ITEA (1997), Vol. 93V N.º 3, 156-163

IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA CENICILLA DEL MELÓN (*Cucumis melo* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

V. Hernández Heranandez
P. Cano Ríos

Campo Experimental La Laguna
Centro Regional de Norte-Centro
Apartado Postal 247
27000 Torreón, Coahuila
México

RESUMEN

La cenicilla es una de las principales enfermedades del melón en México y en la Comarca Lagunera, ya que puede ocasionar pérdidas en rendimiento hasta del 50%.

La presente investigación se llevó a efecto bajo los siguientes objetivos: identificar al hongo causante de la cenicilla del melón y determinar si el hongo tiene razas fisiológicas en la Comarca Lagunera.

Las colectas de inóculo se hicieron tomando muestras directamente del campo en las principales áreas meloneras de la región. El inóculo fue conservado en plantas de melón variedad Top Mark, la cual es susceptible a esta enfermedad. En la identificación del agente causal, fueron consideradas tres características morfológicas que corresponden a la fase asexual del hongo, siendo éstas: producción o no de conidios en cadena, presencia o no de cuerpos fibrosos en los conidios y germinación simple o bifurcada de conidios.

Se observaron conidióforos simples, no ramificados, hialinos, erectos, relativamente cortos, con varios conidios en cadena. El número de conidios por conidióforo fue variable, de 7 a 11. Los conidios observados fueron hialinos, elipsoidales, todos presentaron cuerpos fibrosos cilíndricos, rectos o curvos. La germinación de conidios fue relativamente baja, ya que de 1.163 conidios observados, germinaron 72 y de éstos, 70 fueron de germinación simple y 2 de germinación bifurcada. Las características arriba señaladas corresponden a *Sphaerotheca fuliginea.*

Considerando todo lo anterior, se concluye que el agente causal de la cenicilla en la Comarca Lagunera es *S. fuliginea.* La susceptibilidad a cenicilla de Top-Mark y PMR-45 y la resistencia de PMR-6 y Edisto 47 al inóculo colectado en el campo, permite concluir que la raza presente en la población es la raza 2, sin descartar la posible presencia de la raza 1, ya que no se cuenta con un genotipo que sea resistente a la raza 2 y susceptible a la raza 1. La raza 2, se encuentra presente en todos los campos de melón muestreados de la Comarca Lagunera.

Palabras clave: Cenicilla, Oídio, *Cucumis melo* L., Agente causal, Razas fisilógicas, *Sphaerotheca fuliginea.*

SUMMARY
IDENTIFICATION OF THE CAUSAL AGENT OF POWDERY MILDEW OF CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.) IN THE COMARCA LAGUNERA

Powdery mildew is one of the main diseases of cantaloupe in México and in the Comarca Lagunera, since it can cause losses in yield up to 50%.

The objectives of the present work were: the identification of the fungus which causes powdery mildew in cantaloupe and to determine if this fungus has physilogical races in the Comarca Lagunera.

Inoculum collection was done by direct samplig in the field, in the main cantaloupe production areas of the Comarca lagunera. The inoculum was kept in plants of the cantaloupe variety Top Mark, which is susceptible to this disease. In the identification of the causal agent, three morphological characteristics of the asexual phase of the fungus were taken into account: the production or not of conida in chains, presence or absence of fibrosin bodies in the conidium and the germination of the conidium (simple or bifurcate).

Some simple conidiophores not branched were observed, they were hyaline, erect, relatively short with several conida in chains. The number of conidia varied from 7 to 11 with an average of 8 conidia by conidiophore. The conidia were hyaline, elliptical and all of them presented cylindric fiber bodies, which were straight or curved. The germination of the conidia was relatively low, since only 72 conidia germinated out of 1.163. Out of these 72 germinated conidia only 2 had a bifurcated germination. The above observed characteristics are typically of *Sphaerotheca fuliginea,* therfore it is concluded that the causal agent of powdery mildew in the Comarca Lagunera is *Sphaerotheca fuliginea.* Since Top Mark and PMR-45 were susceptible and PMR-6 and Edisto 47 were resistant to the inocolum collected in the field, it is possible to conclude that race 2 is present in the area. Since there is not a genotype resistant to race 2 and susceptible to race 1, it is not possible to assure that race 1 is not present in the area. Race 2 is present in all the sampled cantaloupe fields of the Comarca Lagunera.

KEY WORDS: Powdery mildew, Oidio, *Cucumis melo* L., Causal agent, Physylogical races, *Sphaerotheca fuliginea.*

Introducción

Una de las principales enfermedades que afectan al cultivo de melón en México es la cenicilla, causada por un hongo. Los síntomas de la enfermedad consisten en manchas de polvillo blanco que se presentan en las hojas, el tallo y las guías. Como consecuencia del ataque, las hojas se tornan amarillas y se secan, afectando el área foliar y por ende el rendimiento.

Para desarrollar alternativas de control contra la enfermedad, principalmente para la formación de variedades resistentes, es indispensable identificar plenamente al agente causal. Los hongos más importantes que se han identificado como agentes causales de la cenicilla del melón son: *Erysighe cichoracearum* DC ex Merat y *Sphae-*

rotheca fuliginea (Schlecht. ex Fr.) Poll. (REIFSCHNEIDER *et al.*, 1985).

Ambas especies pueden distinguirse con relativa facilidad una de otra en el estado perfecto, mediante el número de ascas en el cleistotecio, ya que *S. fuliginea* produce solo una asca, mientras que *E. cichoracearum* produce varias (ALEXOPOULOS 1962; YARWOOD, 1973). Desafortunadamente, en la naturaleza por lo común se observa sólo la fase asexual.

En México se ha considerado como un hecho que la especie causante de la cenicilla es *E. cichoracearum.* No obstante, no se ha llevado a cabo ningún trabajo para su identificación probablemente porque sólo se ha encontrado la fase conidial del hongo. En Estados Unidos, Francia y Brasil, se ha identificado a *S. fuliginea* como el agente causal de la cenicilla, tomando en cuenta tres características morfológicas del estado imperfecto que son: producción de conidios en cadena, formación de cuerpos fibrosos cilíndricos o cónicos en los conidios y la presencia de tubos germinativos bifurcados (MCCREIGHT *et al.*, 1987). Estas características ya han sido previamente utilizadas para la identificación de los hongos causantes de la cenicilla (YARWOOD, 1973).

Hasta el momento no existen informes publicados sobre la existencia de razas fisiológicas de *E. cichoracearum.* En el caso de *S. fuliginea,* se han detectado tres razas fisiológicas, denominadas de manera consecutiva como raza 1, raza 2, y raza 3. Los genotipos PI-79374, PI-124111 y PI-134198 son las principales fuentes de resistencia al hongo. Algunas variedades comerciales con resistencia a ciertas razas son: PMR-6 a las razas 1 y 2; PMR-45 con resistencia a la raza 1, y Seminole con resistencia a la raza 2 (MCCREIGHT *et al.*, 1987; SITTERLY 1972). En México, no se cuenta con información acerca de las razas fisiológicas del patógeno causante de la cenicilla.

El presente trabajo se realizó con el propósito de aclarar los anteriores aspectos en relación con el patógeno bajo los siguientes objetivos: Identificar el hongo causante de la cenicilla del melón y determinar la presencia de posibles razas fisiológicas del agente causal de la cenicilla en la Comarca Lagunera.

Material y métodos

El trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental la Laguna (CELALA) y en el Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias Relación-Agua-Suelo-Planta (CENID-RASPA) ambos ubicados en la Región Lagunera bajo condiciones de invernadero, durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 1992. La Región Lagunera se encuentra localizada a 25°32' de longitud norte y 103°14' de longitud oeste del meridiano de Greenwich con una altura de 1.120 metros sobre el nivel del mar (GARCÍA, 1973).

Para desarrollar el trabajo, se efectuaron una serie de actividades, siendo éstas las que a continuación se describen:

Siembra y manejo de la planta

Como material para el crecimiento de las plantas se utilizó arena fina de río esterilizada con bromuro de metilo. Dicha arena se deposito en bolsas de polietileno con capacidad de 20 kg, lugar donde se efectúo la siembra del material genético; el riego se efectúo diariamente con una solución nutritiva.

Identificación del patógeno

El inóculo del patógeno se colectó de hojas de melón que fueron infectadas en forma natural. Directamente del campo, se colectaron muestras del hongo de las principales áreas meloneras de la Región Lagunera: Matamoros, y Viesca en el estado de Coahuila. Así como en Bermejillo, Gómez Palacio y Tlahualilo, en el estado de Durango. Las colecciones consistieron principalmente de conidióforos y conidios del hongo, siendo estas estructuras inoculadas artificialmente sobre plantas de melón de la variedad Top Mark en el invernadero para conservar al patógeno. La inoculación se llevó a efecto depositando los conidios de las hojas colectadas en el campo sobre las hojas cotiledonales de las plantas sanas de melón. Cada muestra tomada por región se inoculó sobre tres plantas de melón que fueron aisladas.

La identificación del patógeno se llevó a cabo considerando únicamente tres características morfológicas de la fase asexual del hongo: producción de conidios individuales aislados o en cadena, ausencia o presencia de cuerpos fibrosos granulares, cilíndricos o cónicos en los conidios y germinación de los conidios mediante un tubo germinativo simple o bifurcado (MCREIGHT *et al.*, 1987). Para observar esta característica se utilizó únicamente el inóculo de Matamoros, Coah. A los 10 días de establecida la infección en el melón en el invernadero, se transfirieron conidióforos y conidios a portaobjetos que contenían una solución de 5 ppm de eosina amarilla disuelta en agua destilada estéril. Las estructuras fructíferas se mantuvieron en eosina por 10 minutos antes de ser observadas al microscopio óptico para tratar de detectar los cuerpos fibrosos. Se hicieron observaciones sobre nidióforos y conidios.

Los conidios se transfirieron a una película de agua-agar al 1% en un portaobjetos esterilizado y luego se incubaron por 10 a 16 horas a una temperatura de 20-24°C. Después de este período de tiempo, se observaron 1.163 conidios, buscando la presencia de tubo germinativo simple o bifurcado.

Determinación de razas fisiológicas

Para la determinación de razas fisiológicas se utilizó el inóculo colectado de las cinco áreas de la Comarca Lagunera (Bermejillo, Dgo., Tlahualilo, Dgo., Gómez Palacio, Dgo., Matamoros, Coah., y Viesca, Coah.) también se emplearon los genotipos de melón Top Mark, susceptible a todas las razas; PMR-45 resistente a la raza 1; PMR-6 resistente a la raza 1 y 2; PI 124111 y PI 124112 resistente a todas las razas; 100 WMR-29 y Edisto 47 con resistencia a la raza 1 y 2 (Cuadro 1).

La inoculación con el inóculo proveniente de las diferentes localidades se llevó a cabo en invernadero. Dichas inoculaciones en las plantas diferenciales (10 /genotipo) se realizaron al aparecer las primeras hojas verdaderas y se repitieron cada 10 días hasta la aparición de síntomas o hasta la maduración del fruto. Las inoculaciones se hicieron poniendo en contacto una hoja que contenía conidióforos y conidios sobre las hojas de las variedades diferenciales para depositar sobre ellas las estructuras reproductoras del hongo. Al final, se registró el número de plantas con cenicilla.

Resultados y discusión

Colección y conservación de inóculo

Las tres plantas de la variedad Top Mark inoculadas en el invernadero con inóculo

CUADRO 1
GENOTIPOS DIFERENCIALES Y SUS REACCIONES A LAS DIFERENTES RAZAS FISIÓLOGICAS DE *Sphaerotheca fuliginea* ASÍ COMO LOS GENES QUE CONDICIONAN LA RESISTENCIA A ESTE PATÓGENO. 1992
TABLE 1
DIFFERENTIAL POWDERY MILDEW CANTALOUPE GENOTYPES AND THEIR REACTIONS TO DIFFERENT PHYSIOLOGICAL RACES OF Sphaerotheca fuliginea AND THE GENES THAT CONDITION RESISTANCE TO THIS PATHOGEN. 1992

Genotipo diferencial	Reacción a las razas			Genes de resistencia
	1	2	3	
Top Mark	S	S	S	0
PMR-45	R	S	S	(Pm- 1)[a]
PMR-6	R	R	S	(Pm-1, Pm-2)[a]
Edisto 47	R	R	S	(Pm-4, Pm 5)[b]
18 100 WMR-29	R	R	S	(Efg)[c]
PI 124111	R	R	R	(Pm-3[b], Pm-6)[d]
PI 124112	R	R	R	(Pm-4, Pm-5)[b]

R= Resistente a la cenicilla S= Susceptible
a=BOHN y WHITAKER, 1964; b=HARWOOD y MARKARIAN, 1968; c=MCCREIGHT *et al.*, 1987; d=KENIGSBUCH y COHEN, 1989.

proveniente del campo de las diferentes localidades presentaron síntomas de la enfermedad a los 8 días después de la inoculación y las estructuras del hongo ahí formadas fueron las que se usaron posteriormente en el trabajo.

Morfología de conidióforos y conidios

El micelio y las estructuras fructíferas del patógeno se formaron superficialmente sobre el hospedante. Se observaron conidióforos simples, no ramificados, hialinos, erectos, relativamente cortos, con varios conidios en cadena.

El número de conidios por conidióforo fue variable, fluctuando de 7 a 11 considerando tanto los conidios maduros como los que se encontraban en formación. La mayoría del total de los conidióforos observados, el 63% presentaron 8 conidios en cadena. Esto no significa que en general, el número total de conidios por conidióforo sea de 8, dado que se observó que los conidios se desprenden fácilmente y que algunos conidióforos continúan produciendo conidios. No existen publicaciones donde se especifique el número total de conidios por conidióforo, sin embargo, no queda duda de la presencia de una cadena larga de conidios producidos en forma basipétala. Esta característica, la formación externa del micelio sobre el hospedante y las estructuras fructíferas corresponden al tipo *Oidium*, lo cual limita al estado perfecto a dos especies: *E. cichoracearum* y *S. fuliginea;* estos resultados coinciden con los reportados en Brasil (REIFSCHNEIDER *et al.*, 1985).

Los conidios observados fueron hialinos, elipsoidales, conteniendo numerosas vacuolas de agua fácilmente visibles al microscopio. Todos los conidios presentaron cuerpos fibrosos, cilíndricos, erectos o curvos.

La presencia de cuerpos fibrosos es una característica de *Sphaerotheca fuliginea* y *Podosphaera* así como de algunas especies de *Uncinula,* pero no de *Erysighe* (YARWOOD, 1973). Los géneros *Podosphaera* y *Uncinula* no atacan a cucurbitáceas, de modo que los resultados indican la presencia de *S. ffiliginea* y no de *E. cichoracearum* como causante de la cenicilla del melón en la Comarca Lagunera.

Características del tubo germinativo

En lo que respecta a la germinación de los conidios, ésta fue relativamente baja, ya que de 1.163 conidios observados, germinaron 72 lo que representa el 6,19% del total. La germinación mediante tubo germinativo bifurcado solo se observó en dos conidios, lo cual no es raro, ya que la frecuencia de este tipo de germinación es baja según se reporta en otros lugares (REIFSCHNEIDER *et al.*, 1985). La presencia de tubos germinativos bifurcados es una característica exclusiva de *S. fuliginea* de modo que esto refuerza la identificación de este patógeno como causante de la cenicilla del melón en la Comarca Lagunera.

Considerando las características mencionadas del estado conidial, dado que las estructuras sexuales raramente se encuentran, se concluye que el agente causal de la cenicilla del melón en la Laguna es *S. fuliginea* y no *E. cichoracearum* como tradicionalmente se ha venido mencionando. De la fase conidial, las características constantemente observadas fueron la producción de conidios en cadena y la presencia de cuerpos fibrosos en el conidio, siendo precisamente esta última, la que puede considerarse como determinante para la separación entre *S. fuliginea* y *E. cichoracearum* ya que en los casos en los que se ha encontrado la fase sexual de S. fuliginea, ha estado asociada a conidios con cuerpos fibrosos (GRAND, 1987).

Dado que la reacción de los genotipos diferenciales al patógeno colectado en las diferentes áreas fue similar, solo se discutirán los resultados de la localidad de Bermejillo, Dgo., cuando sea necesario, se hará referencia a las otras localidades.

El inóculo procedente de Bermejillo, Dgo. reaccionó de acuerdo al Cuadro 2, en el cual se observa que la reacción de Top Mark fue de susceptibilidad, debido a que este genotipo no tiene genes de resistencia y, consecuentemente, la reacción puede ser causada por cualquiera de las razas ya conocidas. La reacción de susceptibilidad de PMR-45 indica la posible presencia de las razas 2 y/o 3, ya que esta variedad sólo tiene genes de resistencia a la raza 1. La reacción de resistencia de PMR-6 indica que no está presente la raza 3, lo cual se confirma con la reacción de resistencia de Edisto 47, pues tanto PRM-6 como Edisto 47 sólo tienen genes de resistencia a las razas 1 y 2 y de haber estado presente la raza 3 su reacción habría sido de susceptibilidad. La reacción de susceptibilidad de 18 100 WMR-29 indicaría la posible presencia de la raza 3, ya que este genotipo tiene genes de resistencia a las razas 1 y 2. Sin embargo, las reacciones de PRM-6 y Edisto 47 indican que la raza 3 no está presente, por lo que la reacción de la 18 100 WMR-29 puede atribuirse posiblemente al hecho de que este genotipo no es homocigote para los genes complementarios de resistencia a

CUADRO 2
IDENTIFICACIÓN DE RAZAS FISIOLÓGICAS DE *S. fuliginea* CON INÓCULO DE BERMEJILLO, Dgo., 1992
TABLE 2
IDENTIFICATION OF THE PHYSIOLOGICAL RACES OF S. fuliginea WITH THE BERMEJILLO Dgo INOCULUM. 1992

Genotipo diferencial	* Reacción a *S. fuliginea*	Posibles razas fisiológicas		
Top Mark	S	1	2	3
PMR-45	S		2	3
PMR-6	R	1	2	
Edisto	R	1	2	
18 100 WMR-29	S			3
PI 124111	R	1	2	3
PI 124112	?	–	–	–

* R = Resistente, S = Susceptible, ? = Mitad de la población fue resistente y la otra mitad fue susceptible.

la raza 2, es decir se usó una población segregante del genotipo.

La reacción de resistencia de PI 124111 con genes de resistencia a las tres razas indica que no estaba presente otra raza además de las ya conocidas e identificadas. La reacción de PI 124112 en donde la mitad de la población de plantas fue susceptible y la otra mitad resistente puede atribuirse al mismo hecho señalado anteriormente para 18 100 WMR-29. Así se puede concluir que en la zona de Bermejillo, Dgo., se encontraba presente la raza 2 del patógeno.

De acuerdo a las reacciones observadas en los genotipos Top Mark, PMR-45, PMR-6 y Edisto 47, es evidente que en las cinco localidades se encontraba presente la raza 2 del patógeno. Esto representa una prueba más de que el hongo causante de cenicilla es *S. fuliginea,* ya que para este patógeno, se ha consignado la presencia de razas fisiológicas, no así para *E. cichoracearum.*

Conclusiones

Los conidios del patógeno fueron hialinos, elipsoidales, y presentaron cuerpos fibrosos, cilíndricos, rectos o curvos. La presencia de cuerpos fibroso, es una característica de *Sphaerotheca fuliginea, Podosphaera* y de algunas especies de *Uncinula,* pero no de *Erysiphe.*

Tomando en consideración los aspectos arriba mencionados, además de que los géneros de *Podosphaera* y *Uncinula* no atacan a cucurbitáceas y que el patógeno produce una larga cadena de conidios, y tubo germinativo bifurcado se concluye que:

1. El agente causal de la cenicilla del melón en la Comarca Lagunera, es *Sphaerotheca fuliginea.*

2. La raza 2 se encuentra distribuida en todas las localidades meloneras muestreadas de la Comarca Lagunera.

Bibliografía

ALEXOPOULOS C. J., 1962. Introductory micology. 2nd. ed. John Wiley and Sons, Inc. New York 613 pp.

BOHN G. W. and T. W. WHITAKER., 1964. Genetics of resistance to powdery mildew roce 2 in muskmelon. Phytopahology 54:587- 591.

GARCÍA E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. México, p. 87.

GRAND L. F., 1987. Perithencia of Sphaerotheca fuliginea on cucurbits in North Amerita Plant. Disease 71:761.

HARWOOD R. R. and T. W. WHITAKER., 1968. A genetic survey of resistance to powdery mildew. Journal of Heredity 59:213-217

KENIGSBUCH D. and Y. COHEN., 1989. Independant inheritance of resistance to roce I and 2 of Sphaerotheca fuliginea in muskmelon. Plant Disease 73: 206-208.

MCCREIGHT J., M. PITRAT, C. E. THOMAS, A. N. KISHABA and G. W. BOHN., 1987. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:156-160.

REIFSCHNEIDER F. J. B., L. S. BOITEUX and E. M. OCCHIENA., 1985. Powdery mildew of melon (Cucumis nielo L.) causad by Sphaerotheca faliginea in Brasil. Plant Disease 69:1069-1070.

SITTERLY W., 1972. Breeding for resistence in cucurbits. Ann. Rev. Phytopathology 10:490-491.

SPRAGUE R., 1955. A re-study of apple powdery mildew in eastern Washington. Wash. Agr. Exp. Stat. Bul. 560. 22 pág.

YARWOOD C., 1973. Pyrenomycetes: Erisiphales. In Ainswort G. Sparrow, F., Sussman, A. Ed. 1973. The fungí. An advanced treatise. Vol. IVA A. Taxonomic review with keys: Ascomycetes and fungí imperfect: 621-pp. 71-86.

(Aceptado para publicación el 22 de septiembre de 1997)