

# Un "Fusarium" patógeno, nuevo para la micoflora española

Por

José Benito Martínez

**CONTENIDO:** I. Antecedentes fitopatológicos.—II. Determinación y descripción del hongo causal de la enfermedad: 1) Técnica empleada; 2) Identificación de la especie y variedad por las claves de Wollenweber-Reinking; 3) Descripción de *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl var. *aurantiacum* Woronin (variedad nueva para España).—III. Tratamiento y profilaxis: 1) Desinfección del suelo; 2) Desinfección de la semilla; 3) Desinfección combinada del suelo y de la semilla; 4) Medidas profilácticas que deben tomarse en los viveros.—IV. Bibliografía consultada.—Láminas.

## I.—ANTECEDENTES FITOPATOLOGICOS

En las plantitas de *Pinus Pinea* L., de 8-12 meses de edad, del vivero forestal de las dunas de Guardamar (Alicante), apareció, en la primavera de 1943, una enfermedad—al parecer de origen criptogámico—caracterizada por el siguiente síndrome: En algunos grupos de pinos, sembrados durante los meses de enero y febrero, al llegar el mes de agosto, las acículas comenzaron a palidecer y en el mes siguiente se fueron enrojeciendo gradualmente, y por último, en octubre y noviembre terminaron por secarse las plantitas. El ataque fué tan intenso en varias albitanas, que parecía que los pinos habían sufrido los efectos de un incendio. Todo ello sin que a simple vista, ni con la lupa ( $\times 10$ ), se notase el menor indicio micótico.

## II.—DETERMINACION DEL HONGO CAUSAL DE LA ENFERMEDAD

## 1) TÉCNICA EMPLEADA.

Como el examen externo de las plantitas con el binocular de disección (hasta 100 aumentos) no acusó la presencia de ningún hongo patógeno, se sospechó que pudiera tratarse de un caso de *damping-off*, causado por *Fusarium* o *Pythium*. Por esto se procedió del siguiente modo: Las raíces de los pinos atacados, desinfectadas previamente con sublimado corrosivo al 1 por 1.000 durante diez minutos, y lavadas después con agua esterilizada, se introdujeron en cajas Petri, en las que se había colocado de antemano un papel de filtro esterilizado, humedecido con agua también esterilizada, operando además en condiciones perfectamente asépticas. Estas cámaras húmedas así preparadas se pusieron en un termostato a la temperatura de 20° C.

A los cinco días apareció en la superficie de algunas raíces un micelio aéreo blanquecino, que al estudiarlo al microscopio ordinario se comprobó—por la presencia de conidios falciformes tabicados y de clamidosporas—que se trataba del género *Fusarium* (\*).

Para proceder a la identificación de la especie se hicieron las siguientes siembras:

1.<sup>a</sup> En discos de patata mondada esterilizados (para estudiar los posibles esporodoquios y *Pionnotes* y sus macroconidios), utilizando como inóculo conidios, formados en cámara húmeda sobre la superficie de las raíces.

2.<sup>a</sup> En papilla de arroz esterilizada (para investigar el color de los plectenquimas y el olor del cultivo), inoculando también conidios de la misma procedencia.

3.<sup>a</sup> Sobre agar-malta de Koch (\*\*) (para determinar las caracte-

(\*) Saccardo, en *Sylloge fungorum*, enumera 500 especies de *Fusarium*, que viven sobre 140 matrices, a las que hay que agregar unas 100 descritas recientemente. De estas 600 especies sólo se distinguen bien, en sus aspectos morfológico y biológico, unas 180. La gran confusión que reina en este género, desde el punto de vista sistemático, es debida a que una misma especie fué designada con distintos nombres por los antiguos micólogos, quienes, a falta de caracteres morfológicos diferenciales suficientes, distinguían las especies de *Fusarium* casi exclusivamente por su matriz. La moderna sistemática del género *Fusarium* está basada no sólo en los caracteres morfológicos, sino también en los biológicos, y aun así resulta muy difícil, en muchos casos, la identificación, sobre todo en las secciones *Sporotrichiella*, *Roseum* y *Elegans*, en las que no se conoce la forma ascófora.

(\*\*) *Agar-malta*, según Koch. Pónganse en infusión, durante una hora, a 65° C, 250 gr. de malta triturada en un litro de agua. Al cabo de este tiempo, compruébese mediante el iodo si se ha sacarificado totalmente el almidón; en

risticas de las hifas y las de los cuerpos esclerociales), empleando como inóculo micelio aéreo de idéntico origen.

## 2) IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE Y VARIEDAD POR LAS CLAVES DE WOLLENWEBER-REINKING (\*).

La marcha que hemos seguido para esto la exponemos esquemáticamente a continuación:

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Microconidios unicelulares, fusiformes y a veces arrifionados (no piriformes), formados, en cámara húmeda, en la superficie de las raíces de las plantitas.</li> <li>b) Clamidosporas terminales e intercalares, formadas en el micelio aéreo, en las mismas condiciones.</li> <li>c) Macroconidios tabicados, de membrana fina, aguzados en ambos extremos, formados asimismo, aunque en pequeño número, sobre las raíces de los pinitos.</li> <li>d) Esporodoquios típicos (plectenquimáticos o esclerociales) formados en los cultivos en discos de patata y en papilla de arroz.</li> <li>e) Macroconidios relativamente gruesos (hasta 5 <math>\mu</math>), formados principalmente en los esporodoquios de los cultivos sobre discos de patata.</li> <li>f) Cuerpos esclerociales sensiblemente semiesféricos, de 0,5-3 mm., de color verde-azul oscuro, obtenidos en los cultivos sobre agar-malta de Koch.</li> <li>g) Esporodoquios plectenquimáticos (estromas plectenquimáticos de Wollenweber-Reinking) de color violeta-rojo-púrpura, formados sobre papilla de arroz esterilizada.</li> <li>h) Cultivo inodoro, en papilla de arroz esterilizada.</li> <li>i) Parásito en plantitas de coníferas.</li> </ul> | <p style="text-align: center;">} Sección <i>Elegans</i>.</p> <p style="text-align: center;">} Subsección <i>Oxysporum</i>.</p> <p style="text-align: center;">} <i>Fusarium oxysporum</i> Schl.<br/>var. <i>aurantiacum</i> Wr.</p> |
|--|---|

caso contrario, continúese calentando hasta que no se observe la coloración azul característica. Por último, ya no queda más que pensar, hervir durante una hora el líquido obtenido y filtrar por algodón.

(\*) No nos ha sido posible leer el trabajo del ruso A. Raillo, inserto en *Bull. of plant protection*, núm. 7, Leningrad, 1935, en el cual se hacen serias objeciones al sistema de clasificación de Wollenweber-Reinking. A nosotros nos parece este sistema algo confuso e impreciso y bastante complicado, por lo cual su aplicación resulta difícil.

3) DESCRIPCIÓN DE **Fusarium oxysporum** SCHLECHTENDAHL var. **aurantiacum** WORONIN.

(Etim.: *fuscus* = huso, *oxys* = puntiagudo, *aurantiacum* = anaranjado, aludiendo al color que presentan los conidios en masa.)

- |            |   |
|------------|---|
| Sinonimia. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Fusarium aurantiacum</i> (Lk.) Sacc.</li> <li>2. <i>Fusisporium aurantiacum</i> Link.</li> <li>3. <i>Fusarium calcareum</i> (Thüm.) Sacc.</li> <li>4. <i>Fusisporium calcareum</i> Thüm.</li> <li>5. <i>Camptosporium aureum</i> Spreng.</li> <li>6. <i>Fusarium elongatum</i> Pratt.</li> <li>7. <i>Fusoma parasiticum</i> Tub.</li> <li>8. <i>Fusarium Peckii</i> Sacc. pr. p.</li> <li>9. <i>Fusarium Saccardoanum</i> Syd.</li> <li>10. <i>Fusarium sclerodermatis</i> Peck.</li> <li>11. <i>Fusoma pini</i> Hartig.</li> <li>12. <i>Fusarium sclerotoides</i> Sherb.</li> <li>13. <i>Fusarium violae</i> Wolf?</li> </ol> |
|------------|---|

a) *Esporodoquios* (estromas plectenquimáticos o esclerociales de Wollenweber-Reinking) (\*), formados en discos de patata esterilizados y en papilla de arroz cocido, de dos clases: a) lisos, extendidos y ligeramentę convexos al principio, y después tuberculariformes; y  $\beta$ ) esclerociales y rugosos, a modo de coliflor.

Los esporodoquios plectenquimáticos extendidos, formados sobre papilla de arroz esterilizada, son de color violeta-rojo-púrpura, y los cultivos en este medio son inodoros, lo cual distingue esta variedad de algunas estirpes de la especie fundamental *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl, que tienen un olor marcado a lilas.

b) *Pionnotes* (formados en discos de patata esterilizada) del tercer tipo (N<sub>1</sub>), según Wollenweber-Reinking (loc. cit.), es decir, en forma de capa mucosa de conidios (macroconidios), extendida sobre grupos de esporodoquios.

(\*) No nos parece adecuado llamar *estromas*—como hacen Wollenweber y Reinking—a los *esporodoquios* de los "Fusarium", pertenecientes a las Secciones *Elegans*, *Sporotrichiella* y *Roseum*, en las que no se conoce la forma ascófora. Por *estroma* se entiende ordinariamente una masa de hifenquima en la que están inmersas las peritecas, los ascomas o los picnidios de ciertos hongos. Las masas seudostromáticas de hifenquima, que se observan en algunos Hifales (Demaciáceos y Estilbáceos), se designan generalmente con el nombre de *hipostroma*.



Fig. 1.



Fig. 3.

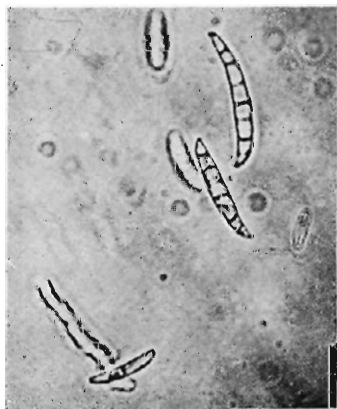


Fig. 2.

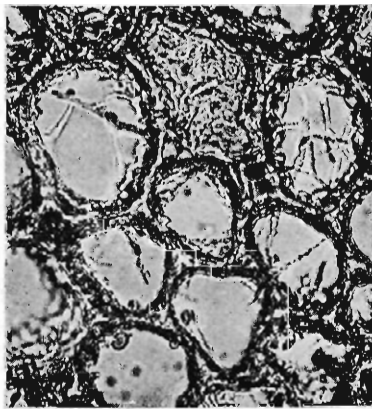


Fig. 4.

## LÁMINA I

*Fusarium oxysporum* Schl., v. *aurantiacum* Wr.

Fig. 1.—Macro y microconidios formados en los esporodocios y Pionnotes de los cultivos sobre discos de patata esterilizados empleando como inóculo conidios formados—en cámara húmeda—sobre las raíces de las plantitas de *Pinus pinea* (250/1).

Fig. 2.—Conidios más aumentados (500/1). En el macroconidio de la parte superior se distinguen claramente siete tabiques (a los diez días).

Fig. 3.—Clamidosporas uni- y bicelulares formadas en las raíces de las plantitas y en todos los cultivos (1.000/1).

Fig. 4.—Sección transversal del leptoma de la raíz principal de una plantita de *Pinus pinea* atacada por el *Fusarium* (500/1).

Microfots. L. Aspettia.



c) *Microconidios* uni- y bicelulares, fusiformes y a veces arriñonados, dispersos y muy numerosos en el micelio aéreo, formados en cámara húmeda en la superficie de las raíces de las plantitas y en los cultivos sobre agar-malta de Koch, no encontrándose apenas ni en los esporodoquios ni en los *Pionnotes*.

Miden:

0 tabiques .....	6-10 × 2,5-3 μ.
1 tabique .....	12-18 × 3-4 μ.

d) *Macroconidios* con 3-4-5 y hasta 7 tabiques (producidos especialmente en los esporodoquios y *Pionnotes* de los cultivos en discos de patata esterilizados), falciformes o fusiformes, curvados o casi rectos, puntiagudos por ambos extremos y con su base ligeramente pediculada. (Véase lám. I, figs. 1 y 2.)

Miden:

3 tabiques .....	25-50 × 3-5 μ.....	Media	$\frac{\text{Longitud}}{\text{Grueso}} = 8-10$
4 tabiques .....	30-60 × 3-5,5 μ.....	Media	$\frac{\text{Longitud}}{\text{Grueso}} = 10-11$
5 tabiques .....	35-70 × 3-5,5 μ.....	Media	$\frac{\text{Longitud}}{\text{Grueso}} = 12-13$
7 tabiques .....	40-75 × 3,5-4,5 μ.....	Media	$\frac{\text{Longitud}}{\text{Grueso}} = 14-15$

Los conidios de 3-5 tabiques son algo mayores que en la especie fundamental *Fusarium oxysporum* Schl. y las medias de las relaciones de longitud a grueso, antes indicadas, son también mayores. El porcentaje de macroconidios de 3 tabiques, que en la especie fundamental puede llegar hasta un 100 por 100, no pasa de un 70 por 100 en esta variedad. Hay un 20 por 100 de macroconidios de 4-5 tabiques y un 10 por 100 de macroconidios de 7 tabiques.

e) *Clamidosporas* terminales e intercalares, formadas en el micelio y en los plectenquimas, observadas con mayor o menor frecuencia en las raíces de las plantitas puestas en cámara húmeda y en todos los cultivos. Las hay de dos clases: uni- y bicelulares. Las clamidosporas unicelulares son esferiformes u ovals y miden 8-14 μ; las bicelulares miden 12-16 × 8-10 μ. (Véase lám. I, fig. 3.)

f) *Cuerpos esclerociales*.—a) **CARACTERES MACROGRÁFICOS**.—No hemos visto los esclerocios de que hablan Wollenweber-Reinking (\*), pero sí hemos encontrado en los cultivos en agar-malta de Koch numerosos cuerpos esclerociales, erumpentes, semiesféricos, de color verde-azul oscuro, cuyas dimensiones varían de 0,5-3 mm. (algo mayores que en la especie fundamental). (Véase lám. II, figs. 1 y 3.)  
 β) **CARACTERES MICROQUÍMICOS**.—Las secciones de los cuerpos esclerociales, montadas en ácido láctico, toman al poco tiempo una coloración rosada, pero recobran de nuevo su color azul-verdoso oscuro tratadas con solución acuosa de potasa al 5 por 100.

g) *Hifas*, tabicadas y más o menos ramificadas, epífitas y endofitas (leptoma y hadroma) en las raíces de las plantitas, aisladas o reunidas, formando a veces una especie de coremio, como hemos observado en los cultivos sobre agar-malta de Koch. (Véanse lámina I, fig. 4, y lám. II, fig. 2.)

h) *Características patogénicas*.—Este *Fusarium* causa en las plantitas de los viveros de coníferas de Europa, Asia y América una enfermedad conocida internacionalmente con la denominación de *damping-off* (\*\*), que es una fusariosis del grupo de las mestomicosis (trombosis, traqueomicosis, hadromicosis, leptomicosis), que ataca principalmente a las partes subterráneas de las plantas y apenas a los órganos aéreos. El micelio del hongo causal, que suele vivir saprófito en el suelo, penetra por las heridas de las raíces—y a veces a través de los espacios intercelulares de la cofia—dentro de los tubos cribosos y traqueidas, destruyendo unas veces sus paredes y obstruyendo otras estos conductos con tyllos o con materia granulosa pardorrojiza del duramen, con lo cual se producen perturbaciones en la circulación de la savia y las plantitas languidecen, se marchitan y mueren. Esta fusariosis puede tener carácter crónico o agudo, según la edad y estado de desarrollo que tengan las plantitas atacadas y según las características del suelo y del clima. Lo más frecuente es encontrarla en los terrenos arenosos, como en el caso actual (vivero forestal de las dunas de Guardamar, Alicante). En cuanto al clima,

---

(\*) *Esclerocios*, en el sentido de Wollenweber-Reinking, son masas de hifenulma, esferiformes, macizas, duras, compactas, aisladas o gregarias. *Esclerocios*, en general, son masas compactas de hifas en estado de reposo, que pueden adoptar formas muy variadas.

(\*\*) *Damping-off* puede traducirse en español por marchitez, agostamiento, fundición de las plantitas.



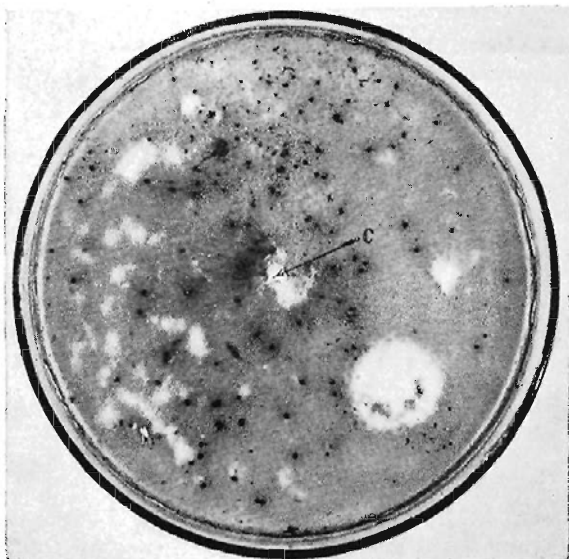


Fig. 1.



Fig. 2.

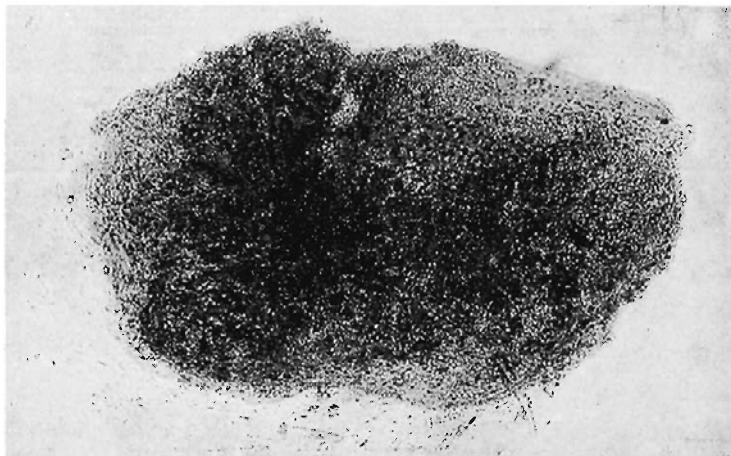


Fig. 3.

## LÁMINA II

*Fusarium oxysporum* Schl., v. *aurantiacum* Wr.

CULTIVO SOBRE AGAR-MALTA DE KOCH EMPLEANDO COMO INÓCULO MICELIO AÉREO FORMADO  
—EN CÁMARA HÚMEDA—SOBRE LAS RAÍCES DE LAS PLANTITAS DE *Pinus pinea*.

Fig. 1.—Placa con cuerpos esclerociales verde-azul oscuros y con formaciones  
de micelio blanquecino (4/5). (A los veinte días.)

Fig. 2.—Detalle del coremio miceliar formado en C (3/1).

Fig. 3.—Sección axial de un cuerpo esclerocial de la figura 1 (50/1).

Fot. macro y microfots. L. Appetia.



hemos de hacer constar que esta micosis tiene tanta mayor importancia cuanto más calurosa es la zona en la cual viven las plantas atacadas.

Posteriormente se encontró esta misma variedad de *Fusarium*, causando efectos análogos en las plantitas de *Pinus halepensis* Mill, del vivero forestal de Albaida (Valencia).

*Fusarium oxysporum*. Schlechtendahl var. *aurantiacum* Woronin es variedad nueva para la micoflora española. *Pinus pinea* L. y *Pinus halepensis* Mill son matrices nuevas para la Ciencia.

### III.—TRATAMIENTO Y PROFILAXIS

La infección radica principalmente en el suelo, pero también la semilla puede servir de vehículo de invasión, puesto que está demostrado que muchas especies de *Fusarium* viven con frecuencia con carácter saprófito en la superficie de las semillas y pueden luego parasitar las plantitas que nazcan de ellas. Además, la enfermedad puede propagarse de una planta a otra. Por esto, el tratamiento ha de abarcar el suelo, la semilla y la planta. Vamos a exponer por orden de eficacia los tratamientos más modernos—empleados en Norteamérica, Alemania y Rusia—que han dado mejor resultado en los viveros de coníferas.

#### 1) DESINFECCIÓN DEL SUELO.

a) *Con ácido sulfúrico* ( $H_2SO_4$ ).—El ácido sulfúrico concentrado (96 por 100 en peso) se diluye en agua en la proporción de 6 gr. por litro, y esta solución se aplica, si el suelo está seco, en la dosis de 10 litros por  $m.^2$ ; si el suelo estuviese húmedo, la disolución del ácido se haría en la proporción de 12 gr. por litro y la dosis se reduciría a 5-6 litros por  $m.^2$ . Inmediatamente después del tratamiento puede hacerse la siembra. En tiempo seco conviene regar ligeramente el suelo antes de sembrar.

b) *Con sulfato de cobre* ( $Cu SO_4$ ).—Para la desinfección del suelo puede emplearse también el sulfato de cobre en disolución acuosa. El tratamiento comprende tres aplicaciones: La primera debe hacerse un mes antes de la siembra, empleando una solución acuosa de sulfato de cobre al 3 por 100, en la dosis de 5-6 litros por  $m.^2$ ; la segunda,

quince días después de la primera, usando una solución de 1,5 por 100 de concentración y en la misma dosis; y la tercera, inmediatamente después de la siembra, utilizando una solución al 1 por 100 y empleando idéntica dosis.

## 2) DESINFECCIÓN DE LA SEMILLA.

a) *Con formol* ( $\text{CH}_2\text{O}$ ).—Las semillas se ponen durante media hora en una solución de formol al 0,15 por 100, que se prepara disolviendo una parte de formol comercial (formol al 40 por 100) en unas 270 partes de agua, en volumen.

b) *Con sulfato de cobre* ( $\text{Cu SO}_4$ ).—Las semillas se introducen durante diez horas en una solución de sulfato de cobre al 0,05 por 100 y se las lava después con lechada de cal, para evitar los daños que puede causar el sulfato de cobre en su poder germinativo.

## 3) DESINFECCIÓN COMBINADA DEL SUELO Y DE LA SEMILLA.

Primeramente se tratan las semillas con óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) (\*) en la dosis de una cucharada de sopa colmada (15-20 gr.) por kilogramo de semilla, para lo cual se les pone con el óxido cuproso en un recipiente, que una vez cerrado se agita reiteradamente para que se mezcle bien el contenido, y después, por medio del tamizado, se separan las semillas del óxido cuproso no adherido a ellas.

Una vez hecha esta desinfección, se siembran las semillas e inmediatamente después se extiende sobre la superficie del suelo una capa de óxido de cinc ( $\text{ZnO}$ ) en la dosis de 200-300 gramos por  $\text{m}^2$ .

## 4) MEDIDAS PROFILÁCTICAS QUE DEBEN TOMARSE EN LOS VIVEROS.

En los viveros deben tenerse las siguientes precauciones para evitar la difusión de la enfermedad:

a) La siembra no debe hacerse muy espesa.

b) Las plantitas atacadas no deben dejarse en el vivero, sino arrancarse cuidadosamente (para no romper las raíces) y quemarse allí mismo.

---

(\*) El óxido cuproso, además de su alto contenido en cobre, tiene la ventaja de su gran poder adherente.

## IV.—BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.—**Hubert (E. E.).**—  
1931. *An outline of the forest pathology*, págs. 156-161. John Wiley & Sons, Inc. New-York.
- 2.—**Martin (H.).**—  
1940. *The scientific principles of plant protection with special reference to chemical control*. Third Edition. Págs. 135, 140, 264. Edward Arnold & Co. London.
- 3.—**Neger (F. W.).**—  
1924. *Die Krankheiten unserer Waldbäume*, págs. 186-187. Verlag von Ferdinand Enke. Stuttgart.
- 4.—**Niethammer (A.).**—  
1937. *Die mikroskopischen Boden-Pilze, ihr Leben, ihre Verbreitung sowie ihre ökonomische und pathogene Bedeutung*, págs. 88-90, 98-100. Uitgeverij Dr. W. Junk. s'-Gravenhage.
- 5.—**Roldán (E. F.).**—  
1939. "Damping-off seedlings in forest nursery" in *The Philippine Journal of Forestry*. Vol. 2, núm. 3, págs. 225-234. Manila.
- 6.—**Sorauer (P.).**—  
1932. *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Band III. "Die pflanzlichen Parasiten". 2 Teil., págs. 732, 735, 769-772, 783-786, 798-799. Paul Parey. Berlin.
- 7.—**Vanin (S. L.).**—  
1931. *Curso de Fitopatología forestal* (ruso), págs. 88-92. Editorial Técnico-Forestal del Estado. Gosliestiejsdat. Leningrado.
- 8.—**Wollenweber (H. W.) und Reinking (O. A.).**—  
1935. *Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schädwirkung und Bekämpfung*, páginas 8, 15-16, 104, 109, 117-119, 121-122, 174-175. Paul Parey. Berlin.

Madrid, enero de 1944.

*Laboratorio de Hongos y Patología vegetal del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.*