – 50 kg/ha
Producto comercial: VOLATON 10 GR
Fabricante: BAYER

- FOXIM 50 % p/v (concentrado emulsionable)
Dosis: 4 - 6 l/ha en pulverización al suelo a baja presión seguida de incorporación mecánica o en fertirrigación
Producto comercial: VOLATON 50 LE
Fabricante: BAYER

3) Cebos:

- CLORPIRIFOS 1% (gránulos)
Dosis: 10 –20 kg/ha
Producto comercial: RIMI
Fabricante: ARAGONESAS

- FLUOSILICATO SÓDICO 2,5 % + CRIOLITA 2,5 % (gránulos)
Dosis: 20 – 30 kg/ha
Producto comercial: ROSQUIVER
Fabricante: KENOGARD

- FLUOSILICATO SÓDICO 10 % (gránulos)
Dosis: 20 – 30 kg/ha
Producto comercial: GRANOLIN
Fabricante: EDIFI

- METALDEHIDO 5 % (gránulos)
Dosis: 15 - 30 kg/ha
Producto comercial: HELIMAT 5G
Fabricante: KENOGARD
Producto comercial: ZELTADEx Granulado
Fabricante: ZENECA

- METIOCARB 1 % (gránulos)
Dosis: 10 - 20 kg/ha
Producto comercial: MESUROL 1 Cebo Granulado
Fabricante: BAYER

- METIOCARB 4 % (gránulos)
Dosis: 3 - 4 kg/ha
Producto comercial: MESUROL 4 Cebo Granulado
Fabricante: BAYER