

Sintomatología, etiología y algunos factores que inciden en la caída de plántulas de algodónero en Andalucía Occidental

J.I. PÁEZ, E. M^a. GONZÁLEZ., J.M. VEGA, M. AVILÉS Y F. MONTES

Se describen los resultados de dos prospecciones sobre Caída de plántulas de algodónero efectuadas en 1999 en 28 parcelas con historia de incidencia de la enfermedad en Andalucía occidental. En la prospección temprana se recogieron 401 plantas de rodales con problemas y se encontró una mayor incidencia de *Rhizoctonia solani*. En la tarde se recogieron 976 plantas al azar y *Thielaviopsis basicola* fue el que se encontró con más frecuencia, notándose un incremento de la importancia de este hongo en los suelos arcillosos al sur de Sevilla.

Se ha estudiado la sintomatología presente y encontrado una asociación entre los aislamientos de *R. solani* y la muerte de las plántulas y entre *T. basicola* y las necrosis más oscuras y negras, comprobándose además que un elevado número de síndromes estuvieron causados por agentes abióticos. Se presentan datos previos de las relaciones entre la frecuencia de aislamientos de estos patógenos y algunas prácticas culturales como fueron el quemado de los restos del cultivo anterior y las dosis del abonado de fondo. En este trabajo se realizaron análisis de la germinación de la semilla sembrada por los agricultores y se hacen consideraciones sobre el "vigor" de la semilla empleada.

E. M^a. GONZÁLEZ y M. AVILÉS: Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla, EUITA. Ctra. Utrera s/n. 41013 (Sevilla).

J.I. PÁEZ, J.M. VEGA y F. MONTES: Laboratorio de Sanidad Vegetal. Apdo. 121. 41089 Montequinto (Sevilla).

Palabras clave: *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, algodónero, *Gossypium hirsutum*, caída de plántulas.

INTRODUCCIÓN

La caída de plántulas del algodónero en Andalucía fue estudiada por MELERO (1985), realizando muestreos sistemáticos durante las campañas 1980 a 84. Sus trabajos (MELERO-VARA y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1986; MELERO-VARA y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1990) son los únicos publicados en nuestro país abordando esta enfermedad en profundidad.

En el Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla se ha notado un incremento en el número de consultas sobre este problema, que han pasado de 19 en 1996 a 51 en el 97 y 65

en el 98. En estas tres campañas los aislamientos de *Rhizoctonia solani* han sido de 10, 17 y 34 y los de *Thielaviopsis basicola* de 1, 4 y 12 respectivamente. En el año 96 apareció una muestra con *Pythium* sp. y en 1998 hubo cinco casos de *Phytophthora* spp.

Este incremento en el número de muestras recibidas, que refleja una mayor preocupación por parte del sector, y la presencia de hongos del género *Phytophthora* en la campaña de 1998, nos llevó a plantear en 1999 un muestreo sobre fincas con problemas de Andalucía Occidental (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla).

Cuadro 1.—Localización geográfica, número y superficie de las parcelas muestreadas.

Provincia	Comarca natural	Término municipal	Número parcelas	Superficie
Cádiz	Vega del Guadalete	Jerez	4	39
Córdoba	Vega del Genil	Fuente Palmera	2	9
Huelva	Condado de Huelva	Chucena, Escacena, Paterna	4	9
Sevilla	Campaña Sur	Marchena, Paradas	4	12
Sevilla	Vega Guadalquivir	Alcalá y Lora del Río	6	48
Sevilla	Bajo Guadalquivir	Los Palacios	4	48
Sevilla	Marisma de Lebrija	Lebrija	2	12
Sevilla	Campaña de Lebrija	Lebrija	2	11
TOTAL			28	188

La prospección se realizó en colaboración con la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de Sevilla y en ella se estudió la sintomatología, etiología y prácticas culturales relacionadas con la caída de plántulas en postemergencia y se realizaron trabajos preliminares sobre algunos factores relacionados con la caída en preemergencia como son el muestreo de Oomicetes en el suelo de los rodales afectados y la comprobación de la calidad de la semilla de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prospección se realizó sobre 28 parcelas con historia de incidencia de la enfermedad. La superficie muestreada fue de 188 has, que representaron el 1,9‰ de las 99.344 has cultivadas en Andalucía Occidental en la campaña de 1999 (ANÓNIMO, 2000) correspondiendo al 2,6‰ de la superficie sembrada en Cádiz, al 0,7‰ de la de Córdoba, al 8,6‰ de la de Huelva y al 1,9‰ de la de Sevilla.

Las parcelas muestreadas estuvieron situadas en las comarcas y términos que se recogen en el Cuadro 1.

De cada una de las 28 parcelas se tomaron datos de fecha y dosis de siembra, variedad, herbicida e insecticida aplicado en la siembra, tipo de suelo, manejo del rastrojo, tipo de riego, uso o no de plástico, dosis de abonado y cultivo anterior. Respecto al abonado, las dosis medias aplicadas fueron de $70,3 \pm 4,85$ unidades fertilizantes (UF) de

Cuadro 2.—Número de parcelas prospectadas en cada combinación de cultivo anterior y manejo de sus restos.

Cultivo anterior	Manejo del rastrojo	
	No Quemado	Quemado
Remolacha	6	0
Girasol	0	3
Algodón	8	7
Maíz	4	0

nitrógeno, $98,4 \pm 3,86$ de fósforo y $83,5 \pm 4,82$ de potasio. En el Cuadro 2 se reflejan las alternativas del cultivo y el manejo de su rastrojo.

Primera prospección

Se hizo un muestreo dirigido sobre rodales con problemas, recogiendo en ellos plantas muertas y sus colindantes. Se efectuó del 6 al 20 de Abril de 1999 en parcelas que habían sido sembradas entre el 1 y el 30 de Marzo, momento en el que las plantas estaban entre el estado de cotiledones y segundo nudo.

En cada planta se estudió la sintomatología presente (DAVIS *et al.*, 1981; HILLOCKS, 1992; MELERO-VARA y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1986) adscribiéndole uno o dos de los síntomas descritos en el Cuadro 3.

Además las plantas se desinfectaron superficialmente con una disolución de HClO al 50% y de cada una se sembraron tres trozos de la zona afectada en Agar-patata-dextrosa y Agar-agua, incubándose en oscuridad a 25° C. También se incubó, a temperatura ambiente, tierra de los rodales

muestreados en agua con pétalos de clavel a modo de trampas para la detección de hongos pitiáceos (TELLO, 1984). Los pétalos de clavel con presencia de Oomicetes fueron transferidos a Agar V-8 con y sin himexazol.

Segunda prospección

Un mes después, entre el 12 y 20 de Mayo, se hizo un segundo muestreo, esta vez al azar recorriendo en zig-zag las mismas parcelas y haciendo 4 u 8 estaciones según la superficie de las mismas. En el momento del muestreo las plantas estaban entre el quinto y noveno nudo. En cada estación se contaron las plantas sanas y muertas presentes en 5 m. de un surco y se recogieron las 5 primeras; de ellas se seleccionaron las plantas con síntomas y se analizaron siguiendo la metodología descrita en la primera prospección.

Análisis de la semilla

Se recogieron muestras de la semilla sembrada por los agricultores o de lotes similares de las cooperativas suministradoras. Se realizó a cada muestra una prueba de germinación incubando en papel de filtro a temperaturas constantes de 18° o 27 °C durante 10 días; en cada caso se usaron 25 semillas y la prueba se repitió 3 veces. El tamaño de las semillas se determinó con 8 pesadas de 25 semillas cada una, expresándose en peso en gr. de 1000 semillas.

Análisis de los datos

El estudio de los factores cualitativos (loca- lidad, manejo del rastrojo y cultivo anterior) en la segunda prospección (muestreo al azar) se realizó mediante análisis de la varian- za, para la separación de las medias se

Cuadro 3.—Descripción de los tipos de síntomas/síndromes encontrados en plántulas de algodón.

Código	Tipo de Síntoma	Descripción
1	Coloración ligera	Zona radicular: Tonalidad leve
2	Golpe de calor	Zona intermedia del hipocotilo: Coloración marrón pudiendo llegar al tronchamiento del tallo y muerte de la plántula
3.1	Necrosis limitadas claras	Zona radicular: Necrosis discontinua marrón clara a lo largo de la raíz principal
3.2	Necrosis limitadas oscuras	Zona radicular: Necrosis discontinua marrón oscuro a lo largo de la raíz principal
4.1	Necrosis extensas claras	Zona radicular: Necrosis marrón claro a lo largo de la raíz principal
4.2	Necrosis extensas oscuras	Zona radicular: Necrosis marrón oscuro a lo largo de la raíz principal
4.3	Necrosis extensas negras	Zona radicular: Necrosis negra a lo largo de la raíz principal
5	Necrosis extensas con Podredumbre de raicillas	Zona radicular: Necrosis a todo lo largo de la raíz principal y secundarias
6	Necrosis y desorganización de tejido	Zona radicular: Síntomas en la zona radicular con algunas raíces deshilachadas
7	Chancros	Zona del hipocotilo: Depresiones con coloración marrón en la zona en contacto con la superficie del suelo
8	Tallo de alambre	Zona del hipocotilo y raíces: Brote rodeado por chancro, con estrechamiento, coloración marrón oscura y sin raíces secundarias
9	Colapso de cotiledones	Zona del hipocotilo y cotiledones: Estrangulamiento de los cotiledones y engrosamiento del hipocotilo
10	Plantas muertas	Plantas marchitas y secas

empleó el test de mínima diferencia significativa (MDS). Los datos expresados como incidencia se normalizaron con la transformada $\text{arc sen } \sqrt{x}$. Los factores cuantitativos (fecha de siembra y dosis de cada macronutriente en el abonado de fondo) fueron analizados por regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

Primera prospección. Hongos aislados

En las 28 parcelas de las 8 comarcas se recogieron 839 plantas, con una media de 30 plantas por parcela; de ellas 401 (47,8%) presentaron algún síntoma y de 233 (27,8%), se aisló alguno de los hongos considerados en el Cuadro 4.

El patógeno más frecuente en los rodales con problemas de caída de plántulas muestreados fue *R. solani* que se encontró en 152 plantas (18,1%); fue también el más frecuente en todas las provincias y en todas las comarcas, excepto en las del término de Lebrija donde lo fue *T. basicola*.

Los aislamientos de especies de *Fusarium* fueron menos frecuentes que los encontrados en trabajos anteriores de otros autores, recogidos en MELERO (1985) y los que él mismo encontró en sus prospecciones. Conforme a lo citado por JOHNSON *et al.* (1978) y basado en sus tests de patogenicidad, dicho autor concluyó que *Fusarium*

spp. tenían una importancia menor en la etiología de la caída de plántulas del algodón en Andalucía, aunque MINTON y GARBER (1983) consideran que estos hongos, solos o asociados, están relacionados con la podredumbre de semillas y la caída en preemergencia.

De ninguna planta se aislaron Oomicetes pero si de las muestras de la tierra de cinco campos (17,9%), detectándose la presencia de *Pythium* spp. en tres casos y de *Phytophthora* spp. en dos. Su incidencia nos indica que deben estar causando problemas en preemergencia y que no se deben usar semillas desinfectadas solo con fungicidas anti-rizoctoniosis, pues se pueden agravar los problemas causados por Pitiáceas (DAVIS *et al.*, 1997; MOUSTAFA-MAHMOUD *et al.*, 1993).

Primera prospección. Sintomatología observada

En 279 plantas se observó la presencia de un solo síntoma, aislándose *R. solani* de 98 de ellas, *T. basicola* de 35 y *Fusarium* spp. de 47 (Cuadro 5).

En las plantas muertas, tipo 10, se encontraron los máximos porcentajes de aislamientos de *R. solani* (68,5%), y solo en un caso se aisló *T. basicola*. De las 4 plantas que mostraron necrosis extensas negras, tipo 4.3, el único patógeno que se aisló fue *T.*

Cuadro 4.—Resultados de la primera prospección. Plantas analizadas según la localización geográfica de las parcelas. Número y Porcentaje de los hongos aislados.

Provincia	Comarca	N.º de plantas ¹	N.º plantas con hongos ²	<i>R. solani</i> N.º (%) ³	<i>T. basicola</i> N.º (%) ³	<i>Fusarium</i> spp. N.º (%) ³
Cádiz	Vega Guadalete	110	23	5 (4,5)	1 (0,9)	20 (18,2)
Córdoba	Vega del Genil	50	17	16 (32,0)	0 (0,0)	1 (2,0)
Huelva	Condado Huelva	114	40	31 (27,2)	7 (6,1)	3 (2,6)
Sevilla	Campaña Sur	127	14	7 (5,5)	6 (4,7)	3 (2,4)
Sevilla	Vega Guadalquivir	191	90	72 (37,7)	7 (3,7)	19 (9,9)
Sevilla	Bajo Guadalquivir	140	25	13 (9,3)	11 (7,9)	3 (2,1)
Sevilla	Marisma Lebrija	63	19	8 (12,7)	10 (15,9)	1 (1,6)
Sevilla	Campaña Lebrija	44	5	0 (0,0)	5 (11,4)	0 (0,0)
TOTAL		839	233	152 (18,1)	47 (5,6)	50 (6,0)

¹ Número total de plantas muestreadas en la comarca.

² Número de plantas de las que se aisló uno o más de los hongos considerados.

³ Número y porcentaje de plantas de las cuales se aisló cada uno de los hongos considerados.

Cuadro 5.—Resultados de la primera prospección. Número y porcentaje de plantas en las que se observó un solo tipo de síntoma.

Código del Tipo de Síntoma ¹	Número de plantas ²	Plantas con <i>R. solani</i>		Plantas con <i>T. basicola</i>		Plantas con <i>Fusarium</i> spp.	
		N.º	(%) ³	N.º	(%) ³	N.º	(%) ³
1	11	3	(27,2)	0	(0,0)	4	(36,4)
3.1	21	3	(14,3)	1	(4,7)	7	(33,3)
3.2	25	8	(32,0)	3	(12,0)	3	(12,0)
4.1	31	9	(29,0)	4	(12,9)	4	(12,9)
4.2	29	9	(31,0)	9	(31,0)	0	(0,0)
4.3	4	0	(0,0)	3	(75,0)	0	(0,0)
5	19	5	(26,3)	4	(21,0)	5	(26,3)
6	21	12	(57,1)	5	(23,8)	7	(33,3)
8	55	12	(21,8)	5	(9,0)	13	(23,6)
9	9	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
10	54	37	(68,5)	1	(1,8)	4	(7,4)
TOTAL	279	98	(35,1)	35	(12,5)	47	(16,8)

¹ Tipos de síntomas según se describen en el Cuadro 3.

² Número de plantas con cada tipo de síntoma recogidas en rodales con plantas enfermas de 28 parcelas.

³ Número y porcentaje de plantas de cada síntoma de las cuales se aisló cada uno de los patógenos relacionados.

basicola. En estos dos casos, tipos 10 y 4.3, es donde aparece una asociación más consistente entre síntomas presentes y patógenos aislados.

Es también destacable que de las 32 plantas analizadas con **coloraciones ligeras o necrosis claras** (tipos 1 y 3.1) solo en una se encontró *T. basicola*, siendo los aislamientos de este hongo más frecuentes al intensificarse la coloración de las necrosis (tipos 3.2, 4.2 y 4.3). Esta diferencia en la apreciación

de la intensidad de la coloración parece útil como aproximación al diagnóstico y está conforme con lo esperado (HOLTZ, B.A. y WEINHOLD, A.R., 1994).

Por otro lado, los porcentajes de aislamientos de las tres especies fúngicas fueron similares en plantas con **necrosis extensas con podredumbre de raicillas** (tipo 5), con **necrosis con desorganización de tejido** (tipo 6) y con **tallos de alambre** (tipo 8).

Cuadro 6.—Resultados de la primera prospección. Número y porcentaje de plantas en las que se observaron dos tipos de síntomas.

Código del Tipo de Síntoma ¹	Número de plantas ²	Plantas con <i>R. solani</i>		Plantas con <i>T. basicola</i>		Plantas con <i>Fusarium</i> spp.	
		N.º	(%) ³	N.º	(%) ³	N.º	(%) ³
2 + 1	9	1	(11,1)	0	(0,0)	1	(11,1)
2 + 3.1	7	1	(14,2)	0	(0,0)	1	(14,3)
2 + 4.1	10	4	(40,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
2 + 4.2	8	8	(100,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
7 + 1	9	7	(77,8)	0	(0,0)	0	(0,0)
7 + 3.1	5	4	(80,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
7 + 3.2	5	0	(0,0)	2	(40,0)	0	(0,0)
7 + 4.1	1	1	(100,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
7 + 4.2	3	0	(0,0)	1	(33,3)	0	(0,0)
8 + 2	16	8	(50,0)	2	(12,5)	6	(37,6)
8 + 4.2	24	11	(45,8)	4	(16,6)	0	(0,0)
8 + 4.3	25	9	(36,0)	3	(12,0)	1	(4,0)
TOTAL	122	54	(44,2)	12	(9,8)	9	(7,4)

¹ Tipos de síntomas según se describen en el Cuadro 2.

² Número de plantas con dos tipos de síntomas recogidas en rodales con plantas enfermas de 28 parcelas.

³ Número y porcentaje de plantas con asociación de síntomas de las cuales se aisló cada uno de los patógenos.

De las plantas con **colapso de cotiledones** no se pudo aislar ningún patógeno, confirmando los datos de MELERO (1985) referentes a que se trata de un síndrome causado por un agente abiótico.

Se seleccionaron 122 plantas con dos síntomas (Cuadro 6), a partir de las cuales de 54 se aisló *R. solani*, de 12 *T. basicola* y de 9 *Fusarium* spp.

El **golpe de calor** (tipo 2) apareció en general asociado a las coloraciones menos intensas y con su presencia no se aumentó la proporción de aislamientos de *R. solani* y *Fusarium* spp. encontradas en estos tipos de coloraciones (tipos 1, 3.1 y 4.1) en el Cuadro 6, lo cual parece confirmar que se trata de una fisiopatía. Lo que si se puede afirmar es que no se puede involucrar a *T. basicola* en la aparición del **golpe de calor**.

Respecto a los **chancros** (tipo 7), podemos decir que cuando estuvieron asociados a necrosis más claras se aisló *R. solani* y cuando las necrosis fueron más oscuras el patógeno aislado fue *T. basicola*, similar a lo detallado en el Cuadro 6.

El síntoma más abundante fue el **tallo de alambre** (tipo 8), que apareció en 55 casos entre las plantas con un síntoma (Cuadro 5), y en 65 casos entre las plantas con dos síntomas (Cuadro 6). En dichos cuadros se ve que tanto *R. solani* como *T. basicola* estuvieron

asociados a este síndrome no pudiendo establecerse aquí la casualidad separada para ambos parásitos.

Segunda prospección. Hongos aislados

El total de plantas recogidas en esta segunda prospección fue de 976 (Cuadro 7), de las cuales 382, el 39,1%, presentaron algún síntoma y fueron analizadas en laboratorio detectándose la presencia de *R. solani* en 6 casos y la de *T. basicola* en 43. Esta baja frecuencia de las especies consideradas patógenas coincide con los resultados obtenidos por otros autores, demostrando la etiología compleja de la enfermedad con participación de agentes causales abióticos en la aparición de desórdenes en el sistema radicular que son englobados en el síndrome de la caída de plántulas (BOURLAND, 1992b; MELERO-VARA y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1986).

En todos los campos se encontraron plantas muertas, dando una media de 3,5%, con un mínimo de 0,7% en una parcela del Bajo Guadalquivir y un máximo del 12,7% en otra de la misma comarca. Estos porcentajes son algo menores que los encontrados por MELERO-VARA y JIMÉNEZ-DÍAZ (1990) quienes obtuvieron valores medios anuales que fluctuaron entre el 6,6% y el 9,4%. Hay que

Cuadro 7.—Resultados de la segunda prospección. Plantas analizadas por provincias y comarcas, número y porcentaje de los hongos aislados de ellas.

Provincia	Comarca	Número de Planta ¹	Plantas con Síntomas ²		Aislamientos <i>R. solani</i> ³		Aislamientos <i>T. basicola</i> ³	
			N.º	(%)	N.º	(%)	N.º	(%)
Cádiz	Vega Guadalete	160	44	(27,5)	1	(0,6)	9	(5,6) c ⁴
Córdoba	Vega del Genil	66	16	(24,2)	2	(3,0)	0	(0,0) ab
Huelva	Condado Huelva	102	59	(57,8)	0	(0,0)	0	(0,0) a
Sevilla	Campaña Sur	98	33	(33,7)	0	(0,0)	1	(1,0) abc
Sevilla	Vega Guadalquivir	239	149	(62,3)	2	(0,8)	1	(0,4) ab
Sevilla	Bajo Guadalquivir	149	21	(14,1)	1	(0,7)	5	(3,4) abc
Sevilla	Marisma Lebrija	95	34	(35,8)	0	(0,0)	20	(21,1) d
Sevilla	Campaña Lebrija	67	26	(38,8)	0	(0,0)	7	(10,4) bc
TOTAL		976	382	(39,1)	6	(0,6)	43	(4,4)

¹ Número de plantas recogidas en cada comarca muestreando las parcelas en zig-zag, con 4 ó 8 estaciones por parcela.

² Plantas vivas con alguno de los síntomas en raíces y cuello.

³ Número y porcentaje de plantas de las cuales se aisló cada uno de los hongos considerados.

⁴ Las localidades designadas con la misma letra no difieren significativamente ($p < 0,05$) en la incidencia media de *T. basicola*, análisis de la varianza seguido del test MDS para los grupos homogéneos con un nivel de confianza del 95%. Los análisis de la varianza se han realizado con los datos transformados en arc sen \sqrt{x} .

tener en cuenta que la 2ª prospección fue hecha por nosotros con el cultivo mucho más avanzado por lo que pudieron pasar desapercibidas parte de las muertes ocurridas en las primeras fases del cultivo.

Segunda prospección. Relaciones entre prácticas culturales y hongos aislados

En el Cuadro 2 se exponen algunas de las prácticas culturales realizadas por los agricultores en el cultivo anterior y en el Cuadro 8 el efecto de estas prácticas sobre la incidencia de *R. solani* y *T. basicola*. Estos resultados deben ser tomados como preliminares al tratarse de datos de un solo un año.

Se muestra que, según lo esperado, el quemado de los restos del rastrojo dio menor porcentaje de plantas afectadas. En cuanto al cultivo anterior hubo más rizoctoniosis tras maíz y más tielaviopsis detrás de remolacha, coincidiendo con que los restos de ambos cultivos nunca se quemaron.

Cuadro 8.—Influencia de algunas prácticas culturales en la incidencia de los patógenos estudiados.

Práctica cultural	Incidencia de <i>R. solani</i>	Incidencia de <i>T. basicola</i>
Manejo del rastrojo:		
No Quemado	0,78 a	5,28 b
Quemado	0,00 a	0,45 a
Cultivo anterior:		
Remolacha	0,00 a	11,42 b
Girasol	0,00 a	1,50 a
Algodón	0,31 a	1,28 a
Maíz	2,35 b	1,82 a

Los valores para cada factor en cada columna seguidos de la misma letra no difieren significativamente ($p < 0,05$), análisis de la varianza seguido del test MDS para los grupos homogéneos con un nivel de confianza del 95%. Los análisis de la varianza se han realizado con los datos transformados en $\arcsen \sqrt{x}$.

Segunda prospección. Efecto del abonado y de la localidad sobre la incidencia de *T. basicola*

Se estudió la relación entre frecuencia de los aislamientos de los hongos y el abonado

de fondo aportado por los agricultores, en las parcelas donde el hongo fue detectado. No se encontraron relaciones lineales respecto a la frecuencia aislamiento de *R. solani* y si respecto a la de *T. basicola*; las regresiones lineales encontradas aparecen en el Cuadro 9.

Cuadro 9.—Parámetros ($y = a + bx$), coeficiente de correlación (r) y nivel de significación (p) de la regresión lineal entre las UF de los macronutrientes aplicados (x) y la proporción de plantas de las que se aisló *T. basicola* (y).

Nutriente	a	b	r	p
nitrógeno	17,82	-0,15	-0,58	$p < 0,10$
fósforo	-12,40	0,22	0,65	$p < 0,05$
potasio	26,65	-0,23	-0,83	$p < 0,01$

Las pendientes de las relaciones lineales encontradas son negativas respecto a las dosis aportadas de nitrógeno y potasio, y positiva respecto a la de fósforo. ALOIS (1989) comenta que una mayor disponibilidad de fósforo, en general, no reduce la incidencia de *T. basicola* en el algodón, pero puede facilitar la recuperación de plantas con infecciones subletales. La relación encontrada en esta prospección parece contrariar dicha afirmación y podría ser base de futuros trabajos, dado el carácter preliminar de los mismos. Estos estudios tendrían un especial interés en las zonas aldoneras de Lebrija donde la incidencia de la tielaviopsis fue mayor (Cuadro 7). Estas parcelas presentan suelo arcilloso con escaso drenaje y riego por aspersión lo que coincide con el requerimiento de alta humedad para la germinación de las clamidosporas del hongo (HILLOCKS, 1992).

Segunda prospección. Relación entre la fecha de siembra e incidencia de *R. solani*:

Se encontró una relación lineal altamente significativa ($p < 0,01$) entre la fecha de siembra (x) y la frecuencia de aislamientos

de *R. solani* (y) en la segunda prospección. La función obtenida ($y = 1,6 - 0,07 x$; $r = -0,505$) presenta pendiente negativa lo que coincide con lo observado en otras zonas con bajas temperaturas para el algodón al inicio del cultivo. De tal manera que en estas zonas se consigue una reducción de la caída de plántulas por este agente causal atrasando la fecha de siembra (FULTON *et al.*, 1956).

Conjunto de las dos prospecciones

Al comparar los datos de la 1^a y 2^a prospección, Cuadros 5 y 7, y aunque los muestreos se hicieron con distinta metodología, con diferente estado fenológico de las plantas y con condiciones ambientales no comparables, los resultados indican que en general disminuyó el porcentaje de plantas con rizoctoniosis y se mantuvo el de plantas con tielaviopsis.

Los datos anteriores están de acuerdo con el sentir general de que *T. basicola* está menos involucrada en la muerte de las plantitas y más en las podredumbres radicales en las que las plantas enfermas permanecen en el campo, recuperándose más o menos según las condiciones ambientales de la primavera (DAVIS *et al.*, 1981; LINDSEY, 1981; HILLOCKS, 1992).

Sin embargo, en la Campiña de Lebrija no apareció *R. solani* en ninguno de los dos muestreos realizados, a pesar de lo cual en una de las parcelas de esta comarca la incidencia de plantas muertas fue de las más altas (10,9%), mientras que en la otra fue solo del 1,3%. En estas dos parcelas la incidencia de *T. basicola* fue del 15,2% y del 0,0% respectivamente. Esto, en contra de lo anteriormente expuesto, parece indicar que, en determinadas condiciones, la influencia de *T. basicola* en la muerte de las plantitas pudiera ser mayor que la que tradicionalmente se ha considerado.

En las dos prospecciones la incidencia más alta de tielaviopsis correspondió a las

parcelas del Bajo Guadalquivir y Marismas, coincidiendo con las tierras más pesadas, lo cual está de acuerdo con HILLOCKS (1992) que la describe como una enfermedad más severa en suelos arcillosos. HOLTZ y WEINHOLD (1994) también han detectado incrementos en la importancia de las podredumbres de raíces causadas por *T. basicola* en California, y encontraron que la severidad estuvo positivamente relacionada con la densidad del inóculo presente en el suelo, lo cual sería interesante comprobar en dichas comarcas.

Análisis de la semilla de siembra

Se analizaron 11 lotes de semilla de los cuales 6 fueron de la variedad Crema 111, y los restantes de las variedades Aria, Corona, Delta Alcalá y Linda, siendo sus porcentajes medios de germinación a 18 °C de $62,3 \pm 1,3$ y a 27 °C de $78,9 \pm 1,5$.

Aunque la medida del "vigor" de la semilla ha sido muy discutida, se cree (HALLOIN y BOURLAND, 1981; BOURLAND, 1992a y BOURLAND, 1992b) que una buena germinación a 18 °C indica que las semillas están libres de infecciones y van a ser capaces de aguantar mejor ataques de microorganismos del suelo. El Seed Vigor Index (Norman Hopper *et al.*, mim. Texas Dpt. of Agric.) realiza germinaciones a 18°C y a un ciclo diario de 20°C y 30°C, y considera semilla buena aquella cuya suma de germinaciones es superior a 140. En nuestra zona algunos consideran que esta suma debe ser mayor que 150. La variante realizada por nosotros a temperaturas constantes ha dado como resultado que en 5 lotes (45%) la suma fue inferior a 140.

Partiendo de los pesos de 1000 semillas, de los porcentajes de germinación y de las dosis de siembra usadas por los agricultores se calculó la densidad teórica esperada en 19 de las 28 parcelas. La dosis de siembra media fue de $30,9 \pm 0,9$ kg/ha, a partir de la

cual se podrían esperar 230.782 plantas/ha. Sin embargo la densidad real media obtenida en campo fue de 186.460 ± 9.402 , inferior en un 19% a la esperada, lo cual está de acuerdo con nuestras consideraciones sobre la calidad, en cuanto a "vigor", de la semilla sembrada.

CONCLUSIONES

En la 1ª prospección, realizada dentro del mes siguiente al de la siembra, el hongo fitopatógeno más frecuente en todas las comarcas, excepto en la Campiña y Marisma de Lebrija, fue *R. solani*. En la 2ª, realizada dentro del segundo mes después de la siembra, el más frecuente fue *T. basicola*. Los incrementos detectados de la presencia de este hongo en los suelos más arcillosos del Valle del Guadalquivir, al sur de Sevilla, deben ser base de futuros trabajos.

La presencia de Pitiáceas en casi el 18% de los campos, y mientras el problema no se trate más profundamente, nos indica la necesidad de seguir añadiendo a los productos anti-rizoctoniosis usados en la desinfección de la semilla, fungicidas que controlen este tipo de hongos.

Hemos comprobado una asociación entre los aislamientos de *R. solani* y la **muerte de las plántulas** y entre los de *T. basicola* y las

necrosis más oscuras y negras; en ningún caso los *Fusaria* se pudieron asociar claramente a algún tipo de síntoma. Sin embargo de los **tallos de alambre**, de los **chancros** y de las **necrosis con desorganización de tejidos** se pueden aislar cualquiera de los hongos citados.

En la 1ª prospección se aislaron hongos fitopatógenos del 58,1% de las plantas con síntomas, y en la 2ª del 12,8%. Se corrobora la naturaleza abiótica de muchos de estos síndromes, especialmente de los denominados **colapso de cotiledones** y **golpe de calor**, cuya etiología debe ser investigada.

Se han estudiado las relaciones entre frecuencia de los aislamientos y algunas prácticas culturales. Los datos presentados indican que el quemar los restos del cultivo anterior es beneficioso en el control de estas enfermedades pero los inconvenientes de esta práctica hacen necesario buscarle alternativas. También hay que estudiar los aportes de abonado respecto a la incidencia de tielaviopsis.

La semilla sembrada por los agricultores no cumplió, en el 45% de los casos, parámetros de "vigor" propuestos, lo cual explicaría parte de la mortandad que debió suceder en preemergencia. Consideramos necesario poner a punto y divulgar en nuestras condiciones de cultivo bajo plástico estos índices de calidad de la semilla.

ABSTRACT

Results of two cotton surveys on cotton damping-off realized in west Andalucía (Spain) are described. Twenty eight cotton fields known as disease prone were sampled. At first survey 401 plants were collected from infected areas of the fields and *Rhizoctonia solani* was the fungus most frequently recovered.

One month later, the same fields were randomly sampled and 976 plants were collected founding a higher incidence of *Thielaviopsis basicola*, specially on clay soils southern Seville.

Plants were classified by symptoms and related to isolated fungi. *R. solani* was associated with seedling death and *T. basicola* with dark brown or black necrosis. A high percentage of syndromes had an abiotic origin.

Preliminary conclusions on relationships between both fungi and fertilization management and previous crops stubble are presented. Germination of seeds planted by farmers was studied and some considerations about their vigor are made.

Key words: *Rhizoctonia solani*, *Thielaviopsis basicola*, cotton, *Gossypium hirsutum*, damping-off, Spain.

REFERENCIAS

- ANÓNIMO, 2000: Boletín de Información Agraria y Pesquera. Nº 144, Mayo-junio. Servicio de Estudios y Estadísticas. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. 122 pp.
- BELL, A.A., 1989: The role of nutrition in diseases of cotton. En Engelhard, A.W. (ed.), Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro and microelements. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, pp 167-204.
- BOURLAND, F.M., 1992a: Evaluación de la calidad de la semilla de algodón y evitación de su deterioro. En Seminario sobre enfermedades del algodón, Congresos y Jornadas 25/91, Consejería Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Sevilla. pp 9-20.
- BOURLAND, F.M., 1992b: La caída de plántulas: una componente del vigor de plántula. En Seminario sobre enfermedades del algodón, Congresos y Jornadas 25/91, Consejería Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. pp 21-32.
- DAVIS, R.G.; BIRD L.S.; CHAMBERS, A.Y.; GARBER, R.H.; LOWELL, C.R.; MINTON, E.B.; STERNE, R. y JOHNSON, L.F., 1981: Seedling disease complex. En Watkins G.M. (ed), Compendium of cotton diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, pp 13-20.
- DAVIS, R.M.; NUNEZ, J.J. y SUBBARAO, K.V., 1997: Benefits of cotton seed treatments for the control of seedling diseases in relation to inoculum densities of *Phytophthora* species and *Rhizoctonia solani*. Plant Disease **81**: 766-768.
- FULTON, N.D., WADDLE, B.A. y THOMAS, J.A., 1956: Influence of planting date on fungi isolated from diseased cotton seedlings. Plant Disease Reporter **40**: 556-558.
- HALLOIN, J.M. y BOURLAND, F.M., 1981: Deterioration of planting seed. En Watkins G.M. (ed), Compendium of cotton diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, pp 11-13.
- HILLOCKS, R.J., 1992: Seedling diseases, en Hillocks R.J. (ed.) Cotton diseases. CAB International. Wallingford. U.K. pp 1-38.
- HOLTZ, B.A. y WEINHOLD, A.R., 1994: *Thielaviopsis basicola* in San Joaquin Valley soils and the relationship between inoculum density and disease severity of cotton seedlings. Plant Disease **78**: 986-990.
- JOHNSON, L.F., BAIRD, D.D., CHAMBERS, A.Y. y SHAMIYEH, N.B., 1978: Fungi associated with post-mergence seedling disease of cotton in three soils. Phytopathology **68**: 917-920.
- LINDSEY, D.L., 1981: Black root rot. En Watkins G.M. (ed), Compendium of cotton diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, pp 11-13.
- MELERO, J.M., 1985: La caída de plántulas del algodón en Andalucía: Importancia, Distribución y Etiología. Tesis doctoral. E.T.S.I.A. Universidad de Córdoba. 205pp.
- MELERO-VARA, J.M. y JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M., 1986: La caída de plántulas de algodón en Andalucía. Comunicaciones Agrarias. Serie Protección Vegetal 5. D. G. Inv. y Ext. Agraria. Sevilla. 54 pp.
- MELERO-VARA, J.M. y JIMÉNEZ-DÍAZ, R.M., 1990: Etiology, incidence and distribution of cotton seedling damping-off in southern Spain. Plant Disease **74**: 597-600.
- MINTON, E.B. Y GARBER, R.H., 1983: Controlling the seedling disease complex of cotton. Plant Disease **67**: 115-118.
- MOUSTAFA-MAHMOUD, S.M.; SUMNER, D.R.; RAGAB, M.M. y RAGAB, M.M., 1993: Interaction of fungicides, herbicides, and planting date with seedling disease of cotton caused by *Rhizoctonia solani* AG-4. Plant Disease **77**: 79-86.
- TELLO, J.C., 1984: Enfermedades criptogámicas en hortalizas. M.A.P.A. Comunicaciones INIA, Serie Protección Vegetal Nº 22. Madrid. 342 pp.

(Recepción: 13 de noviembre de 2000)

(Aceptación: 23 de febrero de 2001)