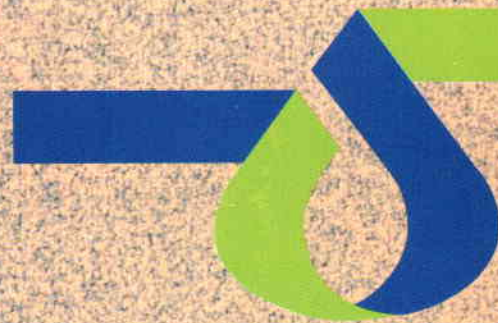


SERIE TECNICA

N.º 1



Regadíos

CENTER

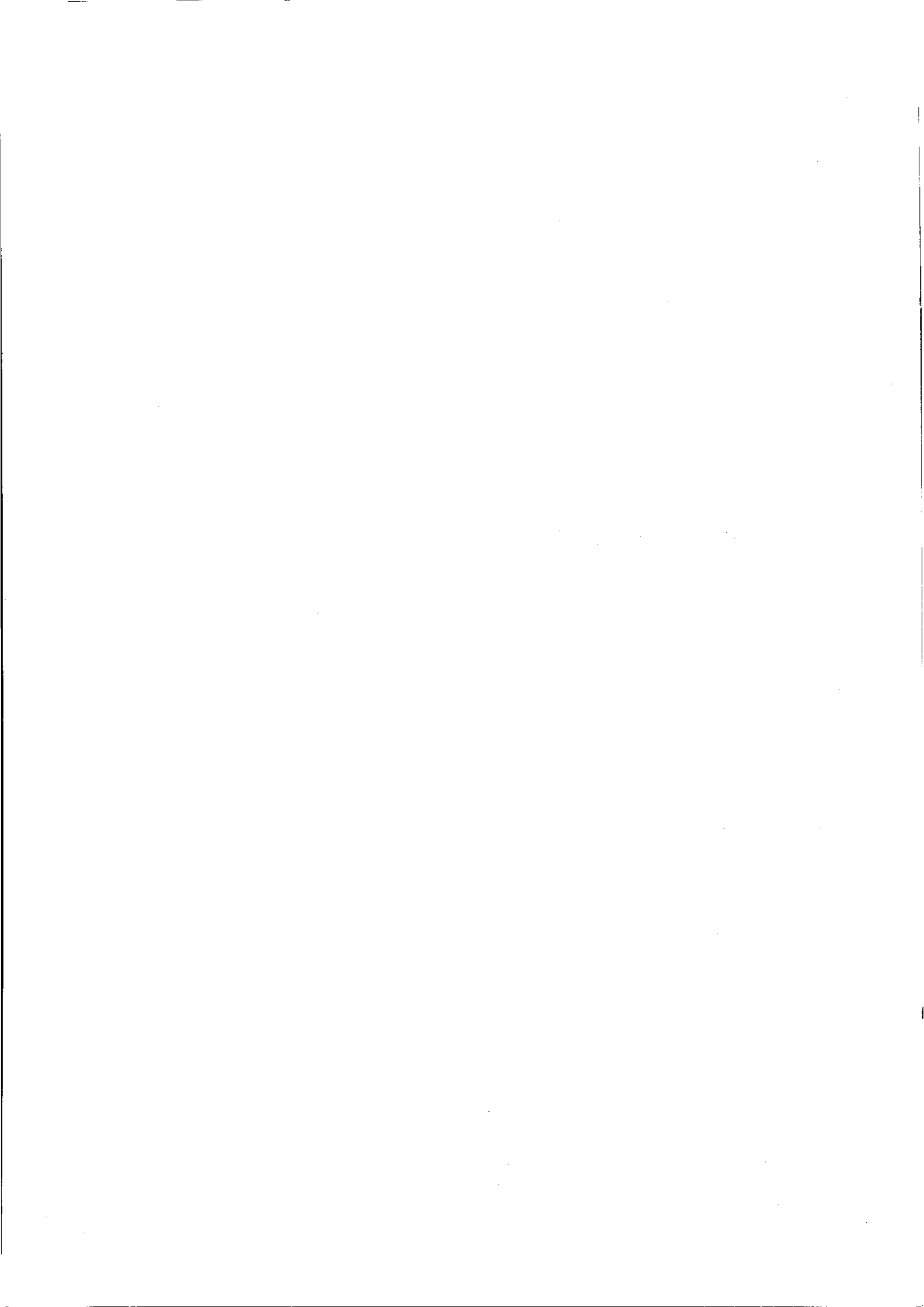
**CENTRO NACIONAL
DE TECNOLOGIA
DE REGADIOS**

**EVALUACIONES DE
RIEGO SUBTERRANEO
EN CESPED**



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

IRYDA



RIEGO SUBTERRANEO EN CESPED

Autores:

C. Fedrizzi(*)
J.D. Parra Ugarte(*)
J.M. García Ramos(**)

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

1.- Introducción

La elección del sistema de riego óptimo en áreas verdes urbanas de titularidad pública está condicionada por varios factores. Excluyendo la zona norte, en el resto del país, la escasez de agua potable es cada vez mayor, por ello se ha dado gran importancia al "ahorro" de agua. No obstante hay otros factores que conviene tener en cuenta:

- Coste inicial de la instalación.
- Coste de mantenimiento de los equipos.
- Coste de operación.
- Impacto de los equipos de riego sobre la estética de la zona ajardinada.
- Impacto del vandalismo sobre los equipos de riego.
- Viabilidad del uso de aguas recicladas, no potables.

Los trabajos sobre riego subterráneo se iniciaron en la primavera de 1993, en el Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER), después de haber comprobado el interés de los agentes implicados en el tema - administraciones locales, fabricantes y usuarios particulares - .

Las empresas del sector de riego, que comercializan y/o fabrican material susceptible de ser enterrado, han cedido los elementos necesarios para realizar las pruebas.

Los objetivos de los trabajos son:

- 1.- Evaluar el material cedido por los fabricantes.
- 2.- Determinar las necesidades de agua del césped con riego subterráneo.
- 3.- Identificar la técnica de riego adecuada.
- 4.- Evaluar la viabilidad del riego subterráneo teniendo en cuenta por orden de importancia:
 - Calidad del césped.
 - Coste de instalación + Coste de mantenimiento.
 - Uso de aguas recicladas, sin riesgo de olores y materias indeseables sobre la pradera.

(*) Ingenieros Agrónomos becarios del IRYDA

(**) Ingeniero Agrónomo de TRAG, S.A.

Los trabajos de evaluación durarán al menos 3 años (el primero ya ha transcurrido), no obstante, en función de la evolución de las líneas de riego bajo tierra y de la influencia del sistema radicular del césped sobre los puntos de emisión, los plazos pueden variar.

El presente estudio recoge las conclusiones sobre el primer objetivo planteado. En los siguientes años se avanzarán las restantes.

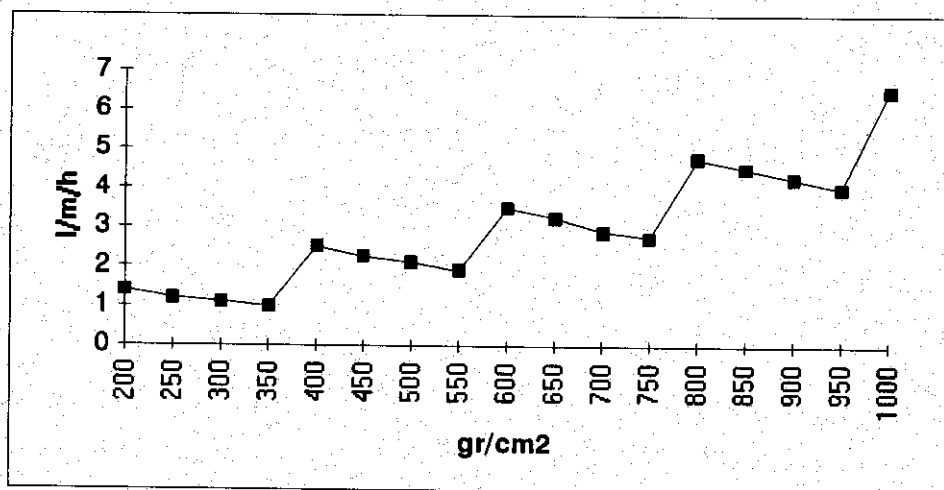
2.- Materiales y métodos.

2.1.- Materiales

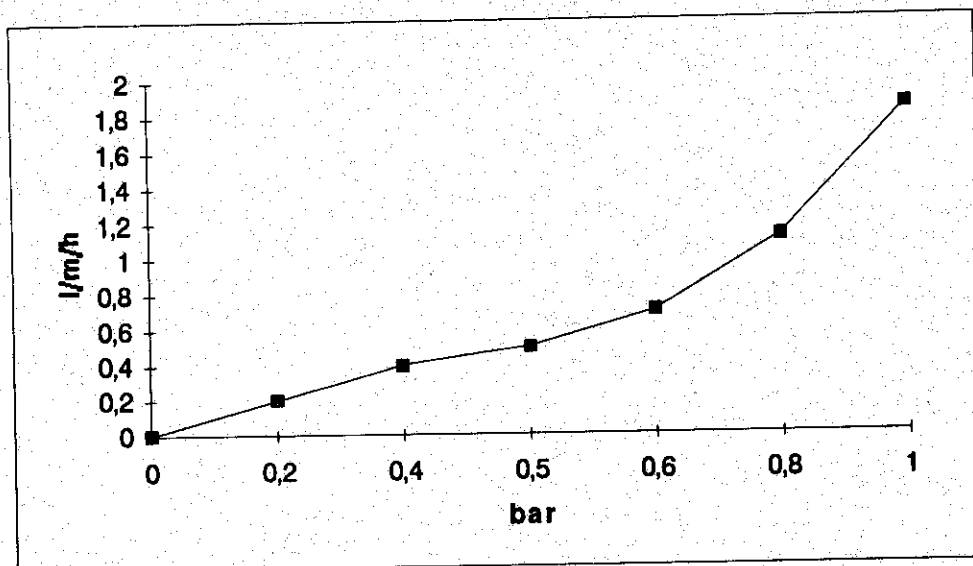
Se han evaluado cuatro tuberías de riego de distintos fabricantes y los productos quedan definidos de la siguiente manera:

Nombre	Tipo de producto
A	Cinta exudante
B	Tubería exudante
C	Gotero integrado autocompensante
D	Gotero integrado

"A" es una cinta de pared porosa de poliéster, con un \varnothing 18 mm x 16 mm; la curva de gasto que presenta el fabricante es:

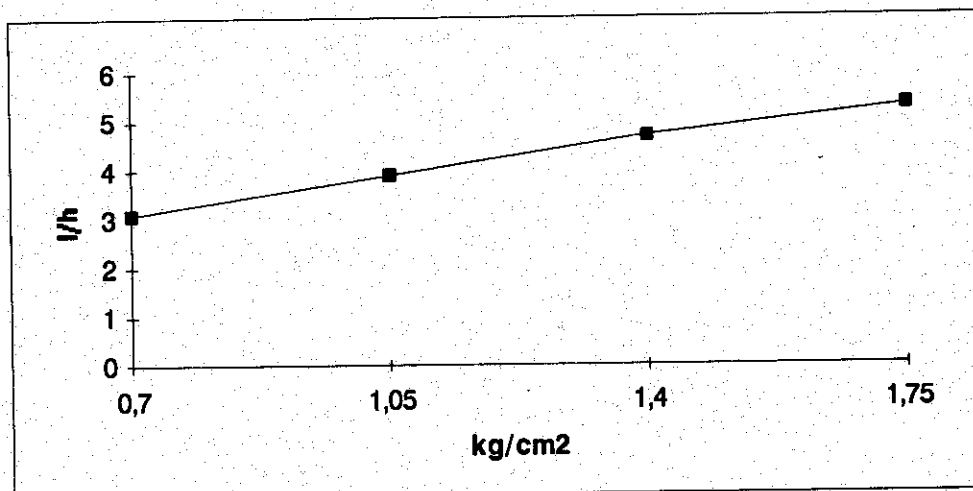


"B" es una tubería de pared porosa de caucho reciclado, con un \varnothing 20,4 mm x 16 mm; la curva de gasto que presenta el fabricante es:



"C" es una tubería de polietileno con goteros autocompensantes integrados cada 60 cm -pegados a la pared interna-. Tiene un diámetro \varnothing 16 mm x 13,5 mm. El gasto horario, según el fabricante, es de 2,4 litros.

"D" es una tubería de polietileno con goteros integrados cada 34 cm. Tiene un diámetro \varnothing 16 mm x 13,3 mm. El fabricante incorpora un herbicida -Treflán- en el momento de la extrusión, este se libera lentamente desde el momento de su fabricación. La curva de gasto que presenta el fabricante es:



El resto de los materiales empleados en el ensayo son:

- Instalación de riego con filtro de anillas y válvulas volumétricas.
- Manómetros, cintas métricas y tensiómetros.
- Cubo aforado de 400 l.
- Equipo portátil y fijo de bombeo.

El agua de riego empleada procede del río Henares; en el aspecto biológico, está fuertemente contaminada; el filtro de láminas ha de ser limpiado semanalmente, observando una obturación total por algas pardas, verdes y gusanos. Del análisis realizado en una muestra recogida el 3-9-1993 se tienen los siguientes datos sobre su composición química:

Conductividad a 25° C	998 $\mu\text{S}/\text{cm}$
pH	8,22
Cloruros	99,4 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de Cl^-
Sulfatos	152 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de $\text{SO}_4^{=}$
Bicarbonatos	286,7 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de CO_3H^-
Calcio	92 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de Ca^{++}
Magnesio	36,5 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de Mg^{++}
Sodio	66 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de Na^+
Potasio	4,4 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de K^+
Boro	0,36 $\text{mg} \times \text{l}^{-1}$ de B
SAR ajustado	2,5

Según las normas Riverside es C_3S_1 , esto es, alto riesgo de salinización y bajo riesgo de alcalinización.

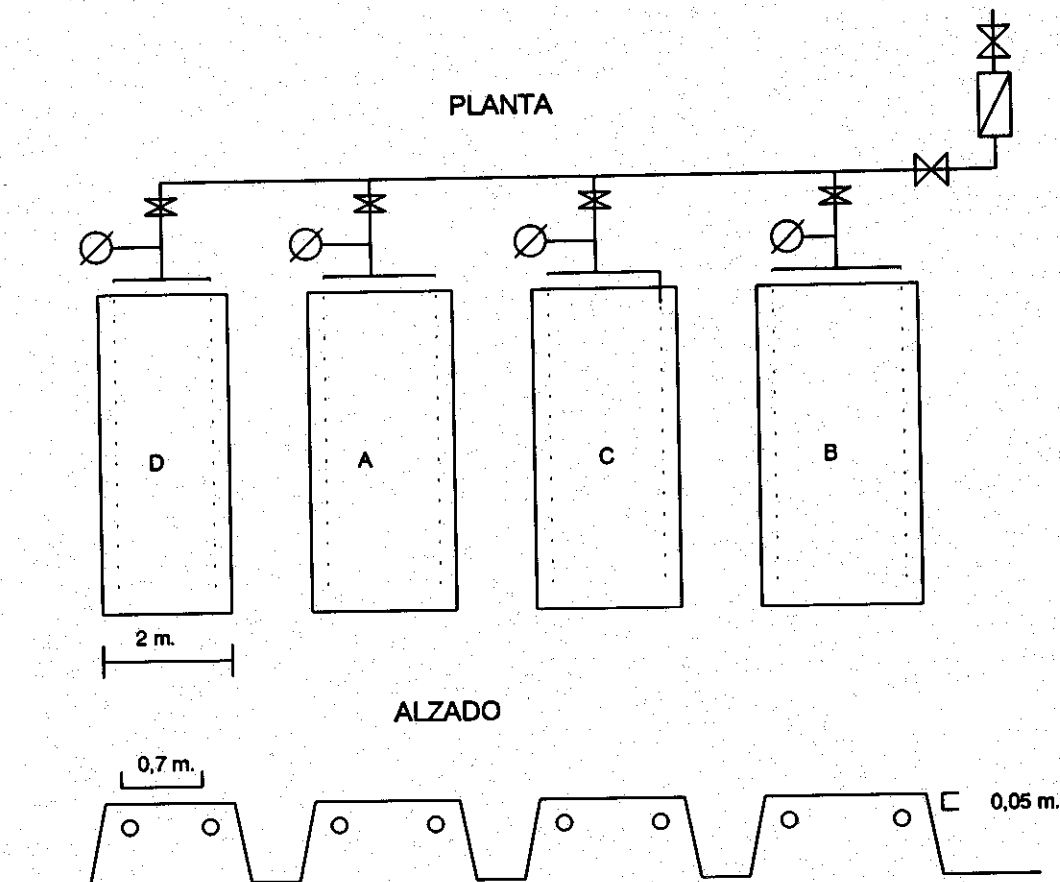
2.2.- Método

Estando todas las líneas de riego enterradas, no es posible hacer un seguimiento por gotero del gasto.

Las tuberías exudantes han sido evaluadas sobre una canaleta. El proceso consiste en determinar el gasto de un tramo de longitud conocida a las presiones indicadas por el fabricante. Las evaluaciones no se interrumpían en el tiempo hasta comprobar que el gasto se estabilizaba; en ese momento se conoce la curva que relaciona el gasto con el tiempo a una determinada presión. Para conseguir una altura constante durante el ensayo se ha contado con un depósito de nivel fijo a la altura demandada con respecto a la línea de prueba.

Las tuberías con goteros incorporados se han probado sobre canaleta, conociendo el número de goteros por tramo y, de forma individual, sobre un grupo de goteros representativo. En este caso no hay periodo de estabilización del gasto y los tiempos de prueba son cortos, no tiene, en este caso, sentido relacionar el gasto con el tiempo.

Se han preparado cuatro parcelas con una longitud de 45 m y una anchura de 2 m. Están levantadas sobre el nivel del suelo 0,25 m. En el siguiente esquema quedan definidas las parcelas y su instalación:



El suelo donde se localizan los ensayos tiene una textura franco arcillosa:

- 39% de arena
- 22% de limo
- 39% de arcilla

y el pH del extracto saturado de suelo es de 8.

La siembra se hizo sobre una capa de mantillo de 1 cm de espesor y cubierta con una capa similar de arena. Para conseguir una buena nascencia se regó, en principio, con manguera, posteriormente llovió durante casi un mes y toda la superficie se cubrió uniformemente de césped. La semilla empleada se compone de la siguiente mezcla de especies y variedades:

Semilla	Variedad	Cantidad en kg
Festuca arundinacea	Darcy	4,5
Festuca rubra	Bastide	1,5
Festuca rubra	Cindy	1,5
Ray-grass inglés	Bianca	3
Festuca ovina	Biljart	0,6
Poa pratensis	Parade	1,2

La siembra se hizo el 21-4-1993. Después de la nascencia se abonó a razón de 100 kg/ha de nitrato amónico del 33,5% de riqueza.

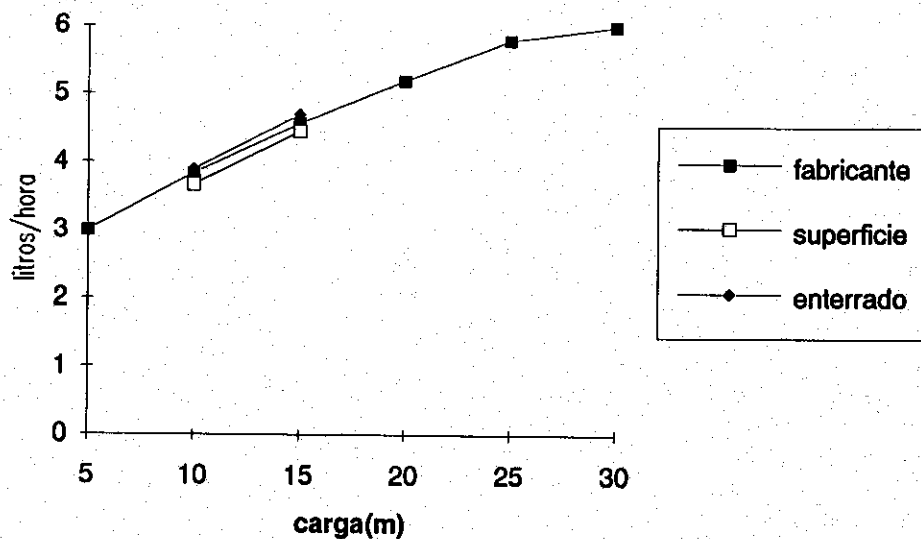
Se cortó el césped cada 15 días y se aplicó un herbicida para eliminar las plantas de hoja ancha.

Los riegos se han hecho teniendo en cuenta las lecturas de dos tensiómetros de 6" y 12", instalados en la parcela con líneas de goteo "D". No ha habido un control estricto del volumen de agua aplicado, se ha intentado mantener el césped en un estado bueno, sin aportaciones excesivas de agua; esto se ha conseguido haciendo un seguimiento del perfil de humedad en el suelo con zanjas de 0,6 m de profundidad en la cabecera y final de cada parcela.

Se han realizado aforos del material antes de su instalación –aforos al aire libre– justo después de haber enterrado las líneas de riego y al final de la temporada de riego. Los puntos con defecto de riego han sido descubiertos para vigilar la evolución del gotero o de la tubería exudante. El criterio seguido en los aforos ya ha sido citado: en las líneas exudantes se relaciona el gasto a lo largo del tiempo a una carga dada, hasta obtener un dato constante; en las líneas de goteo se relaciona gasto con carga.

3.- Resultados

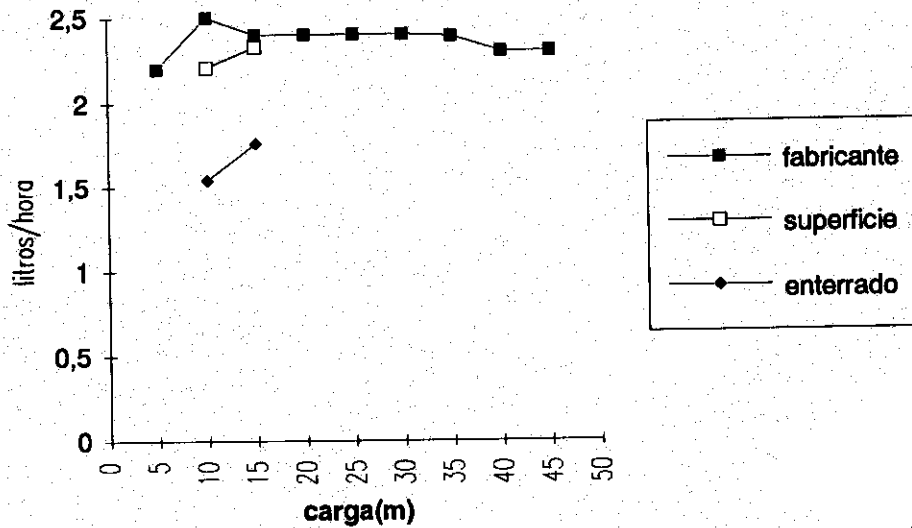
3.1.- Parcela con gotero integrado "D"



Se colocan sobre el mismo eje de coordenadas el aforo facilitado por el fabricante, el realizado antes de instalar el gotero y el efectuado cuando ha transcurrido la temporada de riego –6 meses–.

El desarrollo del césped con este gotero ha sido muy bueno, no se han observado crecimientos diferenciales ni manchas secas por falta de humedad. Al ser un gotero con una importante descarga y estar enterrado tan sólo 0,05 m, cuando se intentó utilizar el riego subterráneo para la nascencia, en los puntos de goteo, las semillas eran desplazadas por el agua quedando una pequeña "calva" en el punto de emisión.

3.2.- Parcela con gotero integrado auto-compensante "C"

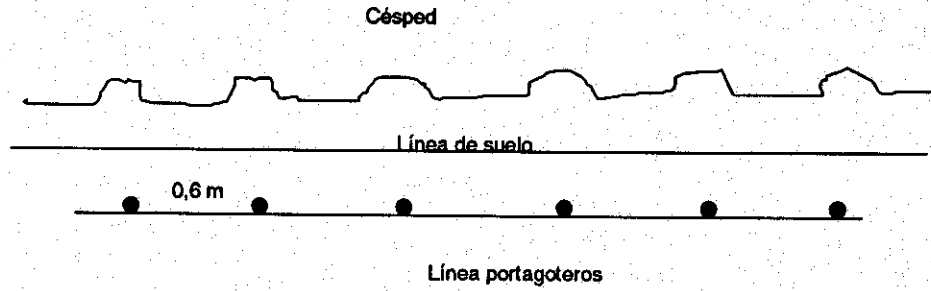


Se colocan sobre el mismo eje de coordenadas el aforo facilitado por el fabricante, el realizado antes de instalar el gotero y el efectuado cuando ha transcurrido la temporada de riego -6 meses-.

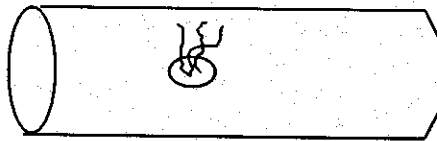
El desarrollo del césped con este gotero ha sido regular, se han observado crecimientos diferenciales en los puntos de descarga, este es más patente una semana después de efectuar la siega. En los extremos laterales -0,1 m- el césped se secó por falta de agua, hay demasiada distancia desde la línea hasta el extremo.

De los aforos se desprende una caída de la descarga, en el siguiente esquema, junto al crecimiento diferencial del césped, figura una observación de la presencia de raíces introduciéndose por el gotero.

CRECIMIENTO DIFERENCIAL EN LOS PUNTOS DE DESCARGA

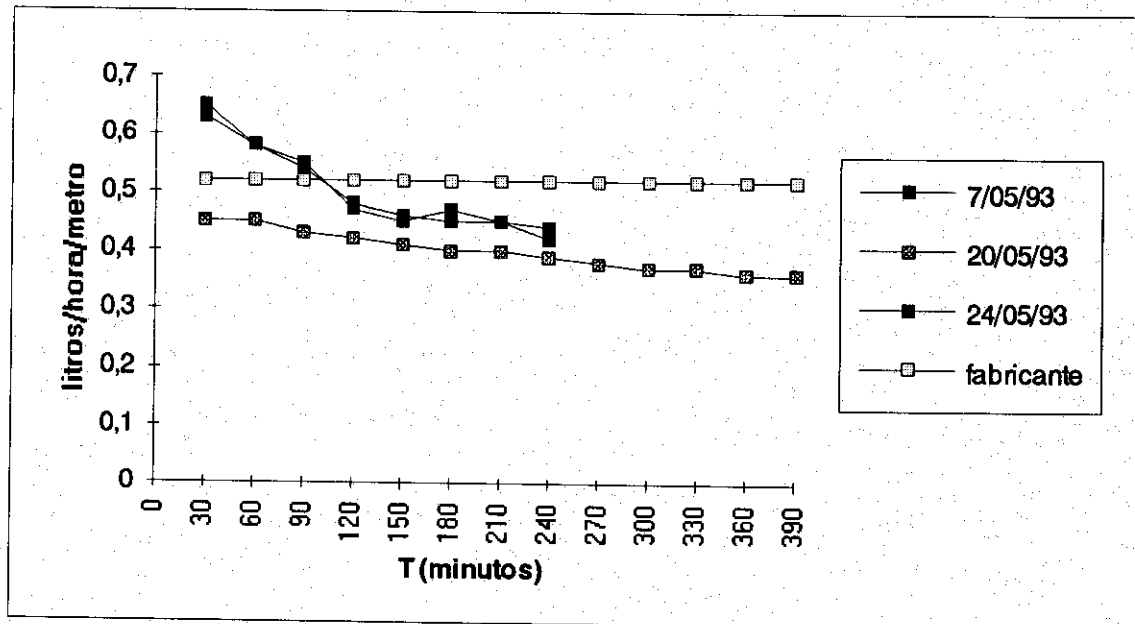


OBTURACIÓN DEL GOTERO POR RAÍCES

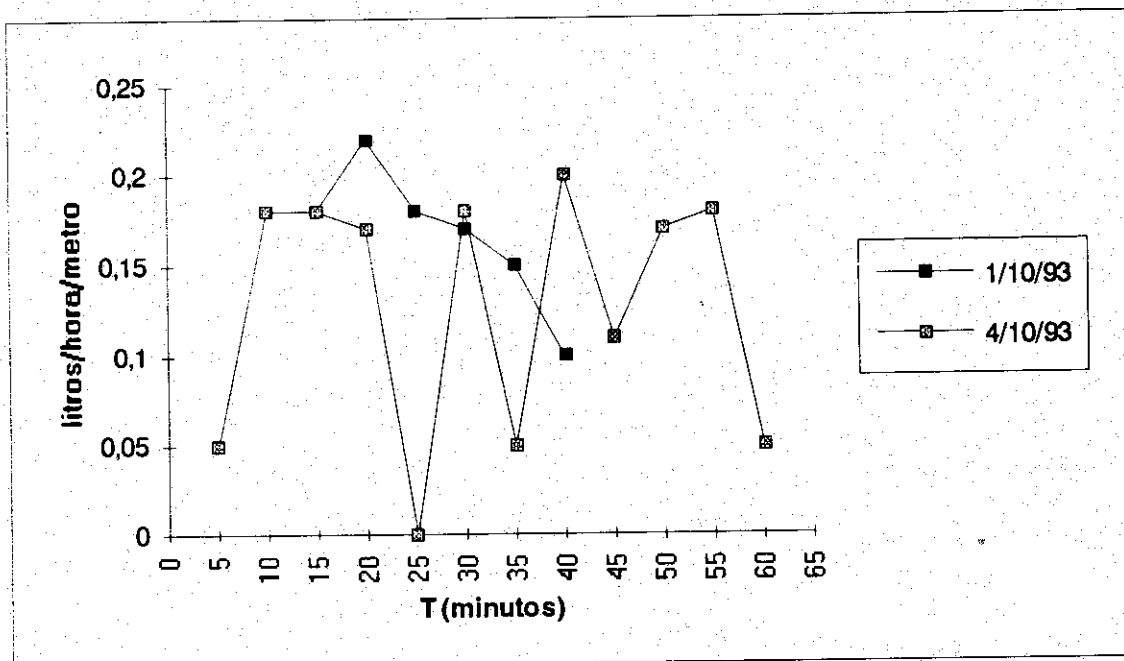


3.3 .- Parcela con línea exudante "B"

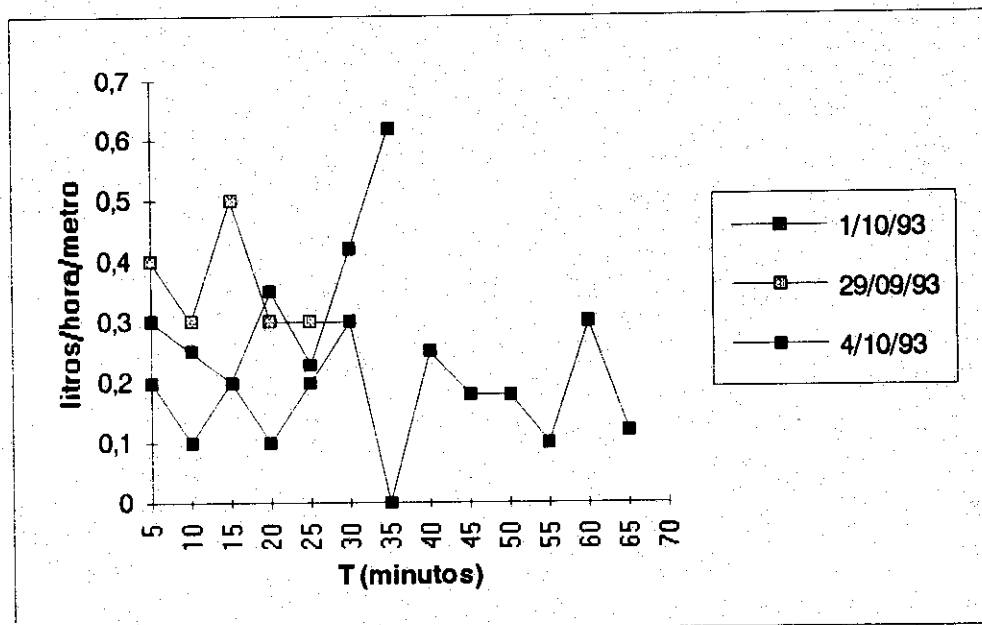
Aforos realizados sobre canaleta -en superficie-, sin suelo, con una carga de 2 m



Aforos realizados sobre el material instalado en parcela -enterrado-, con una carga de 10 m



Aforos realizados sobre el material instalado en parcela -enterrado-, con una carga de 15 m



Se colocan sobre el mismo eje de coordenadas el aforo facilitado por el fabricante y los realizados, antes de instalar el material en parcela, sobre canaleta; en el resto de aforos tan sólo figura la fecha en que fue realizado; el fabricante no proporciona datos en esas condiciones particulares.

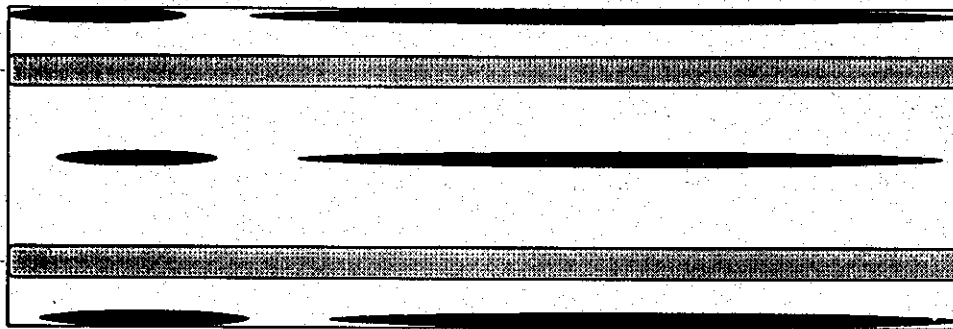
El desarrollo del césped con este gotero ha sido malo; se han observado crecimientos diferenciales sobre la línea exudante y muerte del mismo en los bordes desde 0,2 m de la línea, hasta el extremo lateral.

El material -caucho reciclado- presenta poca resistencia a la acción mecánica, agrietándose al doblarlo y al presionar el cierre con un tapón interior en los finales.

En los aforos sobre canaleta, con una carga de 2 m., se observa un descenso continuo del gasto a lo largo del tiempo, sin llegar a la estabilización.

En los aforos sobre parcela tampoco se consiguió una estabilidad en el gasto.

ASPECTO DE LA PARCELA CON "B"



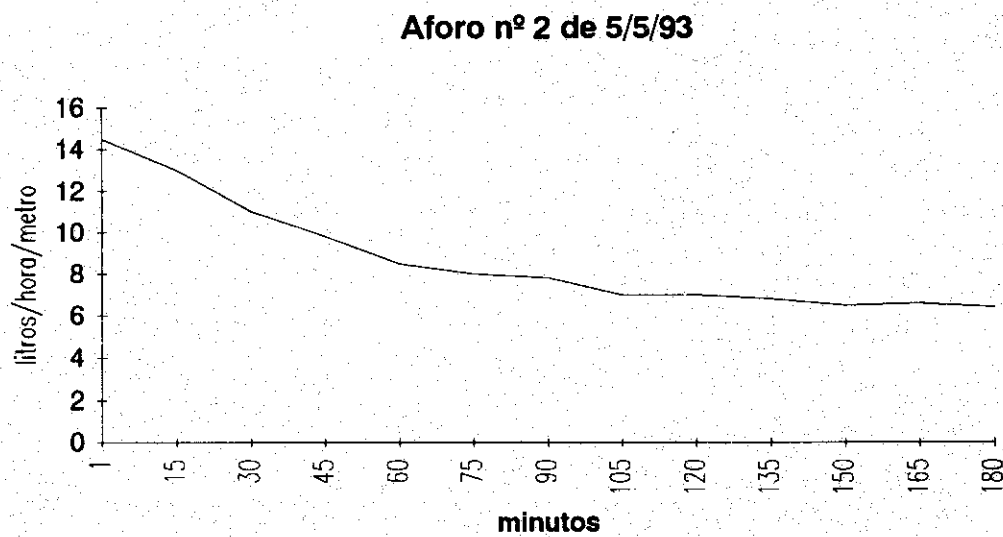
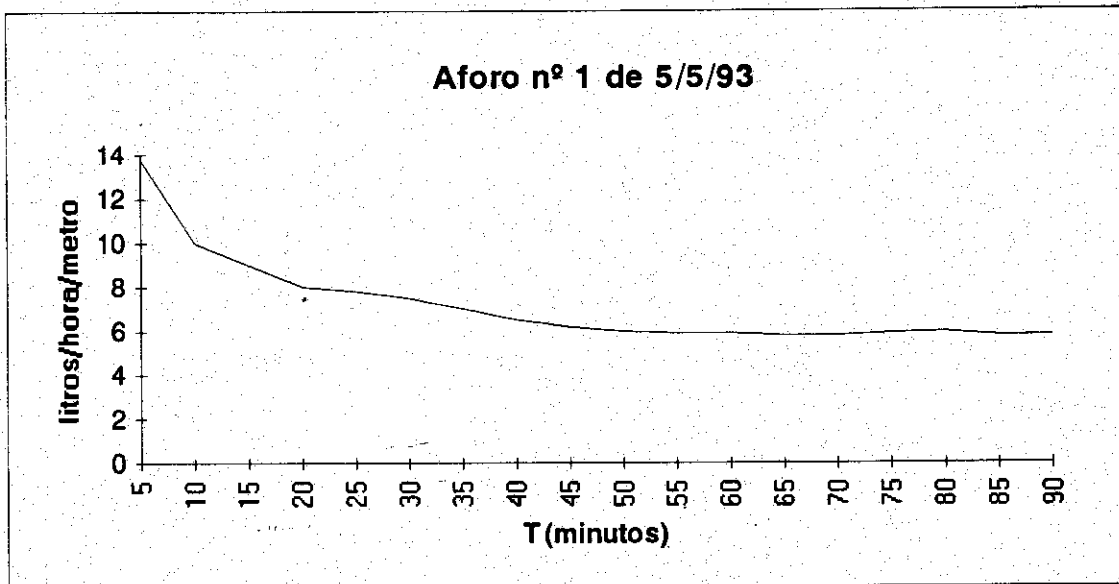
Zonas de mejor y mayor desarrollo del césped

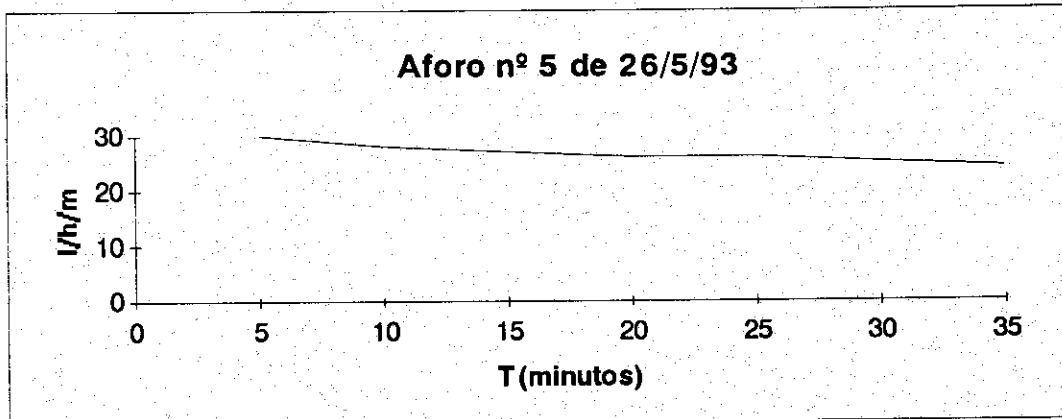
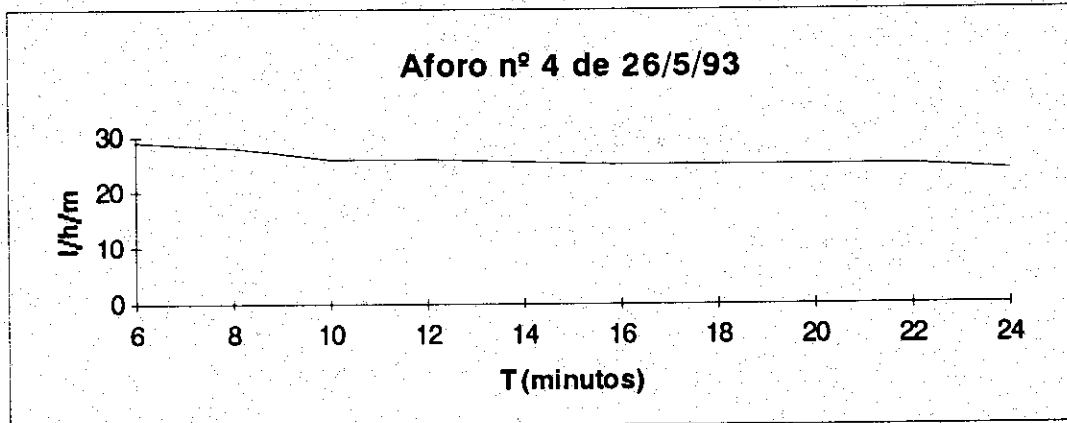
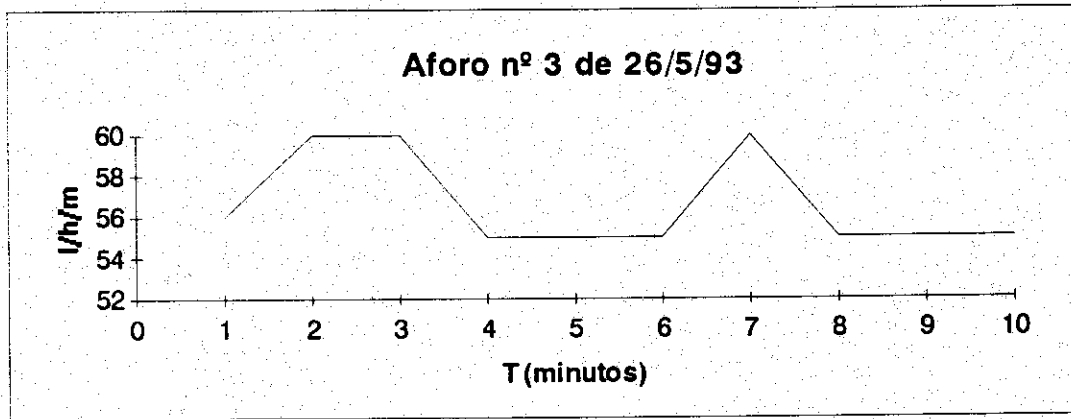


Zonas secas por falta de riego

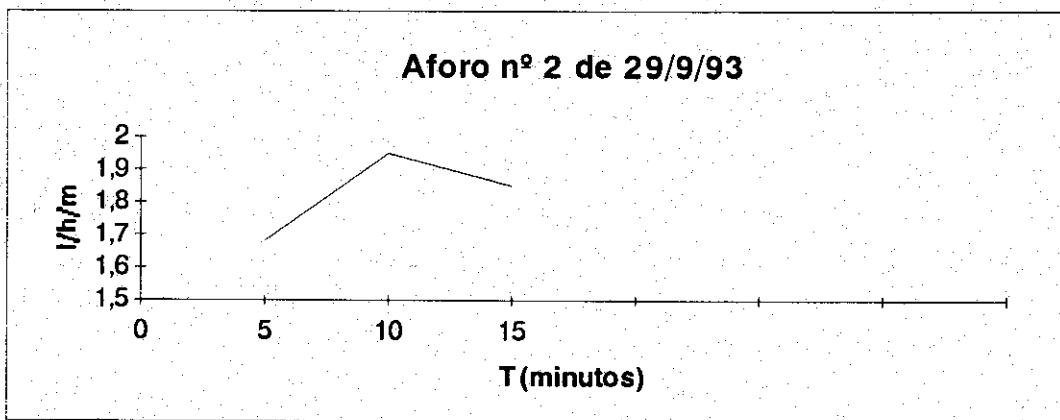
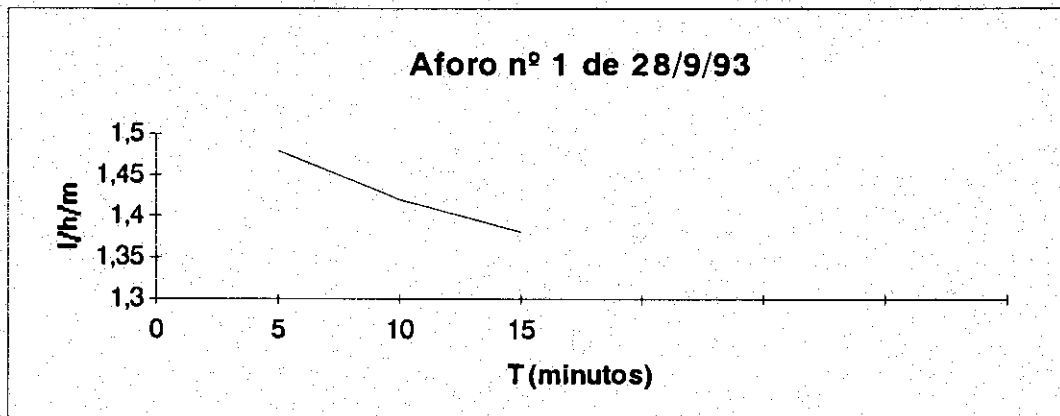
3.4.- Parcela con línea exudante "A"

Aforos realizados sobre canaleta -en superficie-, sin suelo, con una carga de 2m

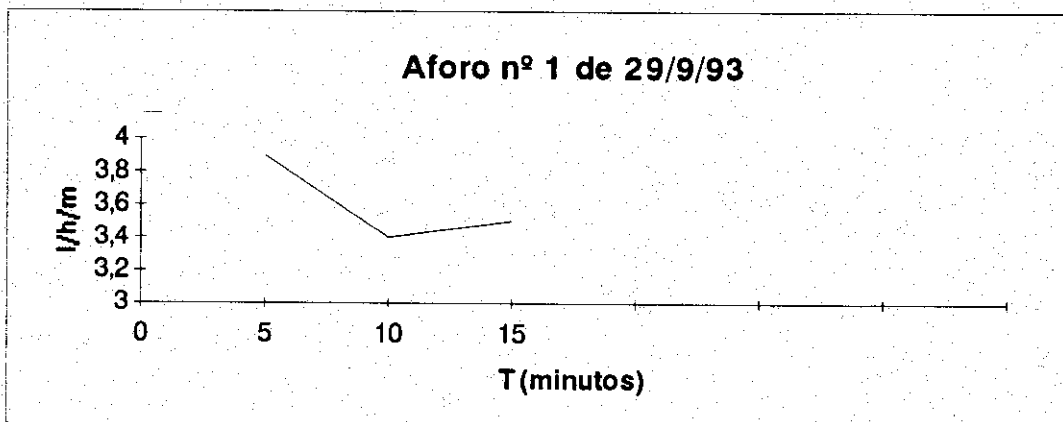


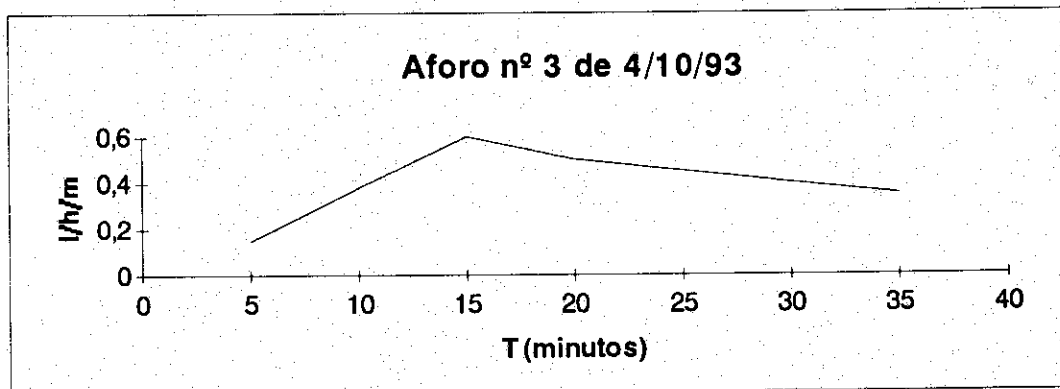
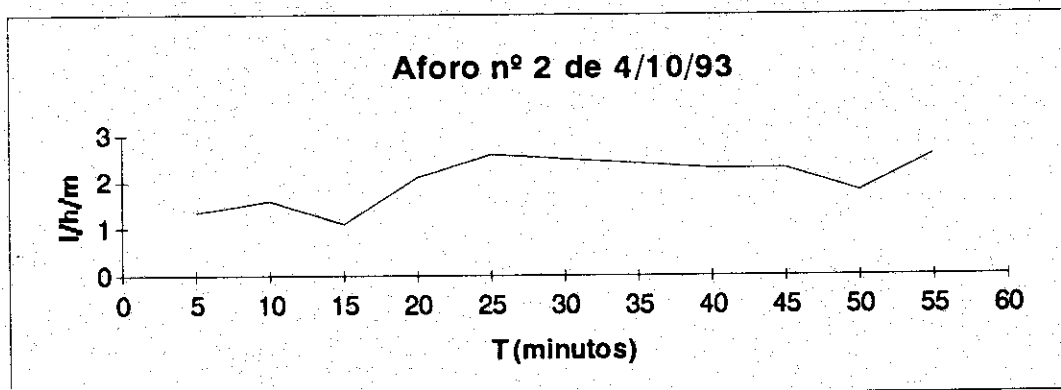


Aforos realizados sobre el material instalado en parcela -enterrado-, con una carga de 10 m



Aforos realizados sobre el material instalado en parcela -enterrado-, con una carga de 15 m





Se han separado los aforos sobre canaleta de los realizados en parcela (enterrados).

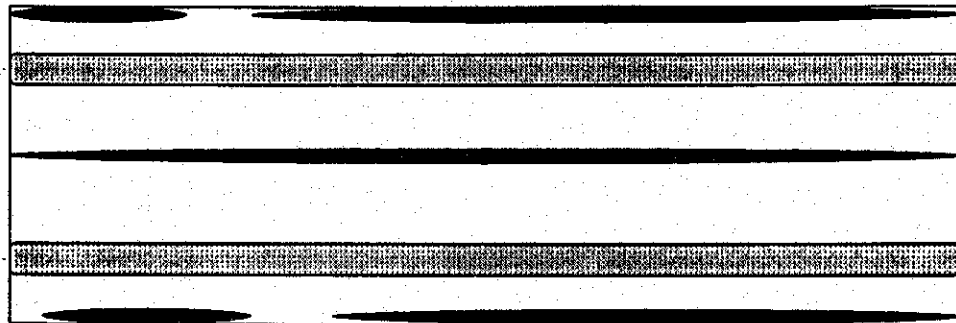
El desarrollo del césped con este gotero ha sido malo; se han observado crecimientos diferenciales sobre la línea exudante y muerte del mismo en los bordes desde 0,2 m de la línea, hasta el extremo lateral. Después de cuatro meses de trabajo, la línea exudante se rompió por dos sitios, se supone que por defecto de calidad en esos puntos y se reparó con manguitos y abrazaderas.

En los aforos sobre canaleta, con una carga de 2 m, el gasto ha tenido un comportamiento anómalo; en algunos casos la tendencia era descendente de forma asintótica en el tiempo hacia un valor estable, en otros había irregularidades extrañas, también con tendencia descendente, pero con valores muy altos.

En los aforos sobre parcela con cargas de 10 y 15 m el comportamiento fue errático, muy similar al presentado por "B".

En el siguiente esquema se presenta el estado del cultivo:

ASPECTO DE LA PARCELA CON "A"



Zonas de mejor y mayor desarrollo del césped



Zonas secas por falta de riego

4.- Conclusiones

"B" no presenta uniformidad en el gasto, no hay periodo de estabilización en el gasto; este varía de un día a otro y es poco resistente a la tracción mecánica y a la incidencia directa del sol.

"A" no cumple los datos avanzados por el fabricante en cuanto a gasto y periodos de estabilización en los aforos con 2 m de carga sobre canaleta, hay desviaciones importantes, el mismo tramo de línea presenta aforos estabilizados de 5 litros por hora y metro y 30 litros por hora y metro. En los aforos sobre parcela el gasto es inferior al apuntado por el fabricante. Es difícil de manejar.

"C" sólo puede usarse en riego subterráneo de césped aplicando herbicida en el agua -este dato ya lo apuntó el fabricante-, de otro modo se da un proceso progresivo de obturación por invasión directa de las raíces en el gotero. La separación de 0,60 m entre goteros es excesiva y provoca crecimientos diferenciales de césped en los puntos de descarga.

"D" se ha comportado correctamente; no ha habido obturaciones: el césped ha vegetado sin diferencias apreciables entre zonas junto al gotero y otras alejadas. Por su importante descarga debe instalarse a una profundidad mayor de 0,05 m, de esta forma se evitará la presencia de agua sobre el césped y el barrido de semillas después de la siembra.

Salvo en el último gotero el resto deberían haberse instalado con una separación entre líneas no superior a 0,4 m en "C" y no superior a 0,3 m en las líneas exudantes.

En el siguiente cuadro se resumen las conclusiones de forma que puedan entenderse cuales son las ventajas e inconvenientes de cada material:

Material	Ventajas	Inconvenientes
"A"	Precio. Líneas exudantes de gran longitud. Funciona con presiones muy bajas.	Obturaciones erráticas. Se desconoce el gasto. Se precisa alta densidad de líneas exudantes (separación inferior a 0,3 m).
"B"	Precio Se hace con materiales reciclados. Líneas exudantes de gran longitud. Funciona con presiones muy bajas.	En contacto con la luz, si no hay riego continuo, la pared se seca y no exuda. Se desconoce el gasto. Se precisa alta densidad de líneas exudantes (separación inferior a 0,3 m). Se rompe al ser doblado.
"C"	Si se incorporara herbicida, tal como recomienda el fabricante, tendría un funcionamiento óptimo. Densidad normal de líneas de goteo (separación $\geq 0,4$ m.).	Precio Disminuye el gasto a lo largo del tiempo, porque las raíces se introducen en el gotero.
"D"	Funciona correctamente con separaciones entre líneas de goteo superiores a 0,5 m. No se obtura.	Precio

5.- Aspecto de las parcelas en distintas fases del cultivo.

1. Operación de rulado después de la siembra.
2. Aforo de cinta exudante sobre una canaleta.
3. Crecimiento diferencial del césped en los puntos de emisión.
4. Zonas secas en los laterales y en el centro, entre las dos líneas exudantes.
5. Aspecto bueno de una de las parcelas.



Figura 1. Operación de rulado después de la siembra.

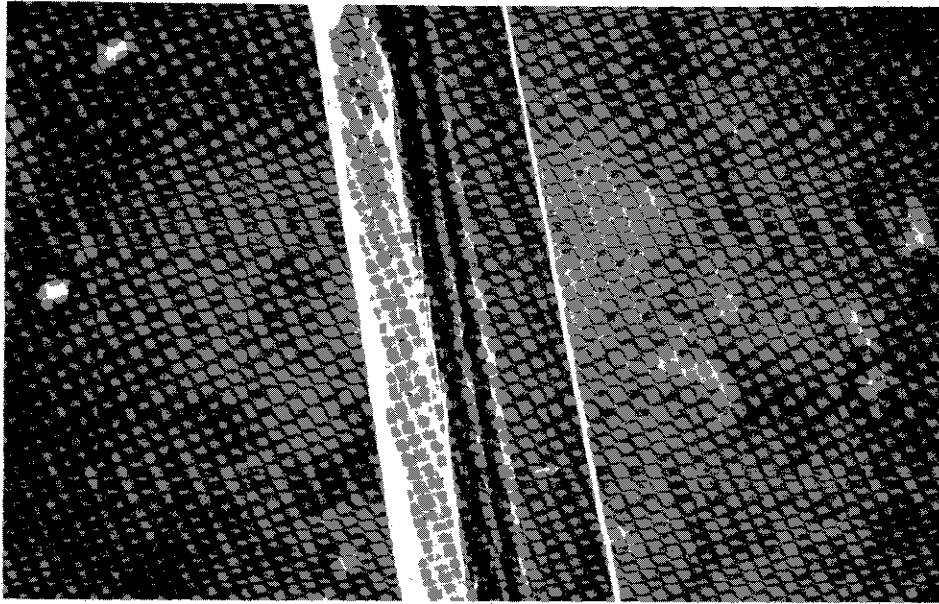


Figura 2. Aforo de cinta exudante sobre una canaleta.



Figura 3. Crecimiento diferencial del cesped de los puntos de emisión.

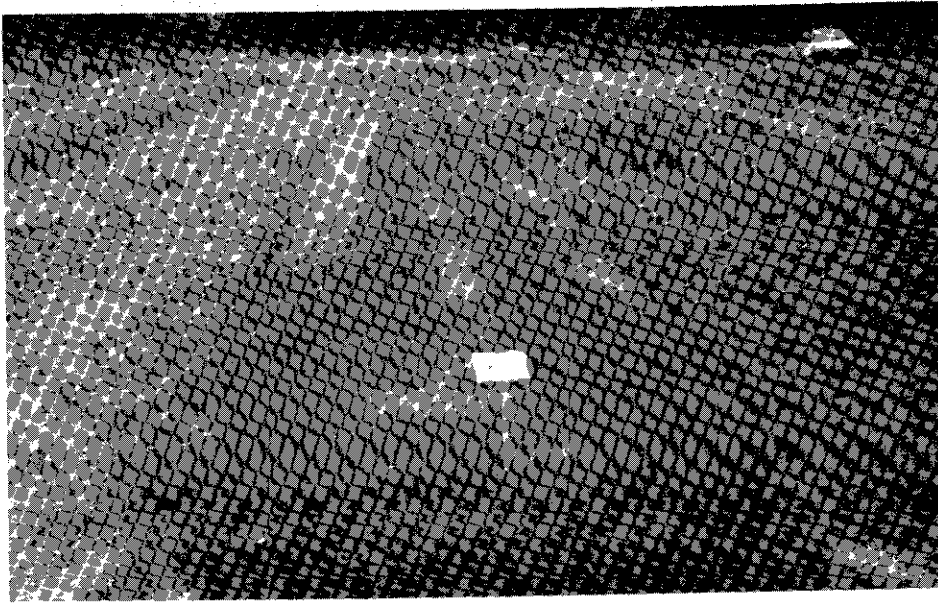


Figura 4. Zonas secas en los laterales y en el centro, entre las dos líneas exudantes.

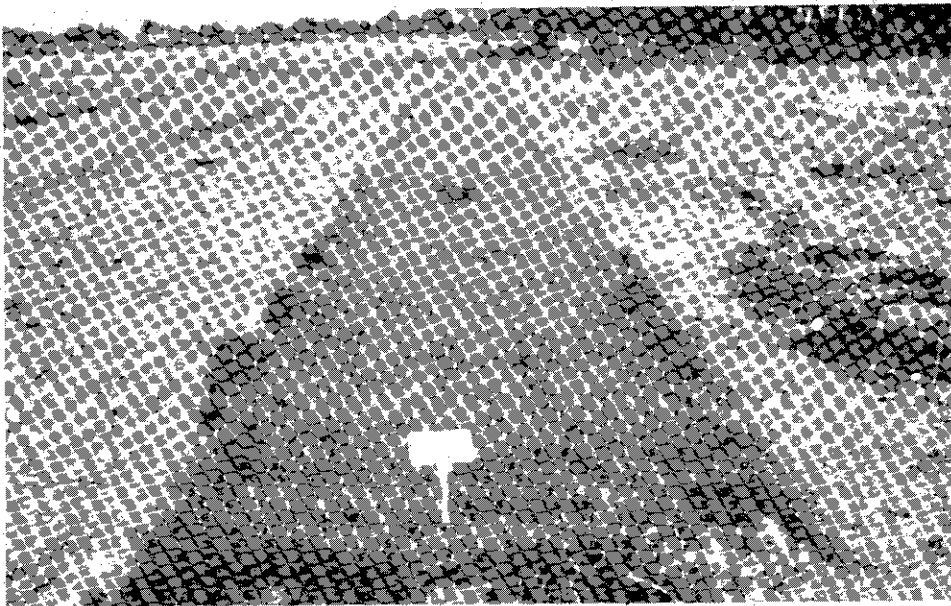


Figura 5. Aspecto bueno de una de las parcelas.

6.- Bibliografía

- Manual técnico de Drip-Line año 1993. Drip-Line Andalucía S.A.
- Evaluación de Drip-Line en CEMAGREF, Octubre de 1990.
- Evaluación de Drip-Line en C.I.T., Abril de 1992.
- Manual técnico de Tuporex año 1993. EA Systems S.L.
- Manual técnico de Poritex año 1993. C.T.A. S.A.
- Manual técnico de Root-Guard año 1993. Copersa.
- Greg Jorgensen and Kenneth H. Solomon. Evaluating Subsurface Drip Irrigation for Turfgrass. CIT (Fresno -USA). Octubre de 1990
- Overseeding Trials with Subsurface Drip Irrigation at CIT (Fresno-USA) de 1989.

Edita: I.R.Y.D.A.
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

NIPO: 253-94-009-6
Depósito legal: M-22819-1994
Imprime: I.R.Y.D.A.
Corazón de María, 8 - 28002 MADRID

