

Tomate en invernadero:
Diferencia entre plantas
con un fuerte ataque de
Meloidogyne spp
(izquierda) y plantas
sanas (derecha).



NEMATODOS FITOPARASITOS

por: G. Espárrago* y A. Novas**

¿QUE SON LOS NEMATODOS?

Los nematodos constituyen un grupo de invertebrados dentro del reino animal a los que se les llama vulgarmente "gusanos". Esta denominación ha dado lugar a frecuentes confusiones, así por ejemplo los nematodos parásitos de plantas se suelen asociar e identificar con insectos lo cual se encuentra lejos de la realidad.

Al establecer la taxonomía del reino animal, la primera división del mismo se denomina *phylum*, pues bien, los nematodos forman parte de un *phylum* diferente (8) al de los insectos o al de los mamíferos (cuadro 1), lo que quiere decir que el conjunto de diferencias existentes entre nematodos e insectos es del mismo orden de magnitud al encontrado entre insectos y mamíferos.

Cuadro 1: Reino animal.

Phylum

Nemata (incluye nematodos).

Arthropoda (incluye crustáceos, miriápodos, arácnidos e insectos).

Chordata (incluye entre otros: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Encarecimiento de los cultivos

Imprescindible su control en tabaco y tomate

La palabra nematodo deriva de nematoide (nema = hilo, oide = en forma de) y define a este grupo de invertebrados de cuerpo alargado, no segmentado y generalmente con aspecto de lombriz o gusano redondo. Su tamaño es muy diferente según las especies y puede variar desde 0,2 mm de algunos habitantes edáficos a los 8 m de longitud y 2,5 cm de ancho de una especie que vive en el cachalote.

Los nematodos forman un grupo muy diverso que dentro del reino animal sólo se ve superado en número de especies por los insectos. Actualmente han sido descritas más de 15.000 especies que se estima son tan sólo el 3% del total de especies de nematodos existentes (8).

Los nematodos se encuentran ampliamente repartidos por el mundo colonizando un amplio rango de nichos ecológicos diferentes en hábitats marinos, dulceacuícolas o edáficos, y desde la antártida a los desiertos. Sus hábitos alimenticios son muy variables, hay especies parásitas de

(*) S.I.A. Finca La Orden. Guadajira.

(**) C.S.I.C. Madrid

plantas, insectos y otros animales incluido el hombre, otras se alimentan de bacterias, hongos, algas o son depredadoras tanto de nematodos como de otra microfauna.

LOS NEMATODOS EN EL AGROECOSISTEMA

Debido a esta gran diversidad de funciones ecológicas, la actividad de los nematodos en el sector agrario unas veces se puede considerar beneficiosa y otras perjudicial en términos económicos.

Tal vez el principal papel de los nematodos en los sistemas agrarios (y en los ecosistemas en general), es el de *regulador de los ciclos de nutrientes* del suelo, y en consecuencia inciden en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (4). En general, en un suelo no alterado por el hombre puede haber millones de individuos por m³, la mayor diversidad específica y número de estos se alimentan de hongos y bacterias que descomponen la materia orgánica, de esta forma ejercen una influencia sobre el balance de carbono del suelo y constituyen un reservorio de nitrógeno orgánico del mismo.

Otros nematodos beneficiosos son los *parásitos de insectos* que pueden ser de gran utilidad para el control biológico de diferentes plagas. También se conocen nematodos enemigos naturales de malas hierbas, hongos patógenos y otros nematodos.

Sin embargo, es muy difícil manejar de forma ventajosa estas especies debido a la escasez de información que existe sobre estos temas —influencia de los ciclos de nutrientes, parásitos de plagas— tan sólo son más abundantes los estudios sobre la utilización de entomopatógenos que han demostrado, en condiciones controladas, poseer una gran efectividad para el control de algunas especies de insectos, este éxito se está tratando de trasladar a condiciones naturales.

En general, el grupo de nematodos más estudiado y mejor conocido es el de los *parásitos de animales domésticos y del hombre*. Los animales parasitados pueden llegar a morir, son más débiles que los sanos, ven su rendimiento productivo afectado y necesitan mayor cantidad de alimentos para nutrirse adecuadamente. Este impacto sobre la producción de alimentos es reconocido por todos los agentes implicados en el subsector ganadero, que suelen suministrar nematocidas de forma habitual como parte del programa sanitario de sus explotaciones. Como ejemplo de este grupo de parásitos se puede citar la triquinosis, la filariosis de los perros o los grandes gusanos intestinales del género *Ascaris* muy típicos en el cerdo.

Un último grupo lo forman los nematodos *fitoparásitos* responsables de cuantio-

sas pérdidas económicas en la agricultura. De las aproximadamente 2.000 especies identificadas no llegan al centenar las que ocasionan los daños más graves. No obstante, en nuestro país también se han identificado (y se sigue haciendo) muchas otras especies de nematodos fitoparásitos algunas de las cuales causan graves daños puntuales.

LOS NEMATODOS FITOPARASITOS

Prácticamente todas las especies vegetales aprovechables por el hombre —

cultivos herbáceos, hortícolas, industriales, ornamentales, pastizales y praderas, árboles frutales y forestales...— pueden ver disminuida su producción por el parasitismo de una o varias especies de nematodos que actúen como agente único o como parte de un complejo parasitario.

La sintomatología de un ataque es muy variable (2), en campo suelen observarse rodales en los que las plantas muestran un reducido crecimiento con amarilleamiento de hojas semejantes al originado por desequilibrios nutricionales o hídricos, que concluyen con disminuciones en el rendimiento y calidad de la producción. Tan sólo aquellas pocas especies que pa-

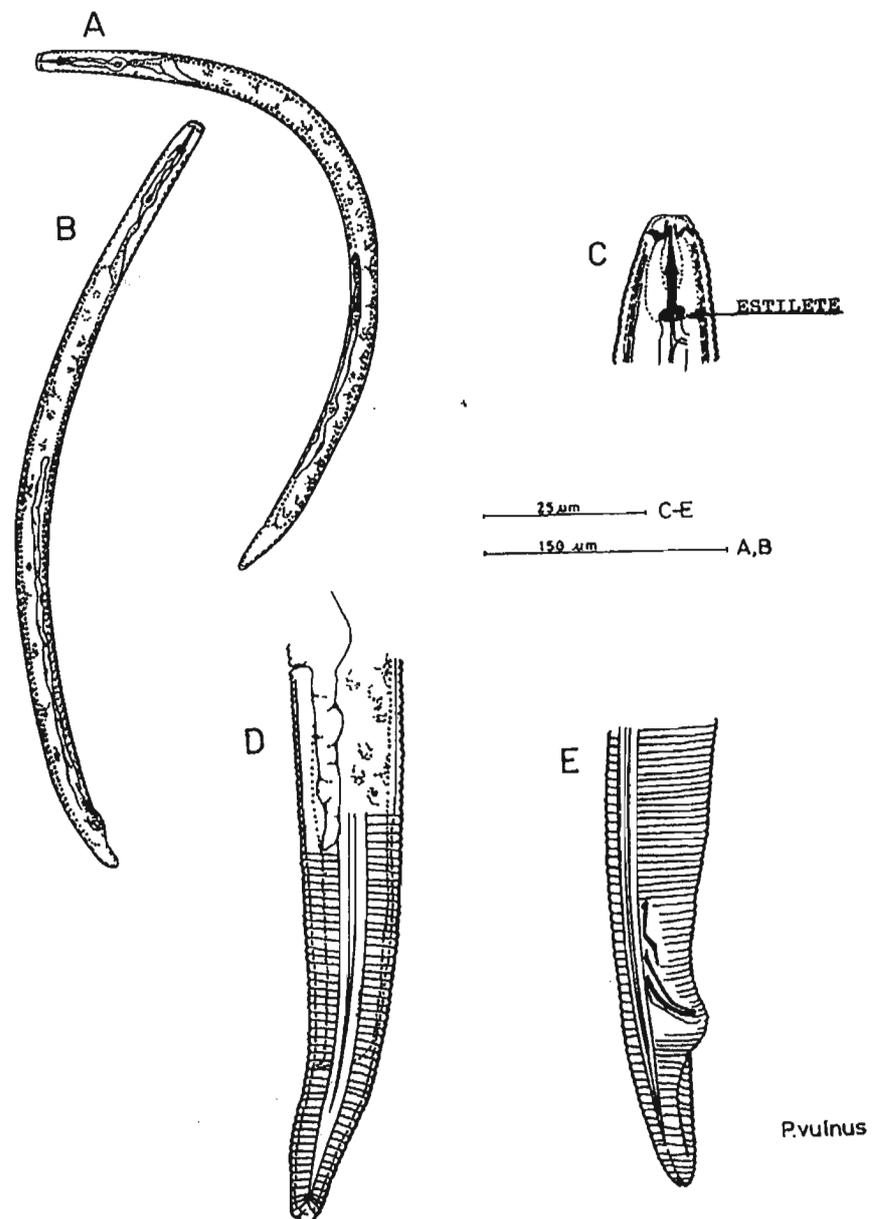


Figura 1: Nematodo fitoparásito: *Pratylenchus vulnus*. A: hábito de la hembra; B: hábito del macho; C: región anterior de la hembra; D: región caudal de la hembra; E: región caudal del macho.

rasitan las partes aéreas producen deformaciones características en hojas. Los síntomas en la raíz suelen ser más específicos, y dependiendo de la especie de nematodo pueden aparecer nódulos, lesiones necróticas, ausencia o profusión de raíces secundarias, ramificaciones radiculares anómalas, parada de crecimiento radical...

Estos parásitos se alimentan a través de un estilete hueco situado en la región anterior de su cuerpo, que clavan en los tejidos de la planta, normalmente de la raíz (figura 1). El daño que ocasionan a veces es muy simple consistiendo en una herida con muerte celular en el punto de alimentación. Sin embargo, la mayor parte de los daños parecen ser inducidos como respuesta a la inyección de secreciones salivares en los tejidos, esta saliva interfiere en la síntesis de compuestos fisiológicos lo cual puede estimular la aparición de deformaciones radiculares, variaciones en la composición de la savia y en el flujo y distribución de la misma, finalmente puede verse afectada la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes. Por último indicar que existe un grupo de nematodos, evolutivamente muy distantes de los anteriores, capaces de transmitir diferentes virosis.

Su importancia no ha empezado a ser reconocida hasta hace 40 años ya que, en muchas especies, la sintomatología de los daños producidos por el nematodo en la raíz suele ser difícil de apreciar, mientras que en la parte aérea los síntomas no son específicos de los mismos.

Sin embargo, una estimación de la Sociedad Americana de Nematología (9) cifra en una media del 12% anual —con un intervalo del 5% al 15% según país— las pérdidas medias de rendimiento causadas por la incidencia de estos parásitos sobre los cultivos, a escala mundial la cifra se elevaría a 10 billones de pesetas en 1994.

La distribución de las pérdidas es desigual, estas son mayores en países tropicales y subtropicales que en los de clima más frío, de la misma forma, dependiendo de las condiciones medioambientales y del huésped, la incidencia de un parásito puede significar desde una pequeña disminución del rendimiento hasta la pérdida total de la cosecha, y en todo caso, al igual que con los animales parasitados, esta debilidad implica menor capacidad competitiva con las malas hierbas, y la necesidad de un mayor aporte de insumos (agua, fertilizantes, cuidados culturales...) para terminar adecuadamente el ciclo de cultivo.

En España, si se considera unas pérdidas globales del 5% del valor de la cosecha, la disminución de los rendimientos alcanzó los 90.000 millones de pesetas en 1993 (7). Las principales especies (3) causantes de estas pérdidas se relacionan en esta página.

Especie	Huésped principal
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Ajos, bulbos
<i>Globodera rostochiensis</i>	Patata
<i>Globodera pallida</i>	Patata
<i>Heretodera avenae</i>	Cereales
<i>Heterodera schachtii</i>	Remolacha
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Hortícolas, frutales, industriales, ornamentales
<i>Meloidogyne incógnita</i>	Hortícolas, frutales, industriales, ornamentales
<i>Meloidogyne javanica</i>	Hortícolas, frutales, industriales, ornamentales
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Cítricos
<i>Xiphinema index</i>	Vid (transmisor de virus).



Nódulos en sistema radicular de tomate como consecuencia del ataque de *Meloidogyne* spp.

LOS NEMATODOS FITOPARASITOS EN EXTREMADURA

En Extremadura se han identificado un pequeño número de especies de nematodos fitoparásitos capaces de producir disminuciones significativas en los rendimientos de las cosechas (5).

De las poblaciones estudiadas, las que causan los mayores daños económicos pertenecen al género *Meloidogyne* (nematodos formadores de nódulos en la raíz), que pueden llegar a ser factor limitante de algunos cultivos de regadío.

También se han identificado otras especies potencialmente peligrosas pertenecientes a los géneros *Xiphinema* (nematodos transmisores de virus), *Pratylenchus* (nematodos lesionadores) y *Paratrichodorus* (nematodos de raíces de escaoba en maíz).

No es de esperar que las otras especies identificadas en la región causen pérdidas económicas de importancia en sus áreas de localización, especialmente si se mantiene la actual estructura vegetal. Desafortunadamente, debido a la ausencia de prospecciones, en amplias zonas cultivadas y no cultivadas de la geografía extremeña, se desconoce la composición específica de las poblaciones de nematodos y por tanto, los posibles condicionantes nematológicos de estas áreas.

No obstante, es un hecho reconocido en Extremadura, que los fitonematodos originan todos los años diferentes pérdidas económicas por su acción parasitaria. Dependiendo de la especie así será la severidad de la enfermedad y la gravedad económica de los daños. Si al igual que en España se estiman unas pérdidas del 5% del valor de la producción agraria, al aplicar este porcentaje a los cultivos anuales de regadío, que son los que presentan daños más patentes, estas pérdidas se elevarían a cerca de 2.600 millones de pesetas (cuadro 2) en el año 1994 (6).

En efecto, como ya se ha indicado, las mayores pérdidas económicas parecen estar causadas por especies del género *Meloidogyne* que pueden ser factor limitante de dos cultivos sociales tan importantes para la economía regional como son el tabaco y el tomate lo que obliga a gastar mucho dinero para su control. Este parásito se encuentra ampliamente distribuido en los regadíos extremeños, especialmente en aquellos suelos con un contenido de arena superior al 70% (5). En las figuras 2, 3 y 4 se muestran, para varias especies de *Meloidogyne*, los resultados de una prospección realizada en 1988 en zonas de regadío de las cuencas del Tajo y del Guadiana para estudiar la estructura específica de poblaciones de nematodos del suelo.

En tabaco, para el control de *Meloidogyne* spp., es habitual aplicar nematicidas, tanto en almácigas como en campo, que protegen a las raíces de las plantas en las primeras fases del desarrollo. En 1993, el gasto en nematicidas en la región fue de 600 millones de pesetas —450 mill. pta en insecticidas y 315 mill. pta en fun-

Cuadro 2: Valor de la producción de los principales cultivos anuales de regadío en Extremadura en 1994

Extremadura en 1994.			
Cultivo	Superficie ha	Producción tm	Valoración mill pts
Cereal de verano	38.400	215.000	7.123
Tabaco	14.673	36.014	15.750
Remolacha	6.048	236.930	1.954
Patata	7.800	119.800	4.792
Tomate conserva	16.227	718.243	11.181
Melón	5.100	78.950	3.355
Otras hortalizas	15.861	218.042	7.353
TOTAL	104.109		51.506

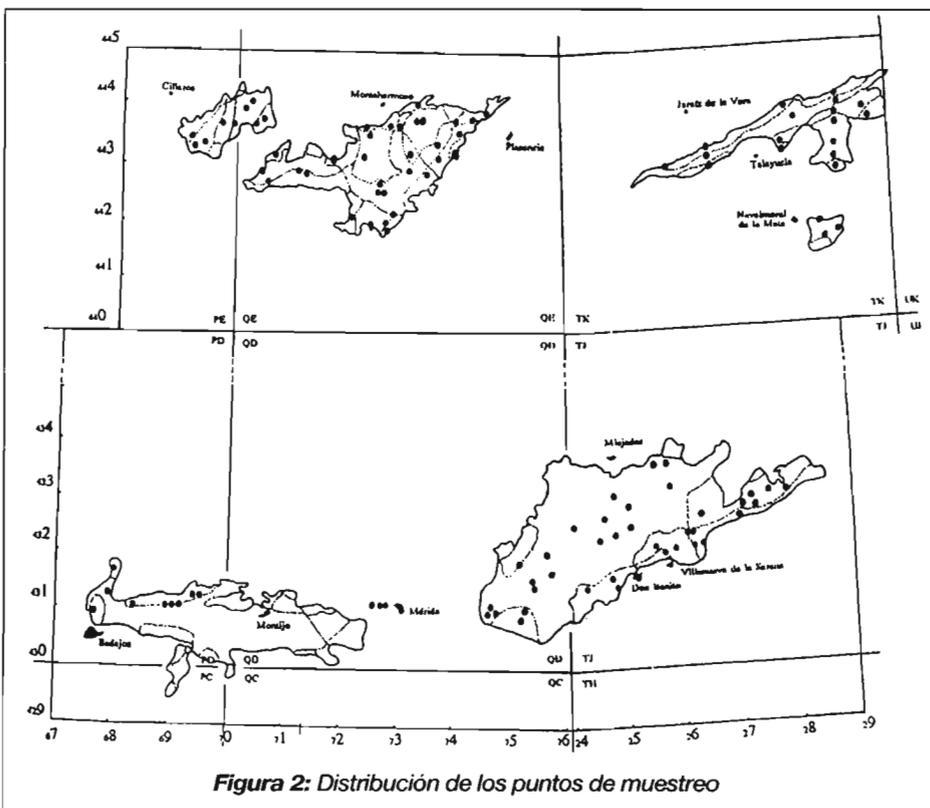


Figura 2: Distribución de los puntos de muestreo

gicidas (1)– y se trataron unas 12.000 ha de tabaco (CETARSA, comunicación personal) con un coste de aplicación de unas 9.000 pta/ha, esto eleva a unos 100 mill. pta los gastos totales de aplicación y a 700 mill. pta los gastos directos por utilización de nematocidas. Considerando una eficacia del tratamiento del 70%, las pérdidas producidas por poblaciones de *Meloidogyne* spp. sólo en la superficie tratada se sitúan en cerca de 1.000 mill. pta.

En tomate, para el control de *Meloidogyne* spp. se emplean híbridos porta-

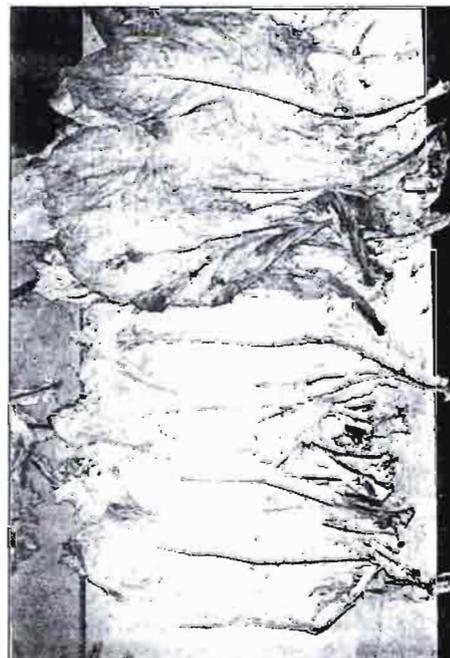
dores de un gen (Mi) que confiere resistencia frente a las especies más importantes del género (*M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*). La diferencia de coste de implantación entre estos híbridos y las variedades standar susceptibles a *Meloidogyne* spp., para implantar una hectárea de tomate utilizando planta a raíz desnuda es de unas 45.000 pta/ha.

En la actualidad aproximadamente en el 70% de la superficie plantada de tomate se emplean estas variedades. Aunque son necesarios más estudios, se puede considerar que en tan sólo el 50% de la

superficie implantada con híbridos –unas 6.000 ha– es verdaderamente necesario la utilización de los mismos debido a la presencia del parásito. Esta extensión multiplicada por la diferencia anterior de 45.000 pta/ha nos permite hacer una estimación de pérdidas de al menos 270 mill. pta/año en tomate, que serían consecuencia de la presencia del nematodo formador de nódulos.

Sumando los gastos de control directamente evaluables en tabaco y tomate se explica el 50% de la estimación de 2.600 mill. pta/año en pérdidas económicas en cultivos anuales de regadío, por esto, consideramos que la valoración efectuada no es una exageración y se aproxima bastante a la realidad.

Con estas cifras no pretendemos crear un estado de alarma y que a partir de ahora se haga responsable de todos aquellos problemas fisiológicos no bien identificados, no sólo a los virus sino también a los fitonematodos. Nuestra intención es poner de manifiesto el papel de los nematodos en el agroecosistema en general y señalar la existencia de un problema real y en gran medida ignorado de la agricultura extremeña y española, que justifica plenamente los trabajos de investigación que se están realizando por parte de la Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura todos ellos en colaboración con otras entidades públicas (CSIC) o privadas (CETARSA, NESTLE).



Arriba: tabaco bien fertilizado, regado y recogido en su óptima madurez.

Abajo: tabaco cultivado con estilo tradicional.

Foto: CETARSA

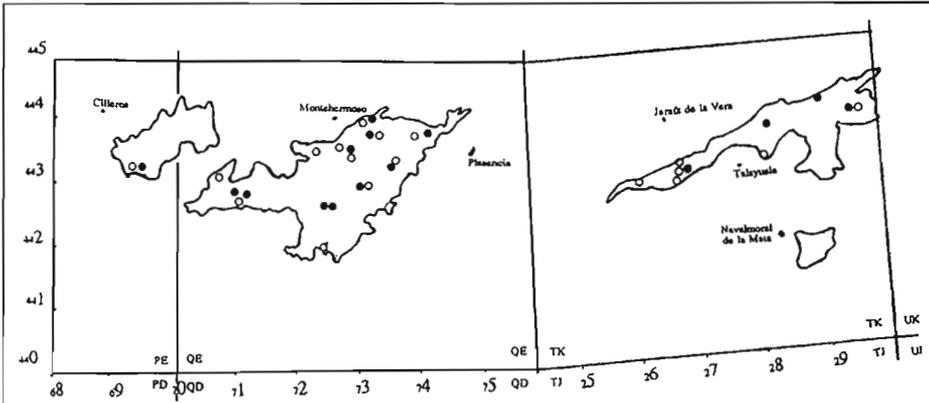


Figura 3: Resultado del muestreo: Distribución de especies del género *Meloidogyne* en la cuenca del Tajo.

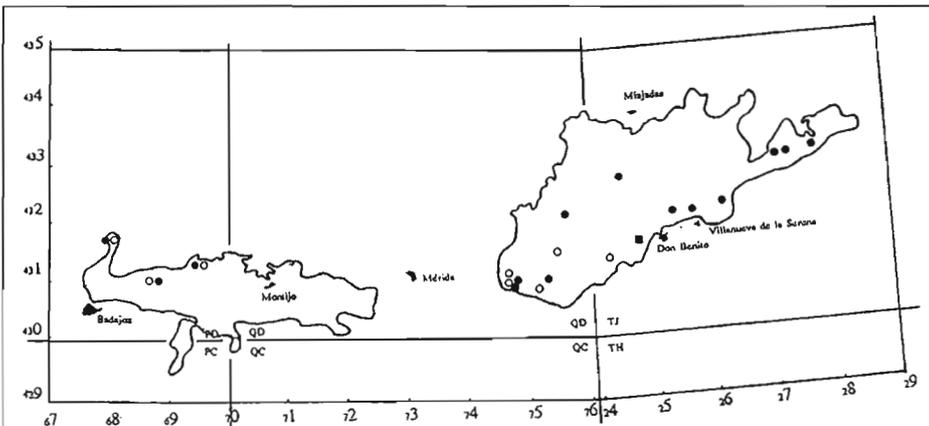


Figura 4: Resultado del muestreo: Distribución de especies del género *Meloidogyne* en la cuenca del Guadiana.

AGRADECIMIENTOS

A José Angel González, Nazaret García y Francisco Hernández por sus sugerencias y comentarios.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-AEPLA. 1994. El sector fitosanitario en España durante 1993. *Vida Rural* 4:39-40.
- 2.-Agrios, G.N. 1978. *Plant Pathology*. 703 pp. Academic Press, New York.
- 3.-Bello, A.; Escuer, M. y Pastrana, M.A. 1996. Nematodos fitoparásitos y su control en ambientes mediterráneos. En *Patología Vegetal*, Tomo II, G. Llácer, M.M. López, A. Trapero y A. Bello (eds.) pp. 1039-1069. Phytoma-España.
- 4.-Committee on National Needs and Priorities in Nematology. 1994. *Plant & Soil Nematodes: Societal Impact and Focus for the Future*. Society of Nematology. 11 pp.
- 5.-Espárrago, G. 1999. Caracterización ecológica de *Meloidogyne* (Nemata: Meloidog Yninae) en Extremadura y análisis de su variabilidad patogénica: Un enfoque epidemiológico. Tesis Doctoral. U.P.M. Madrid.
- 6.-La Agricultura y la Ganadería Extremeña en 1994. 1995. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Extremadura.
- 7.-MAPA. 1995. Edición 1995, Hechos y Cifras del Sector Agroalimentario Español. 63 pp. Madrid.
- 8.-Maggenti, A.R. 1986. La importancia de la sistemática para los fitonematólogos. En *Fitonematología Avanzada I*. N. Marbán e I.J. Thomason (eds.) pp. 1-17. Colegio de Postgraduados, México.
- 9.-Sasser, J.N. y Freckman, D.W. 1987. A world perspective on nematology: The role of the society. En *Vistas on Nematology: A commemorative of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists*. J.A. Veech y D.W. Dickson (eds.) pp. 7-14. Society of Nematologists, Inc. Maryland.

NOVEDAD EDITORIAL



• VALDEMECUM: MATERIALES DE RIEGO 1996 -1997

Coordinador: José Luis Aguirre Larrauri

21 x 30 cm. 238pp. P.V.P.: 3.750 PTA EDIPUBLIC, S.A.

Todo lo que el riego necesita; esta es una obra imprescindible para todos los técnicos, ingenieros y personas en general que trabajan en alguna de las facetas del riego tanto a nivel agrario como en jardinería o paisajismo. Información bien tratada que junta en un solo documento facilitan de forma sencilla y práctica el diseño y selección de la mejor red de riego para cada obra. Es un libro que no se debe echar en falta.

Agricultura

Pedidos a: EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S.A.

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda. - Teléfono: 521 16 33 - FAX: 522 48 72. Madrid-28013