

EVALUACION DE LA INFESTACION Y CONSIDERACIONES  
BIOLOGICAS DE LA ROYA DE LOS PINOS (*CRONARTIUM* SP.)  
EN UNA PLANTACION EN MICHOACAN

Renato SANCHEZ RAMIREZ\*  
Adolfo A. DEL RIO MORA\*\*

RESUMEN

La incidencia de la roya de los pinos, causada por hongos del género *Cronartium* es muy común en las plantaciones de pinos en diversas áreas del estado de Michoacán, por lo que se considera un problema fitosanitario de suma importancia que no ha recibido la atención debida, desde que se seleccionan las plantas en el vivero hasta los cuidados permanentes en la plantación.

Por tal motivo, se realizó una evaluación preliminar del porcentaje de árboles afectados por tumores formados por el hongo, en una plantación de *Pinus pseudostrabus* Lindl., de 15 años de edad, localizada en las inmediaciones de Angahuan, Michoacán, encontrándose que el 33.9% del arbolado está en mayor o menor grado afectado por la roya.

Se describe el ciclo biológico del hongo.

SUMMARY

The incidence of pine rusts caused by *Cronartium* occurs very frequently over pine plantations in different areas in the state of Michoacan, Mexico. Thus, it is considered a serious problem that has not been handled carefully

---

\*Ing. Agrónomo Parasitólogo, Investigador de la Sección de Protección Forestal, del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente (CIFO), INIFAP. SARH.

\*\*Ing. Agrónomo Parasitólogo, Investigador de la Sección de Protección Forestal, del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente (CIFO), INIFAP. SARH.

since the selection of seedlings in the nursery until the permanent works in the plantation, itself.

Therefore, a preliminary survey of the affected trees was made due to the tumors caused by the afore-mentioned fungi, in a *Pinus pseudostrobus* Lindl., plantation, fifteen years old, located nearby Angahuan, Michoacan, where the 33.9 percent of the trees was damaged in one way or another.

The biological cycle of the rust is described.

## INTRODUCCION

Al efectuar inspecciones de campo en las áreas repobladas artificialmente, es común encontrar diversos problemas de índole fitosanitario que están afectando evidentemente el crecimiento del arbolado, no obstante en la mayoría de los casos, no se ha evaluado la magnitud de los daños, a pesar de ser de suma importancia el desarrollo de las plantaciones, tomando en cuenta que las áreas reforestadas constituyen la restauración a mediano o largo plazos de las áreas arboladas, las cuales se están reduciendo a un ritmo acelerado en el estado de Michoacán, dado que la explotación no va a la par con las campañas de reforestación.

El presente trabajo, describe y evalúa el porcentaje de infestación causada por la denominada "roya de los pinos" en una plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl., enfermedad que constituye un serio problema para el crecimiento de las plantaciones.

## ANTECEDENTES

En el presente, existe en nuestro país poca información relacionada con la roya de los pinos, causada por hongos del género *Cronartium* (Martínez y Sánchez, 1980; Peterson y Salinas, 1967 y Gibson, 1978).

La identificación de las especies de royas, presenta suma dificultad, debido entre otras causas, a los escasos estudios taxonómicos que se han efectuado en México. A este respecto, varios autores le asignan a *Cronartium conigenum* una distribución en México, que comprende las Sierras Madre Oriental, Madre Occidental y Madre del Sur, desde los estados de Chihuahua y Coahuila hasta Oaxaca y Chiapas (Peterson y Salinas, 1967), lo que induce a considerar que la especie de roya involucrada en el área objeto del presente estudio, corresponde a *C. conigenum*.

Por lo que concierne a la intensidad de daños (Gibson, 1978), indicó que el 20% de las plantas de *Pinus teocote* de un año de edad, en el vivero del Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio" en Uruapan, Michoacán, estaban afectadas por la roya, lo que en cierta forma coincide con los resultados de los muestreos efectuados por los autores de este trabajo en el vivero de la Comisión Forestal del estado de Michoacán, en donde se cuantificó hasta un 30% de incidencia de la roya en las plantas de pinos.

En inspecciones efectuadas en bosques naturales de la región forestal de la Sierra Purépecha (Meseta Tarasca), la roya se ha observado en árboles de varias especies de pino, entre las que podemos mencionar: *Pinus douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. rudis* y *P. lawsoni*, siendo esta última en la que se observó una mayor incidencia, tanto en las ramas como en los conos.

## METODOLOGIA

### Descripción del área de estudio.

La plantación que sirvió de base para hacer la presente evaluación, se localiza 1 km antes del poblado de Angahuan en el camino de Uruapan a Los Reyes, Michoacán, a una altitud de 2 250 msnm.

La plantación tiene una edad aproximada de 15 años y está constituida principalmente por individuos de la especie *Pinus pseudostrobus*, aún cuando pueden encontrarse en pequeña proporción, árboles de las especies *P. montezumae* y *P. michoacana*. Dicha población fue establecida sobre una gruesa capa de ceniza volcánica, producto de la erupción del volcán Parícutín, ocurrida cerca de ese lugar en el año de 1943 (fig. 1).

Debido a la existencia de arena y piedra, la plantación está expuesta a fuerte concurrencia de comerciantes en materiales de construcción, lo que ocasiona frecuentemente que los árboles localizados a la orilla de las brechas presenten lesiones físicas causadas por los medios de transporte, lesiones que debilitan a las plantas, propiciando la incidencia de plagas y enfermedades; sin embargo, no se asevera con esto, que la incidencia de la roya se deba a esta causa.

El trabajo de campo, incluyó colectas tanto de muestras de pino como de encinos, con el objeto de verificar las distintas fases del desarrollo del ciclo



Fig. 1. Vista general de la plantación de *Pinus pseudostrobus* estudiada.

biológico del patógeno; es necesario señalar que los encinos observados se localizaron en áreas aledañas a la plantación.

Las muestras se examinaron en laboratorio, en donde se identificaron las distintas formas de esporulación del hongo. Para este fin, se hicieron cortes finos a navaja, los que se montaron en portaobjetos con lactofenol, para posteriormente hacer la identificación. Se tomaron fotografías con microscopio compuesto, así como datos de la sintomatología del campo.

#### DETERMINACION DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Para estimar porcentualmente la cantidad de árboles afectados por *Cronartium* sp. en la plantación mencionada, se calculó el tamaño de muestra correspondiente a una población finita, mediante la siguiente fórmula (Larque, 1981):

$$n = \frac{N t^2 S^2}{N d^2 + t^2 S^2}$$

Donde:

$n$  = Número de sitios a muestrear de  $100 \text{ m}^2$  ( $10 \times 10 \text{ m}$ ).

$N$  = 1 000 sitios cuadrados de  $100 \text{ m}^2$  (población).

$t$  = Confiabilidad de un  $90\%$   $= 2.576$  de la tabla de T.

$d$  = Precisión  $\pm$  un árbol enfermo.

$S^2$  = Varianza de la población.

Para establecer los sitios de muestreo, se consideraron 10 hectáreas de terreno, superficie que fue dividida en mil sitios cuadrados de  $100 \text{ m}^2$  cada uno. Considerando así, que los resultados obtenidos son representativos de esa superficie.

Dado que para aplicar esta fórmula, es necesario conocer la varianza de la población, se efectuó un muestreo de 10 sitios cuadrados de  $100 \text{ m}^2$  cada uno, obteniéndose como promedio 16 árboles en cada uno. Para tal fin se empleó la fórmula siguiente:

$$S^2 \text{ de } N = \frac{Y_i^2 \cdot nY_i^2}{n - 1}$$

Donde:

$S^2 \text{ de } N$  = Varianza de la población.

$Y_i^2$  = Número de árboles enfermos en cada sitio, elevado al cuadrado.

$n$  = Número de sitios del premuestreo.

Los datos que se levantaron aparecen en el cuadro 1.

$$\text{Por lo que: } \bar{Y}_i^2 = 31.36$$

Tomando en cuenta los datos anteriores, se calculó la varianza de la población, obteniéndose lo siguiente:

$$S^2 \text{ de } N = 5$$

Una vez conocida la varianza de la población se procedió al cálculo del tamaño de muestra, obteniéndose que  $n = 32$  sitios.

## CUADRO 1

Datos del muestreo preliminar para calcular la varianza de la población.

SITIOS	Y <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> <sup>2</sup>
1	3	9
2	5	25
3	7	49
4	5	25
5	9	81
6	2	4
7	6	36
8	8	64
9	7	49
10	4	16
SUMAS	56	358

Consecuentemente se procedió a muestrear 32 sitios de 100 m<sup>2</sup> cada uno, cuyos resultados aparecen en el cuadro 2.

## RESULTADOS

## Sintomatología y daños.

El primer síntoma notable del daño causado por la enfermedad en el árbol hospedero, es un abultamiento o hipertrofia en forma de tumor que se presenta sobre troncos, ramas o conos, ocasionado por la acción del micelio del hongo en el interior de los tejidos, lo cual se manifiesta con tumoraciones amorfas que varían de unos cuantos hasta 15 o 20 cm las más grandes, localizadas en el tallo principal o ramas laterales (fig. 2); es también frecuente observar en los tumores, una proliferación de yemas foliares a las cuales se les denomina comúnmente con el nombre de "escoba de bruja" (Boyce, 1961).

Las protuberancias o tumores antes citados, evitan o interrumpen el flujo normal de savia en los tejidos conductores del árbol, propiciando en muchas ocasiones, dependiendo del lugar donde se encuentre localizado el tumor, la muerte descendente del árbol (fig. 3). Aún cuando se lograra la recuperación

## CUADRO 2

Cantidad de árboles afectados por la roya de los pinos (*Cronartium* sp.).

SITIO	ARBOLES ENFERMOS	ARBOLES SANOS
1	4	12
2	6	10
3	5	11
4	6	10
5	5	11
6	6	10
7	4	12
8	5	11
9	8	8
10	5	11
11	2	14
12	2	14
13	2	14
14	4	12
15	5	11
16	6	10
17	10	6
18	11	5
19	3	13
20	8	8
21	4	12
22	3	13
23	5	11
24	7	9
25	5	11
26	9	6
27	2	14
28	6	10
29	8	8
30	7	9
31	4	12
32	6	10
SUMAS	173	338
PROMEDIO	5.4	10.5



Fig. 2. Tumores causados por el hongo *Cronartium* sp.



Fig. 3. Arbol con tumores en la parte superior del tallo principal, propiciando la muerte descendente del mismo.



del árbol, éste forma ramificaciones irregulares características y si se trata de la parte apical, se presenta una marcada reducción en el crecimiento en altura y por consiguiente una gran abundancia de entrenudos, lo que originará una disminución en la calidad de la madera, ya que el uso de ésta, se limita a material celulósico.

Es común también encontrar dentro de la plantación, ramas afectadas que se desprenden fácilmente del arbolado por efecto del viento (figs. 4 y 5).

Además de los tumores mencionados, es frecuente observar durante los meses de mayo a agosto, conos hipertrofiados o tumores de un color que varía entre amarillo y anaranjado, muy llamativos por su colorido, debido a la presencia de la fructificación del hongo.

#### Descripción del ciclo biológico de *Cronartium* sp.

Es importante hacer notar, que existen royas autoicas, las cuales necesitan de un solo hospedero para terminar su ciclo de vida; en cambio, existen otras que requieren de dos hospederos (Alexopoulos, 1967) a las cuales se les denomina royas heteroicas, tal es el caso de los hongos del género *Cronartium* que infecta tanto árboles del género *Pinus* como del género *Quercus*, y otras plantas silvestres (Alexopoulos, 1967).

En la región de estudio la especie hospedera alternante que se observó con mayor frecuencia con la presencia de la roya fue *Quercus obtusata*, aún cuando también se ha encontrado en *Quercus laurina*, *Q. resinosa*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes* y *Q. crassifolia*.

Haciendo inspecciones periódicas en diferentes épocas del año se determinaron las diferentes fases del ciclo de desarrollo del hongo, tanto en encinos como en pinos.

En este trabajo, se consideran las siguientes fases, que coinciden en forma general con el ciclo de una roya heteroica (Alexopoulos, 1967).

- Fase 0. Espermogonial o picnial. Producción de picniosporas.
- Fase I. Ecidial. Producción de ecidios con ecidiosporas.
- Fase II. Uredial. Producción de uredos con uredosporas.
- Fase III. Telial. Formación de telias y teliosporas.



Fig. 4. Rama seca como consecuencia de la infección por el hongo.



Fig. 5. Desquebrajamiento de ramas afectadas por el hongo en el arbolado.

Fase IV. De promicelio. Al germinar las teliosporas dan origen a las pasidiosporas.

Al hospedero donde se produce la fase de teliosporas, se le conoce como hospedero primario; al hospedero donde se desarrollan las fases 0 y 1 se le denomina hospedero secundario. Según este criterio a los pinos se les considera como hospederos secundarios y a los encinos como hospederos primarios. No obstante, los daños más severos causados por estos hongos ocurren en los primeros y en menor grado en los segundos, contrariamente ocurre en la mayoría de los cultivos agrícolas.

Para el caso de las royas causadas por *Cronartium*, en la región de la Sierra Purépecha (Meseta Tarasca) y algunas otras áreas boscosas del estado de Michoacán, el ciclo biológico ocurre como se describe enseguida:

La fase 0, se inicia después de haber sido infectados los pinos por basidiosporas, desarrollándose en éstos el micelio monocariótico, con tumores polimorfos de los cuales salen gotas de color ámbar semejantes a resina, donde aparecen las picniosporas, la cual comienza a manifestarse en el mes de marzo y termina a finales del mes de mayo (fig. 6).



Fig. 6. Exudaciones del tumor que contiene las picniosporas (fase 0).

La fase I, durante la cual se producen las ecidiosporas, comienza a aparecer a mediados de mayo y perdura hasta finales de septiembre; ésta se manifiesta por la presencia de un polvo de color amarillo ladrillo que es arrastrado por el viento, la lluvia o los insectos, llevando las eciosporas hasta las hojas de los encinos para infectarlas como se aprecia en la figura 7.



Fig. 7. Cono de pino atacado por la roya, fase ecial (fase I).

La fase II, se inicia con la infección de los encinos, la cual ocurre en los meses citados, y de octubre a diciembre, presentándose la formación de uredos y uredosporas (figs. 8 y 9).

La fase III, se inicia al germinar las uredosporas, dando origen a las teliosporas (fig. 10).

La fase IV, se inicia al germinar las teliosporas, formando un promitelio donde posteriormente aparecen las basidiosporas que nuevamente infectarán a los pinos para iniciar el ciclo de vida del hongo.

De acuerdo con las observaciones hechas en el campo, se considera que la



Fig. 8. Envés de la hoja de encino mostrando pústulas que corresponden a los uredos (fase II).

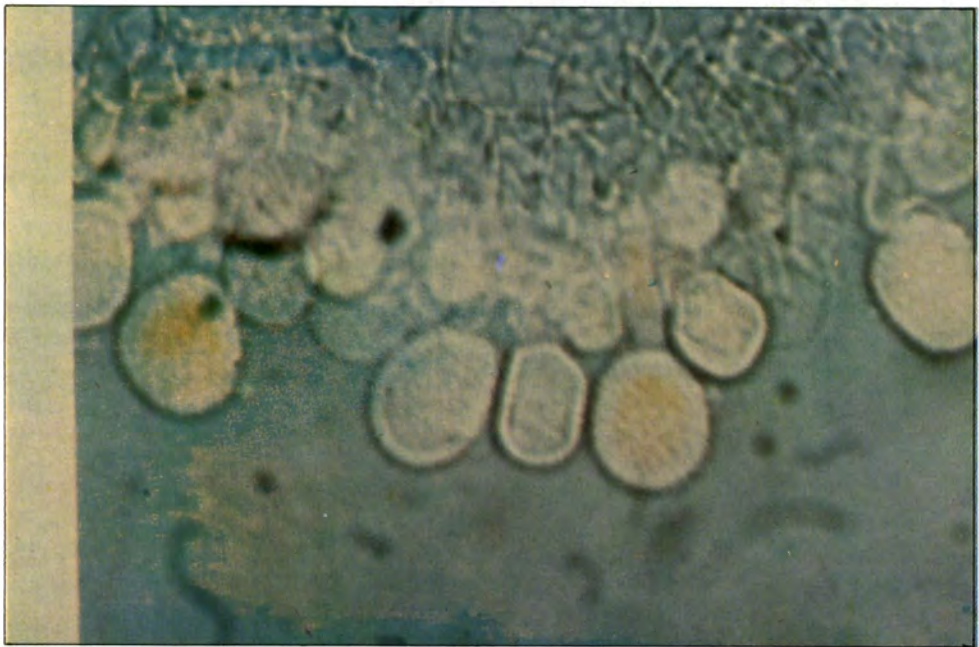


Fig. 9. Microfotografía de las uredosporas (fase III).

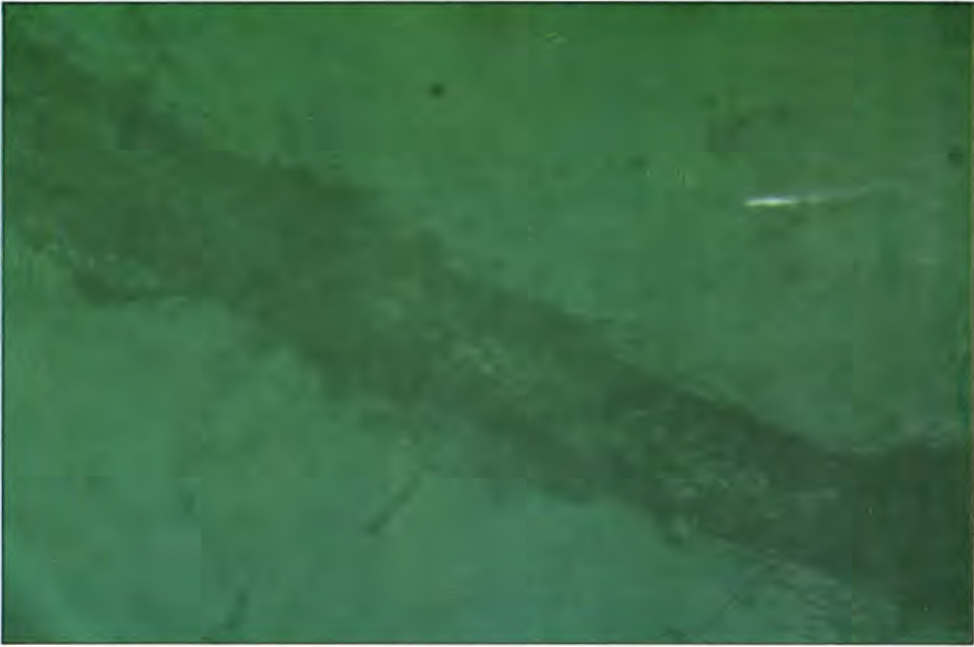


Fig. 10. Teliosporas en germinación para la formación posterior de las basidiosporas (fase IV).

fase uredial se repite más de una vez al año, para iniciar nuevamente la misma fase, ya que en el mes de marzo, en hojas nuevas de árboles que habían cambiado de hojas, se detectó la presencia de uredos abundantes, algunos de ellos formando los cuernos de los telios; esta observación está sujeta a comprobarse mediante inoculaciones posteriores en hojas sanas de encinos. Se consideran un poco extemporáneas las fases uredinales en estos meses, ya que no existe abundancia de pinos con tumores en fase de ecidiosporas para que infecten a los encinos.

#### Grado de infestación.

De acuerdo con las estimaciones hechas sobre la roya de los pinos (*Cronartium* sp.), en relación con el daño en la plantación de *Pinus pseudostrobus*, es realmente alarmante encontrar que el 33.9% de los árboles están afectados por este hongo, coincidiendo en forma aproximada con los porcentajes de infestación que se llegan a presentar en los viveros.

A este respecto, es importante hacer notar que en los viveros por lo general no se da la atención debida a los problemas fitosanitarios, tomando

en cuenta que el buen éxito de las plantaciones depende en gran parte del cuidado que se tenga desde la producción. En muchos casos, el hongo se disemina posteriormente en los lugares donde se haya reforestado, en función de la susceptibilidad a la enfermedad de las diversas especies de árboles, así como de las condiciones específicas del lugar donde se establece la plantación.

En los suelos que presentan una gruesa capa de arena, se ha observado mayor incidencia en el establecimiento y desarrollo de la enfermedad, siempre que exista el patógeno en hospederos alternantes.

En relación con el ciclo biológico de la roya de los pinos, al mencionarse las diferentes especies de encinos como su hospedero alternante, coincide con lo señalado por Bowyer & Walker (1975) y Peterson & Salinas (1967), pero hay algunos aspectos sobre taxonomía que están en duda, los que será necesario estudiar a fin de poder diferenciar en el futuro las especies de *Cronartium* que pueden estar presentes en la región.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El 33.9% de los árboles de la plantación estudiada están afectados por la roya de los pinos (*Cronartium* sp.).
- Debe existir una relación más estrecha entre los programas regionales y nacionales de investigación y los operativos en reforestación, con la finalidad de llevar un mejor control del aspecto fitosanitario en las plantaciones.
- Es necesario efectuar inspecciones periódicas en los viveros y plantaciones, con el objeto de producir plantas sanas y evitar la dispersión de esta enfermedad en el campo.
- Se requiere efectuar en las plantaciones infestadas, un manejo silvícola adecuado para reducir los daños de la roya.
- Se deben efectuar trabajos específicos para determinar la magnitud de la reducción del crecimiento de los árboles y los decrementos en la calidad de la madera.

- Es necesario continuar con las observaciones sobre el ciclo biológico de la roya, ya que serán de utilidad para poder establecer la diferenciación de especies de royas del género *Cronartium*.

### LITERATURA CITADA

- ALEXOPOULOS, C.J. 1967. Introducción a la Micología; EUDEBA. Manuales de Buenos Aires, Argentina. pp. 463-484.
- BOWYER, T.H. and WALKER, G.D. 1975. Fusiform Rust on Pines. Cooperative Extension Service. University of Georgia, Athens. Circular 440.
- BOYCE, J.S. 1961. Forest Pathology. Mc Graw-Hill Company New York, Toronto, London, pp. 185-202.
- GYBSON, I.A. 1978. Informe sobre una visita a México, Revista Ciencia Forestal 12(3): 40-53.
- LARQUE, S.M. 1981. Apuntes del Curso Muestreo Estadístico Forestal. INIF. p. 88.
- MARTINEZ, B.R. y SANCHEZ, R.R. 1980. Observaciones sobre las royas del pino en el área forestal de la Meseta Tarasca. Memoria IX Congreso Nacional de Fitopatología, Sociedad Mexicana de Fitopatología.
- PETERSON, R.S. y SALINAS, Q.R. 1967. *Cronartium conigenum*: Distribución y efectos en los pinos, Boletín Técnico No. 19. INIF. p. 11.
- SLUDER, E.R. 1977. Fusiform rust in loblolly and slash pine plantations con high - hazard sites in Georgia. USDA For. Serv. Res. Pap. Southeast For. Exp. STN. Asheville, N.C. 160 p.