

EL CANCRO RESINOSO CAUSADO POR *Fusarium subglutinans* (Wollenw y Reink) Nelson, Tousson y Marasas, UNA NUEVA ENFERMEDAD DE *Pinus* spp. EN MEXICO

J.J. Guerra-Santos; D. Cibrián-Tovar

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México. C.P. 56230

RESUMEN

Se describen las características de la enfermedad conocida como cancro resinoso de los pinos. Se determinó que la enfermedad es causada por *Fusarium subglutinans* (Deuteromycotina: Moniliales). El hongo se distribuye en las regiones Centro y Norte de México en el Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz. Los hospedantes fueron 19 especies de pinos de diferentes secciones. La enfermedad afecta árboles de edades distintas y muestra sintomatología variable, desde marchitamientos de brotes sin obvios flujos de resina hasta canchros en fuste con grandes flujos de resina. En *P. douglasiana* y *P. radiata* hubo esporodochios típicos de la enfermedad. La patogenicidad del agente causal fue probada mediante la inoculación de 15 cepas del hongo en 12 especies de pinos. Se registró el avance y desarrollo de la infección posterior a la inoculación y se encontró que hubo diferencias significativas ($P: 0.05\%$) de que el hongo avanzó rápidamente en las especies *P. cembroides*, *P. montezumae*, *P. gregii*, *P. pseudostrobus* y *P. patula*, el avance fue más lento en *P. ayacahuite*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *P. halepensis*, *P. michoacana* y *P. pringlei*. También se demostró que del conjunto de cepas aisladas, las provenientes de *P. pseudostrobus*, *P. arizonica*, *P. discolor* y *P. leiophylla* fueron las más patogénicas. Por último se dan a conocer las características del hongo causante de la enfermedad.

PALABRAS CLAVE: Cancro resinoso, bosques, inoculación, infección, patogenicidad.

PITCH CANKER CAUSED BY *Fusarium subglutinans* (Wollenw y Reink) Nelson, Tousson and Marasas, A NEW DISEASE OF *Pinus* spp. IN MEXICO

SUMMARY

Characteristics of pine pitch canker disease are described. The causal agent was *Fusarium subglutinans* (Deuteromycotina: Moniliales). The fungus was found in northern and central regions of Mexico: Federal District and states of Durango, Hidalgo, Jalisco, Mexico, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala, and Veracruz. The range of hosts includes 19 species of pine. Trees of different ages were affected by the disease; a great variability in symptoms was observed, from shoot wilting, with no resin flow, to cankers in stems, with heavy resin flow. Sporodochia were found in *Pinus douglasiana* and *P. radiata*. Pathogenicity tests were done; 15 strains were inoculated in 12 species of pine. Also, the spread and development of the infection in inoculated pine seedlings were registered. The results showed significant differences in ($p00.05\%$) in pathogenicity. The fungus faster in *P. cembroides*, *P. montezumae*, *P. gregii*, *P. pseudostrobus* and *P. patula* than in *P. ayacahuite*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *P. michoacana*, *P. halepensis*, and *P. pringlei*. The isolated strains from *P. pseudostrobus*, *P. arizonica*, *P. discolor*, and *P. leiophylla* were more pathogenic than any other strain. Finally, the characteristics of the fungus are presented.

KEY WORDS: Pitch canker, forests, inoculation, infection, pathogenicity.

INTRODUCCIÓN

En 1987, se reconoció por primera vez en México a la enfermedad denominada cancro resinoso de los pinos, desde entonces se ha considerado importante para la silvicultura de bosques y plantaciones de coníferas y se

iniciaron inspecciones, mismas que demostraron su presencia en varios estados de la República Mexicana. Por lo anterior, se inició un trabajo de investigación para determinar el agente causal de la enfermedad. Se logró aislar e identificar al hongo *Fusarium subglutinans* (Wollenw & Reink) Nelson, Tousson & Marasas, como agen-

te causal. Este patógeno provoca una de las enfermedades más importantes en los pinos del sur y suroeste de Estados Unidos. En México aún no se han evaluado los daños que provoca; sin embargo, debido a la gran cantidad de especies de pinos que se tienen en el país, se esperaría que varias especies fueran susceptibles al patógeno; en especial, algunas que tienen alto valor en plantaciones comerciales. Al inicio del presente estudio. la información acerca de esta enfermedad era escasa. no se conocía su distribución ni el tipo de hospedantes asociados. La sintomatología de la enfermedad era confusa. Por lo anterior se planteó el presente trabajo. cuyos objetivos fueron determinar la importancia del cancro resinoso como enfermedad del género *Pinus* en México, conocer su distribución, sus hospedantes, su sintomatología y verificar la identificación del agente causal.

REVISIÓN DE LITERATURA

El cancro resinoso de los pinos fue detectado por primera vez en Estados Unidos en 1946, reportando como agente causal de la enfermedad a un hongo del género *Fusarium* (Hepting y Roth, 1946), en 1949 el hongo fue denominado *Fusarium lateritium* (Snyder, Toole y Hepting, 1949). En la década de los años setenta debido a sus características se le dio la denominación de *Fusarium moniliforme* var *subglutinans* (Dwinell y Phelps, 1977). En 1983 cuando fueron observados las estructuras denominadas polifialides y por la ausencia de microconidios en cadena, se elevó a categoría de especie la variedad mencionada y el nombre asignado fue *Fusarium suglutinans* (Nelson, Tousson y Marasas, 1983). En la actualidad se conoce como *Fusarium suglutinans* f. esp. *pini*.

Descripción. El hongo presenta las siguientes características: El color de la colonia presenta micelio aéreo blanco a blanco grisáceo, de textura algodonosa afelpada, de colores salmón pálido, morado vináceo, rosa, morado y morado intenso; el agar también presenta cambios de tonalidad a medida que el hongo crece (Kuhlman *et al.*, 1978 y Barrows Broaddus, 1987). Los aislamientos recientes que proceden de pino muestran abundante producción de esporas, con presencia de fialides simples y polifialides, (Kuhlman *et al.*, 1978). El hongo produce macro y microconidios, su tamaño y forma son los siguientes: Los microconidios tienen de 0 a 3 septos, y miden de 8 a 12 por 2.5 a 3.0 μ m y son de forma oval a subclavados. Los macroconidios son de pared delgada en forma de hoz con 3 a 5 septos y miden 32 a 53 x 3 a 4.5 μ m (Barrows-Broaddus, 1987).

Distribución y hospedantes. El hongo del cancro resinoso tiene un amplio rango de hospedantes. En Estados Unidos se encuentra en 10 estados de ese país, asociado con 20 especies de pino. La enfermedad también se ha reportado en Haití, Japón, Rusia e Irak (USDA, 1976, Barrows-Broaddus, 1987, McCain, Koehler

y Tijosvold, 1981, Correl *et al.*, 1991 y Storer y Dallara, 1992).

Biología. De julio a noviembre es cuando el hongo tiene su época máxima de diseminación de esporas, requiere necesariamente de heridas para establecerse en el hospedante, éstas pueden ser provocadas de manera natural o bien ser producidas por agentes bióticos, principalmente insectos, dentro de los que destacan: *Pissodes nemorensis*, *Pityophthorus carmelii*, *Conophthorus radiatae*, *Ernobius punctulatus*, *Dendroctonus terebrans*, *Dioryctria* spp., *Ips* spp, y *Rhyacionia* spp. (Schmidt y Underhill, 1974; Blakeslee, Dwinell y Anderson, 1980; Dwinell *et al.*, 1985; Fox, Wood y Koehler, 1990; Fox *et al.*, 1991). La enfermedad se caracteriza por presentar a nivel de campo uno o varios de los siguientes síntomas: muerte descendente de brotes terminales y puntas, síntomas de marchitamiento y clorosis del follaje, formación de canchales, flujos de resina y cambios de coloración en la madera. El hongo produce macroconidios en cuerpos de reproducción del tipo esporodocio estos últimos tienen forma de cojinetes a manera de pústulas, son de color rosa salmón y miden menos de 3 cm de diámetro (Dwinell, Ryan y Kuhlman, 1977; Dwinell y Phelps, 1977; USDA, 1976; McCain *et al.*, 1987). El cancro se encuentra asociado a otras enfermedades como son la roya de los pinos *Cronartium fusiforme* (Dwinell *et al.*, 1978), la mancha azul de la madera causada por hongos del género *Ceratocystis* (Blakeslee y Oak, 1979) el nemátodo del pino *Bursaphelenchus xylophylus* (Dwinell *et al.*, 1985). Además de causar la muerte de brotes y ramas, también ataca conillos femeninos (Miller y Bramlett, 1979).

Importancia. El hongo causa enfermedades de importancia en su rango de distribución natural, mata árboles, reduce calidad de maderas aserradas, reduce crecimiento, contamina la semilla de rodales semilleros y luego se constituye en enfermedad severa para plántulas en los viveros, Barnard y Blakeslee, 1980, Barrows-Broaddus y Dwinell, 1985, Dwinell *et al.*, 1985 y Schmidt y Underhill, 1974. En California E.U. se ha introducido del este del propio país y actualmente es un factor limitante para la supervivencia de especies de gran importancia como *Pinus radiata*, Storer *et al.*, 1994. En México, el segundo autor de este artículo ha observado infecciones de importancia en plantaciones no cuidadas en Jalisco y el Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para definir la distribución geográfica del cancro resinoso, durante 1995 y 1996 se hicieron recolectas en bosques de pino, plantaciones y árboles ubicados en ciudades: además del Distrito Federal se visitaron 12 estados: Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz. En esos viajes se precisó la sintomatología de los árboles enfermos. El material enfermo recolectado sirvió para aislar al agente causal de la enfermedad.

En el laboratorio de la División de Ciencias Forestales (DICIFO) de la Universidad Autónoma Chapingo se realizaron aislamientos, purificación de cepas e identificación del cancro resinoso y de sus agentes asociados. En el vivero de la DICIFO se colocaron plantas de pino en un invernadero en forma de túnel y bajo condiciones ambientales no controladas; en estas plantas se hicieron pruebas de patogenicidad y se definieron las características del ataque del hongo. La secuela de actividades para realizar dichas pruebas se presenta a continuación.

En cajas de Petri con medio de cultivo selectivo para *Fusarium*, se dejaron crecer las colonias de los hongos hasta que la superficie del medio se cubriera completamente por ellos, lo anterior se realizó bajo condiciones ambientales de estufa de crecimiento a 27 °C. Ya que se tuvo lista la colonia y bajo condiciones de esterilidad, se procedió a fraccionar el medio de cultivo haciendo pequeños trozos circulares de 1 cm de diámetro. Cada uno de los círculos cortados se fue pasando a una caja de Petri limpia y esterilizada hasta completar la cantidad necesaria para realizar las inoculaciones. Se hicieron heridas en el talluelo de las plantas con una navaja de bisturí, realizando dos cortes uno longitudinal y otro transversal, de manera que la herida tuviera una forma de "T". Con la punta de la navaja se abrió la epidermis del talluelo de la plántula hasta que dejara a la vista el xilema. Con la navaja se tomó un pedazo de inóculo que contuvo micelio y una fracción de medio de cultivo, el micelio se puso directamente en contacto con la parte de la plántula donde se realizó la herida. La epidermis de la planta se utilizó para tapar parte del medio de cultivo y se presionó para asegurar su contacto de manera que cubriera toda la herida. Con un pedazo de gasa se cubrió al medio de cultivo y a la herida, amarrando alrededor del talluelo. Cada plántula se etiquetó poniendo la clave de la cepa correspondiente con la especie de donde se aisló y la fecha de inoculación. Los riegos se realizaron diariamente en las dos primeras semanas de la inoculación; a partir de la tercera semana, los riegos se hicieron cada tercer día. Las observaciones se realizaron a partir de los 28 días de realizada la inoculación, después de ese tiempo se hicieron cada 3 días. Cada plántula fue calificada de acuerdo a los siguientes criterios: se calificó con 1, cuando la plántula presentó un doblamiento de la parte terminal distal al punto de inoculación, el follaje permaneció verde. Con 2, cuando la plántula presentó además del doblamiento un cambio de coloración de verde a café rojizo en el follaje distal al punto de inoculación. Con 3, cuando el brote distal al punto de inoculación estuvo completamente seco. En el Cuadro 1 se detalla el origen de las cepas y las especies probadas.

Para las pruebas que se describen arriba se utilizaron cepas y plantas procedentes de diferentes regiones del país, lo anterior permitió suponer que existe variación en la respuesta de los hospedantes al patógeno o que las cepas tienen una virulencia distinta, según la especie de

pino de la que fue extraída. Para analizar esta posible variación se utilizó la prueba de rangos de Friedman de comparaciones múltiples, (Conover, 1980). Las variables a medir fueron los días que se requirieron para que se presentaran síntomas y la intensidad con que se presentaron éstos, para ello se utilizaron los tres criterios descritos arriba.

CUADRO 1. Inoculación de las cepas de *Fusarium subglutinans* realizadas en 12 especies de pino, en Chapingo México.

ESPECIE	CEPAS INOCULADAS														
<i>P. ayacahuite</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	---
<i>P. pseudostrobus</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	---
<i>P. montezumae</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	---
<i>P. douglasiana</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	---
<i>P. patula</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	---
<i>P. michoacana</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	---	---	---
<i>P. leiophylla</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	---	R10	---	R12	---	---	---
<i>P. rudis</i>	R1	R2	---	---	R5	R6	---	R8	---	R10	---	R12	---	---	---
<i>P. halepensis</i>	---	R2	---	---	R5	---	R7	R8	---	R10	R11	R12	---	R14	---
<i>P. cembroides</i>	---	R2	R3	R4	---	---	R7	---	R9	R10	---	R12	---	R14	---
<i>P. greggii</i>	R1	R2	R3	---	R5	---	R7	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>P. pringlei</i>	---	R2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	R15

Donde las R son cepas aisladas de cada una de las especies de pino que se mencionan: R1= *P. maximinoi*, R2= *P. pseudostrobus*, R3= *P. arizonica*, R4= *P. discolor*, R5= *P. montezumae*, R6= *P. rudis*, R7= *P. oocarpa*, R8= *P. douglasiana*, R9= *P. durangensis*, R10= *P. leiophylla*, R11= *P. michoacana*, R12= *P. ayacahuite*, R13= *P. hartwegii*, R14= *P. cembroides* y R15= *P. pringlei*

De las plantas que mostraron síntomas, se hicieron reaislamientos para corroborar la presencia del patógeno. Se dejaron madurar las colonias y se hicieron preparaciones de micelio, macro y microconidios, éstos se midieron, se describieron y se utilizaron para verificar la identidad de la especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución y hospedantes

De acuerdo con las muestras de *F. subglutinans* aisladas e identificadas, se precisa que el rango de distribución del patógeno incluye al Distrito Federal y a los estados de: Durango, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz. Se reconoce que puede estar en otros estados que no fueron visitados y que contienen pinos. El cancro se encontró en un rango altitudinal que varió de 1 500 a 2 900 msnm, ambos extremos en el Estado de México. Los hospedantes de los que se aisló el patógeno fueron: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. discolor*, *P. douglasiana*, *P. durangensis*, *P. estevezii*, *P. halepensis*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oaxacana*, *P. oocarpa*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus*, *P. radiata* y *P. rudis*. En el Cuadro 2 se muestra la distribución por Estado y los hospedantes registrados en cada uno de ellos.

CUADRO 2. Distribución y hospedantes de *Fusarium subglutinans* en México.

ESTADO	MUNICIPIO O DELEGACIÓN	ALTITUD	HOSPEDANTE	
DISTRITO FEDERAL	Tlahuac	2700	<i>P. pseudostrabus</i>	
DURANGO	Los Altos	2430	<i>P. durangensis</i>	
	Tepihuas	2100-2200	<i>P. discolor</i>	
HIDALGO	El Chico	2700-2800	<i>P. rudis</i>	
JALISCO	Sierra Tapalpa	2350	<i>P. leiophylla</i>	
	Ateniquie	2200	<i>P. douglasiana</i>	
ESTADO DE MEXICO	Amecameca	2700	<i>P. pseudostrabus</i>	
	Amecameca	2700	<i>P. leiophylla</i>	
	Amecameca	2700	<i>P. ayacahuite</i>	
	Sultepec	1500-2200	<i>P. pringlei</i>	
	Tlaxiaco	2700	<i>P. radiata</i>	
	Tlaxiaco	2900	<i>P. hartwegii</i>	
	Chapingo	2250	<i>P. halepensis</i>	
	MICHOACAN	Ario de Rosales	1900-2200	<i>P. oocarpa</i>
		Pichátaro	2200-2500	<i>P. maximinoi</i>
		Pichátaro	2200-2500	<i>P. montezumae</i>
MORELOS	Paricutín	2200	<i>P. michoacana</i>	
	Límites D.F.	2870	<i>P. pseudostrabus</i>	
NUEVO LEON	Límites D.F.	2900	<i>P. hartwegii</i>	
	Galeana	1600	<i>P. arizonica</i>	
PUEBLA	Galeana	1900	<i>P. cembroides</i>	
	San Juan Tetla	2500	<i>P. montezumae</i>	
TAMAULIPAS	Zacatepec	2300	<i>P. oaxacana</i>	
	San Carlos	1800	<i>P. estevezii</i>	
TLAXCALA	Terrenate	2100	<i>P. rudis</i>	
VERACRUZ	Perote	2400	<i>P. montezumae</i>	
	Perote	2300	<i>P. oaxacana</i>	

Sintomatología en condiciones de campo

Un síntoma siempre presente en las recolectas de campo, fue el flujo de resina a lo largo de los tallos o troncos, este flujo varió según la especie, desde ser poco obvio en *P. ayacahuite*, *P. radiata*, *P. michoacana*, *P. arizonica* y *P. oocarpa*, hasta abundante y fácilmente visible en *P. discolor*, *P. leiophylla*, *P. douglasiana*, *P. pringlei* y *P. halepensis*. La presencia de la muerte descendente se observó en tres especies de pino, destacando en árboles de *P. halepensis* localizados en Chapingo, en esta localidad la enfermedad se caracterizó por una muerte progresiva que tarda tiempo en manifestarse, pero termina matando al árbol. Los síntomas en hojas se expresaron como cambios de color, es decir las acículas tomaron un color verde claro, luego verde amarillento hasta que murieron y se tornaron café rojizo brillante, a esta sintomatología se denominó marchitez y generalmente ocurrió en las puntas de las ramas. Por último en *P. durangensis* hubo doblamiento en forma de ganchos de los brotes infectados, estos fueron parecidos a los que ocasionan los barrenadores de brotes de la especie *Eu-*

cosma sonomana (Lepidoptera: Tortricidae). El síntoma de corteza fracturada fue común en los hospedantes enfermos, la corteza se rompe hacia afuera y se embebe en resina. Al revisar la madera afectada se apreció un cambio de color y su saturación con resina. En algunas de las lesiones también hubo ataque por insectos barrenadores y descortezadores. En el Cuadro 3 se muestra un resumen de la sintomatología observada en campo y de los insectos que estuvieron en las áreas dañadas por el hongo.

Desarrollo de la infección en el invernadero

Ninguna de las especies de pino que fueron inoculadas fue inmune al patógeno, aunque hubo diferente susceptibilidad como es el caso de *P. ayacahuite*, que de 70 plántulas inoculadas, sólo 13 presentaron infección, lo que representó el 18.5% de incidencia. Presentaron susceptibilidad intermedia, *P. halepensis* con 27.5% de incidencia y *P. pringlei* y *P. leiophylla* con 40% de árboles infectados. Las especies restantes tuvieron una susceptibilidad alta, por arriba del 70% de árboles infectados, destacó *P. cembroides*, donde el total de plántulas inoculadas presentaron los síntomas de la enfermedad, teniendo un 100% de infección. Así mismo es importante señalar que *P. patula* y *P. gregii*, no presentaron asociación del cancro resinoso a nivel de campo, pero mostraron una alta susceptibilidad en la inoculación de cepas aisladas de otros hospedantes. Los síntomas que se encontraron en las plantas inoculadas fueron similares a los observados en campo.

Para comparar la agresividad de las cepas de *F. subglutinans* se utilizó la Prueba de Friedman y comparaciones múltiples, la hipótesis nula (H_0) establecida fue: todas las cepas tienen la misma capacidad patogénica al ser inoculadas en todas las especies de pino. La hipótesis alternativa fue: al menos una de las cepas tiene una capacidad patogénica diferente al resto. El valor de T calculado en esta prueba fue mayor que el de T tabulada a nivel de significancia de 0.05 por lo tanto se rechazó la H_0 y se llegó a la conclusión de que al menos una de las cepas inoculadas genera una respuesta diferente a la respuesta de los hospedantes. Por lo anterior se procedió a la prueba de comparaciones múltiples, la cual permitió reconocer cuales cepas fueron distintas. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.

Del Cuadro 4 se desprende que las cepas ayacahuite, douglasiana, hartwegii y cembroides presentan evidencias de ser diferentes en su comportamiento al resto de las cepas, ya que requieren de mayor tiempo para mostrar su patogenicidad. Las cepas pseudostrabus, arizonica, discolor y leiophylla requirieron de menor tiempo para que los hospedantes mostraran síntomas, mientras que las cepas maximinoi, rudis, durangensis, montezumae, oocarpa y michoacana tuvieron una agresividad moderada.

CUADRO 3. Síntomas que mostraron las especies de pino infectadas con el cancro resinoso. Observaciones de campo, también se mencionan los insectos que estuvieron asociados.

HOSPEDANTE	MUERTE DESCENDENTE	CANCROS	CORTEZA QUEBRADA	FLUJO DE RESINA	CAMBIO COLOR	RESINA EMBEBIDA	INSECTOS ASOCIADOS
<i>P. ayacahuite</i>	NO	ALARGADOS	SI	POCO	SI	SI	NO
<i>P. arizonica</i>	NO	ALARGADOS	SI	COMO GRUMOS GRANDES	SI	SI	NO
<i>P. cembroides</i>	NO	NO APARENTE	NO	TODO EL FUSTE	NO	NO	NO
<i>P. discolor</i>	NO	PROFUSOS	NO	ABUNDANTE	SI	NO	NO
<i>P. douglasiana</i>	SI	EN EL FUSTE	SI	EN EL FUSTE	SI	SI	<i>Eucosma sonoma</i>
<i>P. durangensis</i>	SI	EN RAMAS	SI	POCO, COMO GRUMOS	SI	SI	NO
<i>P. estevezii</i>	NO	PRESENTES	SI	PRESENTE	SI	SI	NO
<i>P. halepensis</i>	SI	PEQUEÑOS	SI	ABUNDANTE	SI	SI	NO
<i>P. hartwegii</i>	NO	PEQUEÑOS,	SI	POCO, COMO GRUMOS	SI	NO	NO
<i>P. leiophylla</i>	NO	GRANDES	SI	FLUJOS ABUNDANTES, TAMBIEN GRUMOS	SI	SI	NO
<i>P. maximinoi</i>	NO	GRUMOS	SI	SUPERFICIAL	SI	NO	<i>Eucosma sonomana</i>
<i>P. michoacana</i>	SI	PEQUEÑOS	SI	POCO ABUNDANTE	SI	NO	NO
<i>P. montezumae</i>	NO	POCOS Y DE PEQUEÑO TAMAÑO	SI	NO ABUNDANTE, EN HILOS	SI	NO	NO
<i>P. oaxacana</i>	NO	ALARGADOS	NO	POCO FLUJO	SI	SI	NO
<i>P. occarpa</i>	NO	GRANDES	NO	POCO ABUNDANTE	SI	SI	<i>Rhyacionia</i> sp
<i>P. pringlei</i>	NO	MUY LARGOS	SI	ABUNDANTE	SI	SI	<i>Deudroctonus frontalis</i>
<i>P. pseudostrobus</i>	NO	PEQUEÑOS	SI	VARIABLE DE POCO A INTENSO	SI	SI	<i>Pityophthorus</i> spp.
<i>P. radiata</i>	SI	PEQUEÑOS	NO	POCO ABUNDANTE	SI	SI	NO
<i>P. rudis</i>	NO	PEQUEÑOS	NO	EN COSTRAS, FORMA GRUMOS	SI	NO	NO

CUADRO 4. Resultados de inoculación con diferentes cepas de *Fusarium subglutinans*.

Origen de cepa	Valor					
Pseudostrobus	59.9	a				
Arizonica	55	a	b			
Discolor	52	a	b	c		
Leiophylla	51.5	a	b	c		
Maximinoi	45.5	a	b	c	d	e
Rudis	45.5	a	b	c	d	e
Durangensis	45.5	a	b	c	d	e
Montezumae	42	a	b	c	d	e
Oocarpa	38.5	a	b	c	d	e
Michoacana	38.5	a	b	c	d	e
Ayacahuite	34			c	d	e
Douglasiana	29				d	e
Hartwegii	28				d	e
Cembroides	25.5					e
Testigo	10					e

Las cepas unidas con la misma letra no tienen diferencia significativa al 0.05.

Identificación de *Fusarium subglutinans*

Los cuerpos de reproducción asexual del hongo (esporodocios), sólo fueron encontrados en dos especies de pinos. *P. radiata* en el Estado de México y *P. douglasiana* en el estado de Jalisco.

La coloración de las diferentes colonias obtenidas cada vez que se practicó, el aislamiento o reaislamiento,

siempre fue blanquecina al inicio de su desarrollo y a medida que fue madurando cambió de tonalidad, presentando colores: rosa, rosa intenso, violeta y morado en diferentes intensidades. Al igual que la masa algodonosa del hongo, el medio de cultivo cambió su coloración, en ocasiones sólo se notó un cambio a rojo tenue, aunque en la mayoría se tornó morado intenso, esta característica de la coloración del micelio y del medio concuerda con lo citado por Kuhlman *et al.*, 1978 y Barrows-Broadus, 1987.

En el caso del desarrollo de la colonia, el promedio de crecimiento en diámetro de las colonias es de 9 cm en 14 días; en este período, para el caso de algunas colonias y después de realizar las preparaciones, se observa la formación de estructuras microscópicas típicas del hongo y al igual que Nelson, Toussoun y Marasas (1983), las estructuras fueron más fáciles de identificar cuando tuvieron 21 días de crecimiento. El mejor desarrollo de las colonias de los hongos, se obtuvo a temperatura de incubación de 24 a 32°C. Todas las estructuras típicas del hongo fueron observadas en las preparaciones microscópicas hechas para tal fin, incluyendo los conidióforos simples y ramificados (fiálides y polifiálides), estos últimos son representativos de la especie como lo cita Kuhlman *et al.*, 1978.

El tipo de espora observada es similar a los reportes hechos por Kuhlman, *et al.*, 1978; Blakeslee *et al.*, 1980 y Barrows-Broadus 1987, para corroborar esto, se midieron un total de 50 microconidios y 50 macroconidios. Se observaron los microconidios típicos de forma oval a subclavados, el tamaño promedio en la medición fue de

10 X 2.8 μ m. los macroconidios alargados y curvos con la forma típica de canoa (forma de hoz) midieron en promedio 40 μ m, de largo por 3.8 μ m de ancho y fueron observados en todas las colonias de hongos aislados, lo que concuerda con lo citado por los anteriores autores.

Además de lo anterior, los cultivos obtenidos en el proceso de reaislamiento, fueron idénticos a los aislados originalmente de los diferentes hospedantes, esto concuerda con los resultados obtenidos por Barnard y Blakeslee (1980) y corrobora los postulados de Koch, por lo que *Fusarium subglutinans* es el agente causal de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

- BARNARD, E.L.; BLAKESLEE, G.M. 1980. Pitch canker of slash pine seedlings: A new disease in forest tree nurseries. *Plant Disease*. 64: 695-696.
- BARROWS-BROADDUS, J. 1987. Pitch canker. In: *Cone and Seed Diseases of North American Conifers*. De. Sutherland, J.R., T. Miller y R. Salinas Quinard. COFAN-FAO Publ N° 1. Victoria, British Colombia, Canadá. pp. 42-49.
- BLAKESLEE, G.M.; OAK, S.W. 1979. Significant mortality associated with pitch canker infection of slash pine in Florida. *Plant Dis. Rep.* 63: 1023-1025.
- CONOVER, W.J. 1980. *Practical nonparametric statistics*. John Wiley & Sons 493 p.
- CORRELL, J.C.; GORDON, T.R.; McCAIN, A.H.; FOX, J.W.; KOEHLER, C.S.; WOOD, D.L.; SCHULTZ, M.E. 1991. Pitch canker disease in California: pathogenicity, distribution, and canker development on monterey pine (*Pinus radiata*). *Plant Dis. Rep.* 75 (7) 676-682.
- DWINELL, L.D.; BARROWS-BROADDUS, J.B.; KUHLMAN, E.G. 1985. Pitch canker: a disease complex of southern pines. *Plant Dis. Rep.* 69: 270-276.
- DWINELL, L.D. y W.R. PHELPS. 1977. Pitch canker of slash pine in Florida. *Florida. J. For.* 75:488-489.
- DWINELL, L.D., P.L. RYAN y E.G. KUHLMAN. 1977. Pitch canker of loblolly pine in seed orchards. In: *Proc. South For. Tree Improv. 14th. Conf.* 130-137 pp.
- FOX, J.W.; WOOD, D.L.; KOEHLER, C.S. 1990. Distribution and abundance of engraver beetles (Scolytidae: *Ips* species) on Monterey pines infested with pitch canker. *Canadian Entomologist*. Volume 122: 1157-1166.
- FOX, J.W.; WOOD, D.L.; KOEHLER, C.S.; O'KEEFE, S.T. 1991. Engraver beetles (Scolytidae: *Ips* species) as vectors of the pitch canker fungus *Fusarium subglutinans*. *Canadian Entomologist*. Volume 123: 1355-1367.
- HEPTING, G.H.; ROTH, E.R. 1946. Pitch canker, a new disease of southern pines. *J. For.* 44: 742-744.
- KUHLMAN, E.G.; DWINELL, L.D.; NELSON, P.E.; BOOTH, C. 1978. Characterization of the *Fusarium* causing pitch canker of southern pines. *Mycologia* 70: 1131-1143.
- McCAIN, A.H.; KOEHLER, C.S.; TJOSVOLD, S.A. 1987. Pitch canker threatens California pines. *California Arboriculture*. 41(11-12) 22-23.
- MILLER, T.; BRAMLETT, L.D. 1979. Damage to reproductive structures of slash pine by two seed-borne pathogens: *Diplodia gossypina* and *Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*. pp 347-355 in: *Proc. Symp. Flowering. Seed Dev. Trees. U.S. Dep. Agric. South For. Exp. Stn.*
- NELSON, P.E.; TOUSSON, T.A.; MARASAS, W.F.O. 1983. *Fusarium Species: An illustrated Manual for Identification*. Pennsylvania State University Press. University Park. 193 pp.
- SCHMIDT, R.A.; UNDERHILL, E.M. 1974. Incidence and impact of pitch canker in slash pine plantations in Florida. *Plant Dis. Rep.* 58: 451-454.
- SNYDER, W.C.; TOOLE, E.R.; HEPTING, G.H. 1949. Fusaria associated with sumac wilt, and pine pitch canker of southern pines. *J. Agric. Res.* 78:365-382.
- STORER, A.J.; DALLARA, P.L. 1992. Pitch canker disease in California. *Tree notes. California Dept of Forest and Fire Protection N° 15 1 p.*
- STORER, A.J.; GORDON, T.R.; DALLARA, P.L.; WOOD, D.L. 1994. Pitch canker kills pines, spreads to new species and regions. *California Agriculture*. 48: 9-13.
- USDA. 1976. Pitch canker of pines. A Threat to southern pines?. *Forest Service, Southern area. State and private forestry, Resource protection N° 4, USA. Tríptico.*