

SERIE TÉCNICA
N.º 8

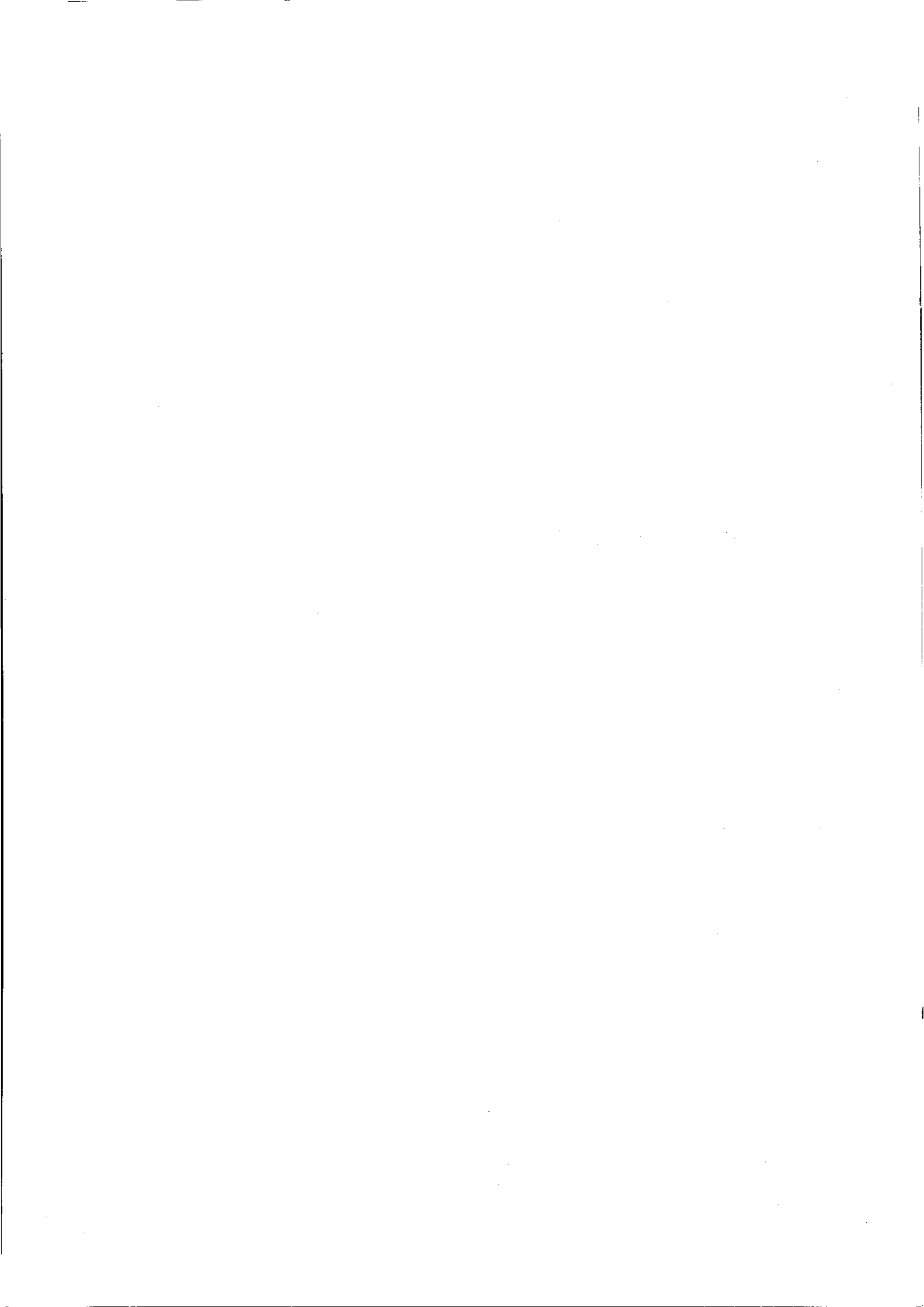


Regadíos

CENTER

**CENTRO NACIONAL
DE TECNOLOGIA
DE REGADIOS**

**EVALUACIONES DE RIEGO SUBTERRÁNEO
EN CÉSPED III**



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

**EVALUACIONES
DE RIEGO SUBTERRÁNEO
EN CÉSPED III**

AÑO 1995

**JOSÉ LUIS PÉREZ ABELAIRAS¹
JESÚS GARCÍA RAMOS²
JOSÉ ALEJANDRO MAYORDOMO MARTÍNEZ²
JORGE JIMÉNEZ BERMEJO²**

¹ Director técnico del CENTER y coordinador de los trabajos. Ingeniero Agrónomo del IRYDA.

² Ingenieros Agrónomos de TRAGSA.

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

**NIPO: 253-95-016-6
Depósito legal: M-35165-1995
Imprime: I.R.Y.D.A.
Corazón de María, 8 - 28002 MADRID**

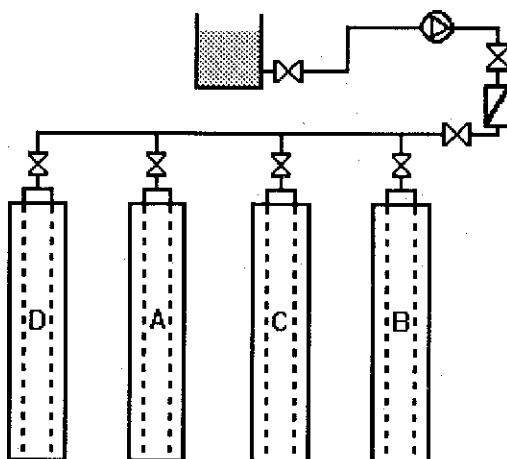
ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1.- INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2.- METODOLOGÍA | 6 |
| 3.- RESULTADOS | 7 |
| 3.1.- PARCELA "B" (goteros autocompensantes) | 7 |
| 3.2.- PARCELA "D" (goteros con herbicida) | 10 |
| 4.- CONCLUSIONES | 12 |
| 4.1.- GOTEROS AUTOCOMPENSANTES | 12 |
| 4.2.- GOTEROS CON HERBICIDA | 13 |



1.- INTRODUCCIÓN

Por tercer año consecutivo* se han llevado a cabo las experiencias encaminadas a evaluar la calidad del riego en parcelas sembradas de césped con una serie de líneas de goteros enterradas a una profundidad de cinco centímetros. Al inicio de la campaña, y por los motivos expuestos en la serie técnica nº 5 (mala calidad, irregularidad, etc.), se decidió dar por finalizadas las pruebas en dos de las parcelas, quedando para este año solamente las dos restantes, esto es, las designadas como "D" y "B" en el siguiente esquema:



"A": cinta exudante geotextil

"B": tubería de PE con goteros autocompensantes integrados cada 30 cm**

"C": tubería de PE con goteros autocompensantes integrados cada 60 cm

"D": tubería de PE con goteros integrados y herbicida incorporado cada 34 cm

Como ya se previó al iniciar las pruebas que éstas durasen tres años, al final del verano de 1995 se procedió a arrancar las tuberías en "D" y, tras las debidas observaciones y seguimientos, obtener las conclusiones correspondientes.

* Los resultados de los dos primeros años, así como otros datos que pueden resultar de interés para el correcto seguimiento de este trabajo, figuran en las series técnicas nº 1 y nº 5 del CENTER, respectivamente.

** Esta línea tan sólo se ha probado durante dos años, pues el primero y parte del segundo hubo en la parcela una tubería exudante que se acabó desechando (serie nº 5).

2.- METODOLOGÍA

La novedad a destacar con respecto a 1994 es la instalación de tensiómetros en las parcelas, que nos sirvieron para aplicar los riegos ya no en función de las necesidades diarias estimadas para la zona en la que nos hallamos, sino midiendo el potencial hídrico en algunos puntos del suelo. La escala de medida de succión por parte del suelo va de 0 a 100 centibares, de modo que se procuraba regar cuando las plantas comenzaban a extraer el agua con cierta dificultad, a unos 33 centibares, aplicando la cantidad necesaria para alcanzar un valor en torno a 10, correspondiente a capacidad de campo.

En cada parcela se colocaron cuatro tensiómetros, repartidos a lo largo de la misma de forma más o menos regular. Tres de ellos alcanzaban una profundidad de 15 cm, que coincide con la zona de mayor desarrollo radicular, y el otro de 30 cm. Se situaron en la línea de riego y entre dos goteros consecutivos, con el fin de determinar el potencial en los puntos más desfavorables de la misma, excepto en el caso de los de 30 cm, que fueron ubicados justo al lado de goteros, para comprobar así las posibles pérdidas de agua por percolación, ya que el bulbo húmedo alcanza su mayor profundidad en la vertical de los emisores.

Los riegos se efectuaron manteniendo las mismas presiones en la cabecera de los ramales que se dieron el año anterior: 12 m.c.a. en la parcela "D" y 18 m.c.a. en la parcela "B", aplicadas directamente desde la bomba sumergida en la balsa, salvo los viernes, que se suministraban 12 mm medidos desde el depósito con dos objetivos: uno, proporcionar una cantidad de agua suficiente para el fin de semana (6 mm diarios); otro, comprobar que con la presión dada el caudal no sufría variaciones y poder seguir confiando en conocer el volumen de agua aplicada el resto de los días de la semana en función del tiempo de riego.

3.- RESULTADOS

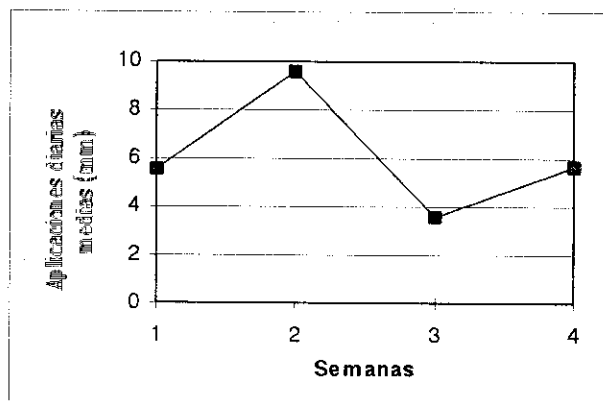
3.1.- PARCELA "B" (goteros autocompensantes)

El riego de la parcela comenzaba cuando todos los tensiómetros de 15 cm habían llegado al valor 30 y terminaba cuando al menos dos de ellos alcanzaban entre 10 y 15 centibares.

Hay que destacar que uno de estos tres dispositivos mantuvo en todo momento valores por encima de 30, casi siempre en torno a 80; solamente bajaba hasta capacidad de campo tras los riegos del fin de semana (12 mm) y aquéllos en los que los otros dos aparatos obligaban a añadir cantidades considerables. A pesar de ello, el césped en la zona circundante se mantuvo en las mismas condiciones que el resto.

En cuanto a posibles pérdidas por percolación, las detectadas fueron prácticamente nulas: en los goteros en los que se colocó el tensiómetro más profundo se mantuvieron valores altos que casi nunca sufrían variaciones tras los riegos; únicamente descendían ligeramente con los de 12 mm para los fines de semana.

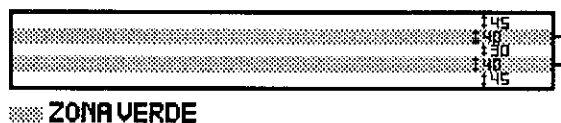
La gráfica siguiente muestra cuáles fueron las dosis medias diarias aplicadas siguiendo las indicaciones de los tensiómetros durante las cuatro semanas más secas y calurosas del verano (las dos últimas de julio y las dos primeras de agosto). Estas dosis, en mm, están referidas a la superficie teórica que deberían regar las dos líneas con la separación existente de 70 cm para poder, en principio, comparar estos riegos con los del año pasado.



De la gráfica puede deducirse que hubo una mala regularidad en cuanto a las cantidades aplicadas siguiendo las lecturas obtenidas de los tensiómetros; sin embargo, las condiciones climáticas no variaron en la misma medida: fueron prácticamente constantes.

Las causas inmediatas están en que las indicaciones de los tensiómetros no variaron tampoco con regularidad durante los riegos. Uno de ellos reflejaba la consecución de la capacidad de campo en escasos minutos; el otro, mientras unos días tardaba también poco tiempo en alcanzarla, otros lo hacía de manera muy paulatina, lo que nos obligaba a continuar el riego si se quería seguir con la tendencia descendente en el vacuómetro. Se intercambiaron las posiciones de los aparatos en numerosas ocasiones y se ubicaron en nuevos lugares (siempre entre dos goteros), y los resultados eran los mismos, de lo que se deduce que la irregularidad proviene del propio suelo. A este respecto debemos señalar la presencia relativamente abundante de topes y ratones en las parcelas, así como de gran cantidad de hormigueros, que sin duda influyen sobre las propiedades físicas del mismo y dan lugar a diferencias entre unos lugares y otros.

Resumiendo, la cantidad de agua suministrada durante los días laborables de estas cuatro semanas fue de 109 mm, frente a los 120 mm aplicados el año pasado. Considerando que el aspecto de la parcela era similar al de 1994 por las mismas fechas, resulta fácil deducir que se han conseguido los mismos resultados aplicando a la parcela 11 mm menos. Esos 109 mm, que equivalen a unos 5,5 mm diarios, es la cantidad mínima que debe aplicarse si se quiere mantener los puntos equidistantes entre goteros con valores cercanos a capacidad de campo. Y esa cantidad mínima se corresponde con una aportación diaria de 3,85 litros por metro lineal de tubería. Con ello se consigue una anchura regada por línea de 40 cm, como puede verse en la figura que aparece a continuación, y de un modo todavía más descriptivo, en la fotografía de la página siguiente.





Aspecto de la parcela "B" al final del verano

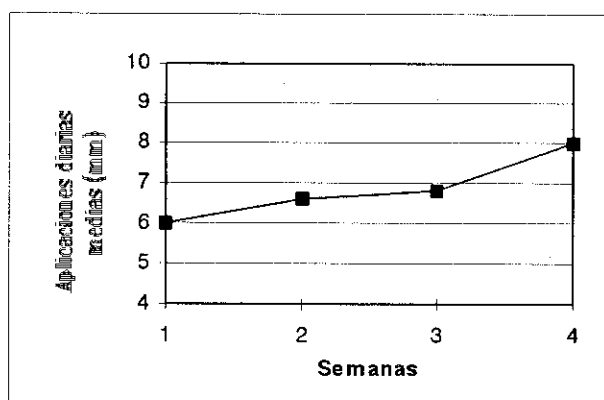
En cuanto al funcionamiento de los goteros, el caudal se mantuvo en todo momento constante, en torno a 2,5 l/h para una altura de columna de agua de 18 m. Por otra parte, el aspecto del césped nos indica que no tuvo lugar ninguna obstrucción.

3.2.- PARCELA "D" (goteros con herbicida incorporado)

El método empleado para regar esta parcela fue el mismo que el descrito en el apartado precedente para la parcela "B".

Pudimos constatar un fenómeno parecido al que tuvo lugar en el caso anterior: uno de los tres tensiómetros de 15 cm se mantuvo siempre con valores muy altos, incluso tras los riegos, por abundantes que éstos fuesen, y sin embargo el césped presentaba el mismo aspecto que en el resto de la línea. Al intercambiarlo con otro de la misma longitud, las lecturas no variaron en los lugares respectivos.

Las dosis medias aplicadas en las cuatro semanas más secas y calurosas del verano pueden contrastarse en la gráfica siguiente:



Tampoco en esta parcela hubo regularidad en cuanto al agua diaria aplicada, tal y como lo refleja la curva. Teniendo en cuenta que las condiciones climáticas se mantuvieron constantes dentro de unos límites, también podemos achacar este fenómeno a las variaciones, espaciales y temporales, de las propiedades físicas del suelo.

La cantidad de agua suministrada durante estas cuatro semanas fue de 137 mm, que en esta ocasión supera los 120 mm de 1994 en el mismo período. Si entonces se daban 6 mm diarios como media, esta vez se aportaban 6,9 mm.

Además, y ésta es otra diferencia importante con respecto al sistema anterior, sí se veía con claridad cómo el valor del tensiómetro de 30 cm, cuya cápsula se situaba en la vertical sobre el gotero, bajaba hasta el valor cero en apenas 10 minutos de riego, lo que podría delatar pérdidas por percolación, aunque es más lógico inclinarse por un escurrimiento del agua por la superficie de contacto entre el suelo y el tensiómetro. No obstante, se cambió de lugar el aparato y se obtuvieron idénticos resultados.

Los goteros funcionaron de manera correcta durante toda la campaña, emitiendo un caudal constante de 4,2 l/h para una altura de columna de agua en la cabecera de los ramales de 12 m.

El aspecto antes del arranque era similar al de la figura del apartado anterior para la parcela "B" (fotografía en la página siguiente).



Aspecto de la parcela "D" al final del verano

4.- CONCLUSIONES

4.1.- LÍNEA DE GOTEROS AUTOCOMPENSANTES (parcela "B")

El comportamiento de este sistema fue uniforme durante toda la campaña, y también con respecto al año 1994, en el que tuvo lugar su implantación.

En relación con el agua aplicada, veamos cuál es la dosis diaria que deberíamos dar según las observaciones efectuadas a partir de los tensiómetros para nuestro suelo.

Si consideramos que la aportación mínima debe ser, como ya se ha calculado en 3.1, de 3,85 litros por metro lineal de tubería para una correcta humectación a lo largo de toda la línea, y que la anchura que se mantiene verde para esa dosis es de 40 cm, la lámina de agua a aplicar ha de ser de 9,6 mm. Éste es un valor sensiblemente mayor que el que se aplica en Madrid para el césped, entre 5 y 6 mm.

Las consideraciones anteriores nos indican que hemos estado proporcionando al cultivo más agua de la que necesita para mantenerse verde. Si, por otro lado, no se han detectado pérdidas por percolación, admitiendo que no las ha habido, ese exceso de agua ha tenido que ser utilizado en un consumo de lujo por parte de las plantas, o tal vez haya fluido hacia zonas laterales por galerías excavadas por la ya mencionada fauna del suelo presente (topos, ratones, hormigas, etc.).

La irregularidad en el terreno puede provocar que el agua tarde en distribuirse con cierta homogeneidad en toda la superficie de la parcela un tiempo considerable. Por ello, en vista de los resultados de esta campaña, tal vez sea más fiable el uso de los tensiómetros para percibir, tras un tiempo después del riego, cuál es el potencial hídrico del suelo y aportar el agua cuando se alcance un nivel determinado, deteniendo la aplicación antes de que pueda comenzar la percolación por debajo de 30 cm de profundidad, donde se supone que ya las plantas no pueden disponer de ella. Este nivel deberá fijarse por encima de los 33 centibares, pues ya se ha comprobado que a este último valor llegan unos tensiómetros mucho antes que otros, sin que haya dado tiempo a la homogeneización. Ello no debe suponer una peligrosa falta de agua para las plantas: simplemente les costará más absorberla, pero téngase en cuenta que el coeficiente potencial de marchitamiento para la mayoría de las plantas está en torno a los 1500 centibares, y la escala fiable de los vacuómetros oscila entre 0 y 85 cbar.

Para finalizar este apartado, proponemos que continúen las experiencias con este sistema durante la campaña de riegos 1995, con dos fines:

1º. Seguir experimentando para llegar a establecer una dosis mínima de riego y evitar en lo posible pérdidas de agua, observando si utilizando los tensiómetros de la manera expresada más arriba se consiguen resultados más convincentes.

2º. Comprobar si el buen funcionamiento de los goteros se mantiene a lo largo del tiempo (constancia en el caudal, obturaciones, etc.).

4.2.- LÍNEA DE GOTEROS CON HERBICIDA (parcela "D")

En primer lugar, con respecto al uso de tensiómetros para regar, puede asegurarse que para un resultado similar al de 1994, se ha estado aplicando más agua inútilmente. El mayor caudal emitido por estos goteros (casi el doble que el de los instalados en "B") y la mayor separación entre los mismos han dado como resultado, por un lado, pérdidas por percolación, y por otro, una mayor dificultad y un mayor tiempo necesario para que dos goteros consecutivos lleven a capacidad de campo el punto intermedio entre los mismos.

No parece, por tanto, necesario ni conveniente tratar de establecer la capacidad de campo entre dos goteros consecutivos, pues estamos perdiendo agua en otros lugares, y las plantas muestran el mismo aspecto para valores de succión más altos. De hecho, si tuviéramos que regar con este propósito y en nuestro suelo, deberíamos aplicar una dosis diaria, considerando que cada línea riega 40 cm de anchura, de 12,1 mm, lo que está indudablemente por encima de los valores razonables. Además, al llevar los goteros treflán incorporado hace más fácil una distribución regular de raíces longitudinalmente, pues la menor cantidad de agua en los puntos intermedios se ve en cierta medida compensada por una mayor lejanía del punto que emite el herbicida. Tal vez la forma más recomendable de utilizar los tensiómetros sea la misma que la que se ha comentado para la parcela "B" en el apartado 4.1, aunque habría de ser confirmado mediante comprobación experimental.

El aspecto del césped y el caudal emitido denotaban que las obstrucciones en los goteros eran irrelevantes. Una vez levantadas las líneas, se puso en marcha el riego y se comprobó que todos los emisores proporcionaban un caudal normal, salvo uno, por el que no salía nada de agua, que dejaba ver una pequeña mancha de césped seco al final de la parcela. Después de abrirlo, se comprobó que existía una acumulación de algas y limo a la entrada de agua al gotero, que la velocidad del fluido dentro de la tubería no era capaz de eliminar porque se trataba del penúltimo emisor del ramal.

Insistiendo en el tema de las obturaciones, se abrieron varios goteros; algunos fueron cuidadosamente separados de la tubería en la que van embutidos, dejando al descubierto el circuito recorrido por el agua, y en ellos pudo apreciarse una cierta acumulación de partículas finas de suelo en la cámara que conecta directamente con los orificios de salida, provocada por la entrada de aire y tierra cada vez que se detenían los riegos. Esto no es en absoluto inquietante, dado que la cámara está conectada a tres puntos de salida que, por otra parte, son de un diámetro considerable (de unos 2,5 mm), lo cual, además, va unido a fenómenos de turbulencia. En cuanto a la taponación por raicillas, es bastante improbable, en primer lugar por el herbicida incorporado, y en segundo, por la gran amplitud que existe en el interior de la cámara de salida y la parte del laberinto que desemboca en la misma, que hace que la posible introducción de raíces en la misma no suponga ningún problema, salvo que penetren en cantidades ingentes por los tres orificios. A nuestro juicio, la única causa sería de atascos en el gotero puede ser el acceso de partículas de cierto diámetro, capaces de avanzar hasta el laberinto y formar aquí un tapón que haga disminuir la velocidad del agua y provoque con el tiempo una obstrucción total. No obstante, esto último será evitado con un adecuado sistema de filtrado, obligado en cualquier instalación de riego por goteo.

Una vez fuera las líneas, decidimos comprobar la uniformidad del riego colocando un pluviómetro cada cinco metros en una de ellas (en total ocho). Los resultados fueron los siguientes:

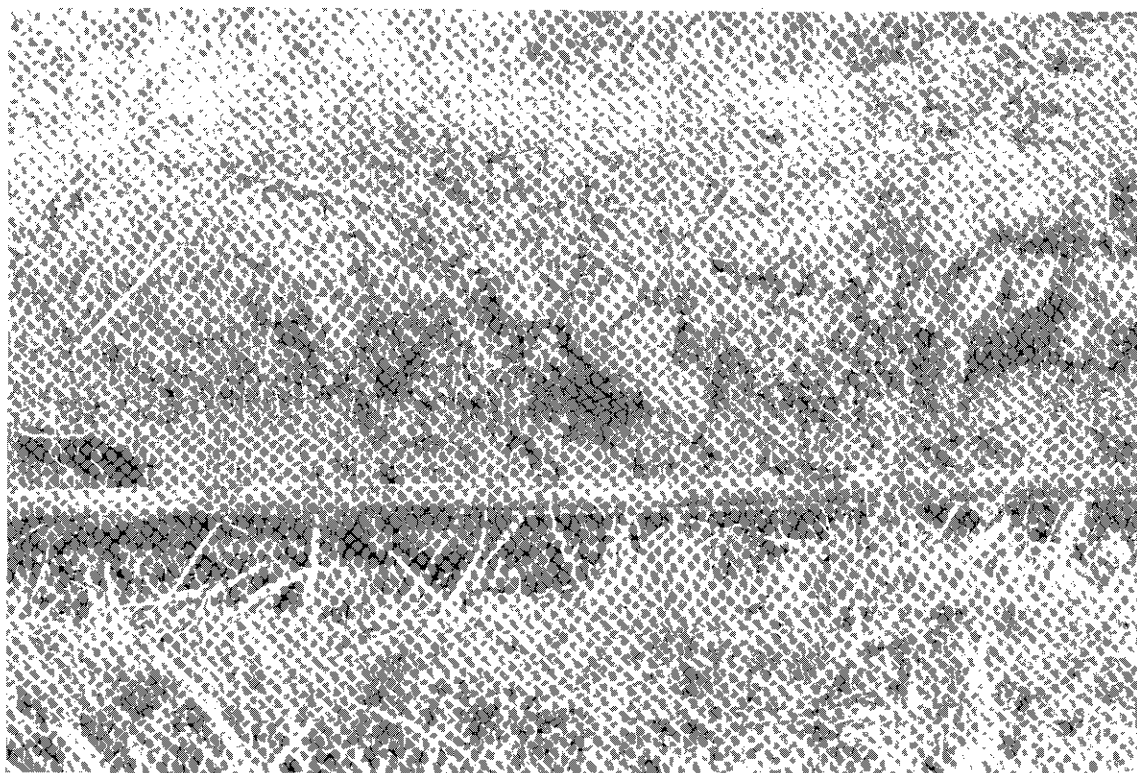
Presión del ensayo en la cabecera de la línea: 11 m.c.a.

Caudal medio emitido por gotero: 3,7 l/h (acorde con los datos del fabricante).

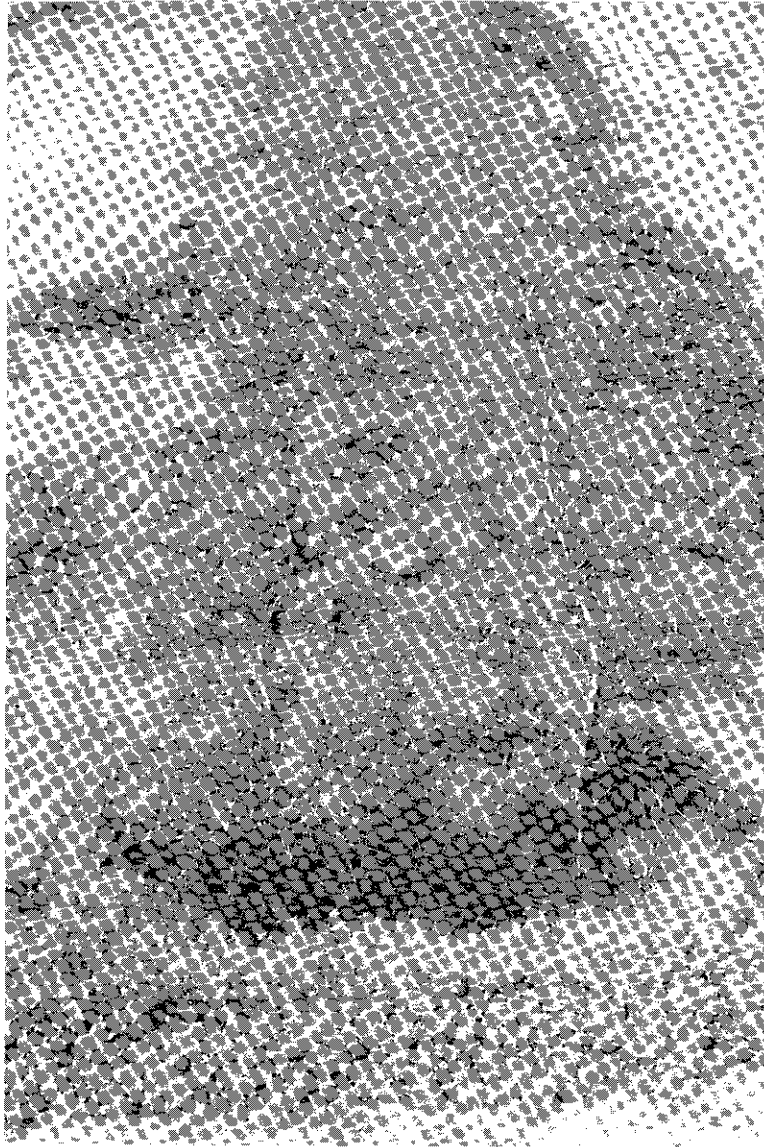
Desviación típica: 0,1 l/h.

Coefficiente de uniformidad: 97,7%.

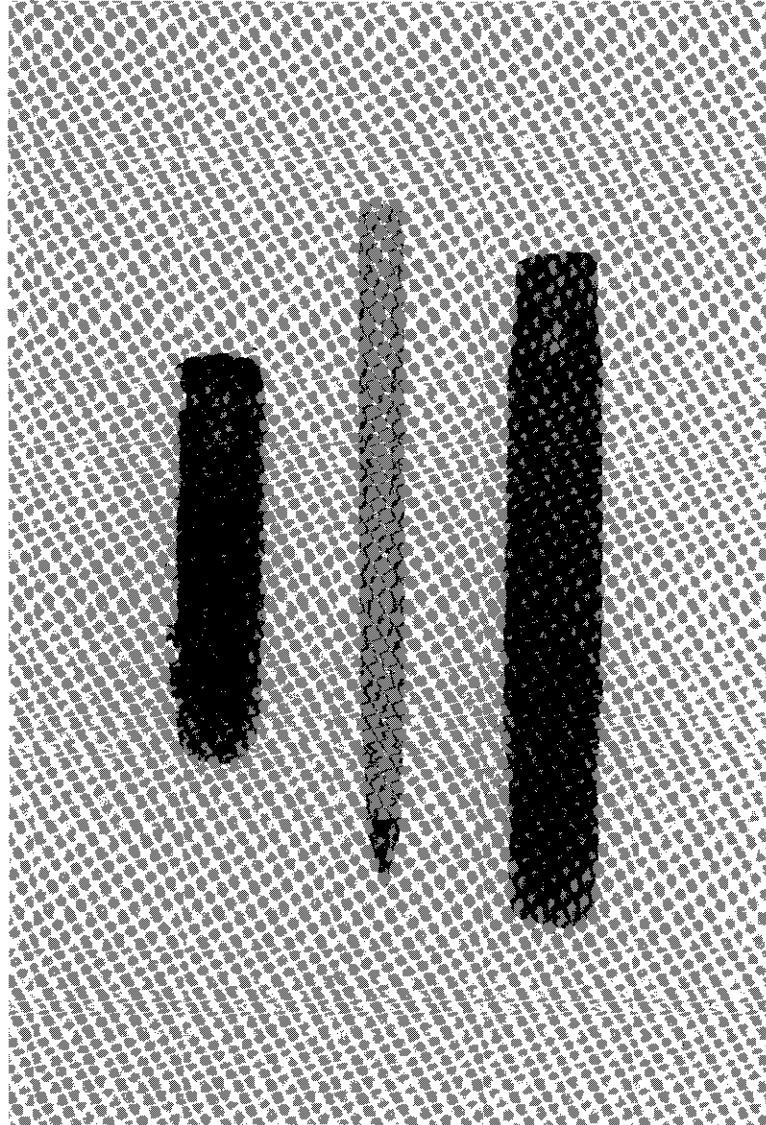
La conclusión final sobre este material, después de tres años de pruebas, puede resumirse en una palabra: fiabilidad. Se comporta con absoluta regularidad y los riegos son fácilmente programables con él. Por otra parte, las obturaciones son mínimas gracias a la incorporación de herbicida, hecho este último que facilita además una distribución más uniforme de las raíces a lo largo de las líneas que en aquellos sistemas que no lo tienen; en éstos pueden apreciarse mayores densidades de raíces en las cercanías de los emisores.



Distribución de raíces en la parcela "D" a lo largo de la línea



Líneas de la parcela "D" puestas al descubierto



La figura izquierda muestra un gotero de la parcela "D" liberado de la tubería en la que va embutido. A la derecha, gotero embutido en la línea, en la que puede verse uno de los orificios de salida.

