

Enfermedades del arroz en las marismas del Guadalquivir

J. P. MARÍN-SÁNCHEZ y R. M. JIMÉNEZ-DÍAZ

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) ocupa unas 27.000 ha. en Las Marismas del Guadalquivir (Sevilla). Observaciones preliminares por el autor durante 1974 y 1976, e información adicional obtenida de agricultores de la zona, pusieron de manifiesto pérdidas severas asociadas con infecciones de *Pyricularia oryzae* y otros hongos fitopatógenos de identidad desconocida. Los objetivos de esta investigación fueron identificar y contrastar la patogenicidad de especies fúngicas asociadas con afecciones diversas en el arroz de las Marismas del Guadalquivir; estudiar su distribución en la zona y describir con precisión la sintomatología originada por sus ataques, y comparar la severidad de las infecciones en los cultivares más utilizados en aquélla. Un esfuerzo adicional fue dirigido a estudiar el contenido en esporas de las principales especies fúngicas en el aire sobre cultivos de arroz.

La distribución e identificación de las especies fúngicas, y la sintomatología y severidad de sus infecciones, fue investigada mediante muestreos sistemáticos durante la fenología de la planta en las variedades Bahía, Girona, Sequial, Ribello y Francés, que incluyeron el 16-17 por 100 de la superficie cultivada. Las observaciones sintomatológicas y la estimación de la severidad de los ataques, realizada con esquemas estandarizados, fueron llevadas a cabo en campo y laboratorio.

Muestras de tejidos afectados, seleccionados según tipos de síntomas, fueron utilizadas en laboratorio para el aislamiento en cultivo puro de las especies fúngicas. Los aislamientos se realizaron en medios semisintéticos (AM, APD ó ARP) y en condiciones de laboratorio a 18-20° C., ó a 25 ± 1° C. y luz blanca con radiación próxima a la U. V. u oscuridad.

La identificación y patogenicidad de los organismos aislados se realizaron con cultivos monoconídicos obtenidos en número de 5-25 según la variabilidad observada. Para la identificación específica se han seguido criterios morfológicos y de ontogénesis conidial y características fisiológicas expresadas *in vitro* o *in vivo*. Nuestras identificaciones fueron confirmadas por especialistas de Commonwealth Mycological Institute (Inglaterra) o de Research Institute for Plant Protection (Hungría). La patogenicidad de las especies fúngicas fue probada con suspensiones en agua de conidias, conidias y micelio o esclerocios y micelio, en inoculaciones de plántulas con 3 ó 5 hojas verdaderas realizadas en ambiente controlado.

La reacción de cultivares de arroz a *Pyricularia oryzae* fue evaluada en condiciones de campo, en dos épocas de siembra.

El contenido de esporas en el aire fue estimado cada dos días durante el ciclo de cultivo utilizando trampas de adherencia situadas a varias alturas sobre el suelo. Los datos climatológicos procedieron de una estación meteorológica localizada próxima a las trampas de esporas y a las parcelas de reacción varietal.

Trece especies de hongos fitopatógenos incluyen cinco de *Drechslera* (*D. biseptata*, *D. cynodontis*, *D. hawaiiensis*, *D. oryzae* y *D. sorokiniana*), cuatro de *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* y *F. semitectum*), dos de *Nigrospora* (*N. oryzae* y *N. sphaerica*), *Pyricularia oryzae* y *Nakataea sigmoidea* (= *Sclerotium oryzae*), fueron aislados de lesiones de sintomatología diversa.

Las especies de *Drechslera* causaron manchas necróticas foliares o en raquis en todos los estados fenológicos de la planta. *Fusarium* spp. estuvieron asociadas con podredumbres secas en la base del tallo o necrosis en los vasos conductores del mismo. *Sclerotium oryzae* causó necrosis restringidas o generalizadas en gluma o tallo de la parte baja de la planta, mientras su forma conidial (*Nakataea sigmoidea*) causó manchas necróticas en láminas foliares. Las infecciones de *Nigrospora* spp. estuvieron asociadas a manchas necróticas puntuales en glumas o láminas foliares. *Pyricularia*

oryzae atacó todos los órganos aéreos de la planta, siendo en este sentido la especie de más amplio rango.

Las especies fúngicas identificadas han mostrado diferencias en su distribución geográfica. *P. oryzae*, *S. oryzae* y *Nigrospora* spp., se distribuyeron por todo el área. *D. cynodontis* fue aislada en 5 de las 8 zonas, pero el resto de *Drechslera* spp. tuvo una distribución más restringida. Igualmente mientras *F. moniliforme* y *F. semitectum* se obtuvieron de plantas afectadas de tres zonas, *F. culmorum* y *F. equiseti* fueron aisladas solamente en una de las zonas.

La reacción de las variedades a *P. oryzae* osciló entre «moderadamente susceptible» en Bahía, Sequial y Francés, y «susceptible» en Girona y Ribello.

Las infecciones de *P. oryzae* afectaron hasta el 90 por 100 de la superficie vegetal, con pérdidas de prácticamente el 100 por 100 de la cosecha. *Fusarium* spp. causaron muertes de plantas con incidencia del 15–20 por 100. La severidad de los ataques de *Drechslera* spp. varió según cultivares, afectando el 5-10 por 100 de la superficie de láminas foliares en plántulas, y el 5-20 por 100 de aquéllas en plantas adultas. En glumas la severidad llegó al 50 por 100 de la superficie, y en raquis no superó el 1 por 100 de ésta. Las infecciones de *Nigrospora* spp. y *Nakataea sigmoidea* fueron escasamente severas, incluyendo, en general, el 1 por 100 o menos de la superficie foliar. Los ataques de la facies esclerocial (*S. oryzae*) fueron moderados en las variedades Bahía y Sequial y ligeros en el resto.

Conidias de *P. oryzae*, *Drechslera* spp., *Nigrospora* spp. y *Alternaria* spp. se capturaron en el aire durante todo el ciclo del cultivo, aumentando su cantidad en fechas posteriores a lluvias, y disminuyendo en períodos de máximas temperaturas. Conidias de *Nakataea sigmoidea* se capturaron sólo en un corto período al final del ciclo del cultivo.

J. P. MARÍN SÁNCHEZ y R. M. JIMÉNEZ DÍAZ. Departamento de Patología Vegetal. E.T.S.I.A. (Córdoba).

INTRODUCCION

En la provincia de Sevilla el arroz se explota únicamente y en régimen de monocultivo en la zona de las Marismas, sobre ambas márgenes del río Guadalquivir.

La superficie cultivada ha pasado de 18.200 hectáreas en 1965 a 27.059 en 1980 (ANÓNIMO, 1980). Las principales variedades en orden a la superficie dedicada a su cultivo, y las producciones medias de las mismas son las siguientes:

Variedad	Superficie (ha.)*	Producción media (kg./ha.)*
Bahía	13.561,6	6.372
Girona	6.265,8	6.405
Ital-Patna	1.707,3	5.443
Sequial	1.100,0	6.428
Francés	322,9	6.415
Ribello	201,0	5.387

* Valores medios del período 1967-1978, según datos del Sindicato Arroceros de Sevilla.

La patología del arroz en el área es escasamente conocida, no existiendo citas al respecto en la literatura fitopatológica española. La primera información sobre enfermedades de este cultivo en las Marismas la recibimos en 1972, por agricultores de la zona Viuda, los cuales nos informaron de pérdidas de prácticamente, el 100 por 100 de la cosecha en la variedad Bahía, por lo que ellos llamaban «hongo». Nuevas noticias de agricultores de las zonas Los Pobres y Grau nos informaron de pérdidas entre un 15 por 100 y 30 por 100 de cosecha, en las variedades Bahía y Francés, respectivamente, y también en estos casos el agricultor denominaba «hongo» al posible agente causal.

Interesados en el problema pudimos estimar, mediante observaciones personales, pérdidas próximas al 100 por 100 de la cosecha en parcelas cultivadas de la variedad Francés, zona Viuda y del 30 por 100, aproximadamente, en correspondientes de la variedad Bahía zona Grau.

Los resultados de investigaciones preliminares realizadas con el objetivo de determinar la posible causa o causas de estas pérdidas, in-

dicaron que la enfermedad a la cual el agricultor denominaba «hongo» se trataba de la conocida como «Quema» o «Quemazón», cuyo agente causal es el hongo *Pyricularia oryzae* Cav. Además pudimos constatar que prácticamente todos los órganos de la planta eran afectados por una sintomatología diversa en todas sus fases de desarrollo.

La importancia y novedad del tema nos indujo a programar nuevas investigaciones que se desarrollaron durante el año 1976 y que tuvieron como objetivos: a) aislar e identificar los organismos causantes de las infecciones cuya sintomatología quedó de manifiesto en la investigación anterior, y b) ordenar los organismos aislados por su importancia según la incidencia y severidad de las infecciones observadas.

En estas investigaciones se efectuaron muestreos en las zonas Viuda, Grau y Los Pobres, en el transcurso de las cuales se estimó una incidencia media del 10 por 100 de plantas afectadas y una severidad promedio de superficie infectada del 15 por 100 respecto a la total de la planta.

De los organismos aislados, 93,5 por 100 fueron hongos y el 6,5 por 100 restante bacterias. Según variedades, el rango de variación de la incidencia y severidad de las infecciones fue el siguiente:

Organismos	Incidencia (% plant.)	Severidad (% superf. del órgano)
<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.	15-100	15-50 superf. foliar total
<i>Sclerotium oryzae</i> Catt.	40-80	15-90 vaina
<i>Helminthosporium</i> spp.	10-60	0-25 superf. foliar total
<i>Nigrospora</i> spp.	10-30	5-15 superf. foliar total
<i>Fusarium</i> spp. ...	10-20	0-100 panoja
Bacterias	10	0-25 superf. foliar total

Estos resultados indicaron que las infecciones más severas y frecuentes se deben a hongos fitopatógenos. No obstante, quedaban por po-

ner de manifiesto, otras cuestiones patológicas de interés, como:

- Qué especies estaban asociadas con las infecciones, salvo en las ya citadas *P. oryzae* y *S. oryzae*.
- La sintomatología precisa en las infecciones causadas por las especies aisladas.
- Si las especies aisladas en las subzonas donde se desarrollaron nuestras investigaciones se distribuían en toda la zona de cultivo, o bien si en las subzonas no investigadas se producían infecciones causadas por otras especies.
- Cuál era el comportamiento de las variedades cultivadas.
- Si los organismos aislados eran los agentes primarios causantes de las infecciones.
- Epidemiología y control de las infecciones.

El panorama patológico del arroz en países de tradición arroceras incluye un número de especies de hongos patógenos (ANÓNIMO, 1972; BERNAUX, 1961, 1966, 1969, 1974; FAO, 1972; BESSI *et al.*, 1974; ESURUOSO *et al.*, 1975), algunas de las cuales han sido aisladas por nosotros en las Marismas del Guadalquivir. Sin embargo, en España no existe un conocimiento preciso sobre las micosis que afectan al arroz, especialmente en las Marismas del Guadalquivir donde sólo podemos señalar la aportación del doctor BENLLOCH que cita *Sclerotium oryzae* Catt. como patógeno del arroz en la zona Cotemsa (BENLLOCH, 1975).

En este estado de conocimientos, hemos realizado nuevas investigaciones cuyos objetivos han sido:

- 1.º) Aislar, identificar y contrastar la patogenicidad de las especies de hongos asociados con tejidos afectados en las principales variedades cultivadas.
- 2.º) Describir en forma precisa la sintomatología característica de las infecciones causadas por las varias especies fúngicas y distribución de las mismas en Las Marismas del Guadalquivir.
- 3.º) Comparar la severidad de estas infecciones en el material vegetal afectado.

4.º) Contrastar la reacción varietal respecto a las especies causantes de enfermedades más importantes.

5.º) Evaluar el contenido de esporas en el aire, de las especies fúngicas, durante el ciclo del cultivo, en orden a su relación con el comienzo de las infecciones y sus valores de incidencia y severidad.

Tales investigaciones fueron desarrolladas durante 1977 y 1978, constituyendo motivo de Tesis Doctoral por el primer autor de este artículo (MARÍN-SÁNCHEZ, 1979). Los resultados correspondientes fueron, asimismo, presentados como comunicaciones a Congresos (MARÍN-SÁNCHEZ y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1978, 1979 a, b), y objeto de artículos en revistas especializadas en Patología Vegetal, del ámbito nacional e internacional (MARÍN-SÁNCHEZ y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1981 a, b, c). En tales comunicaciones y publicaciones, se puso especial énfasis en discutir aspectos de la toxonomía de géneros y especies, o la variación patogénica intraespecífica.

La consideración de la sintomatología asociada con la micosis en campo, la evaluación de la severidad de las epidemias y el comienzo de las mismas, o la reacción de las variedades a los patógenos de mayor interés, bajo el punto de vista del manejo de la enfermedad en campo, nos han inducido a presentar, mediante este artículo, algunos de los resultados correspondientes a las investigaciones aludidas.

Esperamos así, que al aportar los conocimientos básicos en aspectos etiológicos y epidemiológicos de las micosis del arroz en las Marismas del Guadalquivir, éstos sean una contribución en orden a establecer una estrategia de lucha contra tales enfermedades.

Cultivos «in vitro» de nuestras especies fúngicas fueron enviados a centros especializados para la confirmación de nuestras identificaciones específicas, quedando depositados en tales centros, así como en nuestra Micoteca del Departamento de Patología Vegetal de la E.T.S.I.A. de Córdoba.

La «Piriculariosis» o «Quemazón» del arroz, inducida por *P. oryzae*, es la enfermedad más importante del arroz en el mundo, tanto por su distribución (ANÓNIMO, 1968; PANS, 1976), como por la naturaleza de sus pérdidas (OU, 1972, 1980). La presencia de la enfermedad en España ha sido citada (ANÓNIMO, 1968; BELLLOCH, 1975), pero no se conoce la importancia de la misma en nuestras latitudes.

Según OU (1972), las pérdidas causadas por *P. oryzae* en Japón variaron entre 1,4 por 100 y 7,3 por 100 del total de la cosecha, en el período 1953-1960, promedio de 2,98 por 100, y en 1960 representaron el 28,4 por 100 del total de pérdidas debidas a insectos, otras enfermedades de causa parasitaria, frío, viento y lluvias. En la India (Padmanabhan, 1958), las pérdidas han sido estimadas en el 0,8 por 100 del total de la cosecha, y en Filipinas la reducción de la misma ha superado el 50 por 100 (OU, 1972).

La susceptibilidad de los cultivares incide sensiblemente sobre la importancia de las pérdidas. OU y NUKE (1975) citan pérdidas de cosecha del 50-95 por 100 en el cultivar Tijeremas, y de 20-60 cavan/ha., (equivalentes a 880-2.640 kg./ha.) en el cultivar Peta.

Las pérdidas debidas a infecciones de *P. oryzae* fueron estudiadas por Padmanabhan (OU, 1972), comparativamente en áreas endémicas y no endémicas, entre cultivares resistentes y susceptibles de similar potencial productivo, o en parcelas tratadas o no con fungicidas. Si bien las comparaciones estrictas no fueron posibles por el gran número de factores que influyeron sobre la cosecha, Padmanabhan concluyó que infecciones en cuellos en el 1 por 100 de las plantas reducen la cosecha en 1,4 por 100, 17,4 por 100 ó 0,4 por 100, según los casos.

Las infecciones foliares de *P. oryzae* reducen el crecimiento de la planta, llegando a ocasionar enanismo, así como el número de panículas maduras y el peso de 1.000 semillas.

La incidencia de las infecciones en la panícula sobre el rendimiento ha sido estudiada

por KURYBAYASHI e ICHIKAWA (IRRI, Proceeding, 1965), mediante la ecuación $Y = 0,69 X + 2,8$, siendo X el porcentaje de panículas afectadas e Y las pérdidas en porcentaje. En esta ecuación se consideran panículas afectadas aquéllas que tienen 13 ó más espiguillas infectadas. Una ecuación similar ha sido utilizada por Goto en Japón (OU, 1972).

Los síntomas de esta enfermedad han sido descritos profusamente por varios autores (IRRI, Proceeding, 1965; PANS, 1976; DICKSON, 1956; GUERRERO *et al.*, 1972; OU, 1972).

En la compleja sintomatología descrita por GUERRERO *et al.* (1972) en plántulas de arroz *P. oryzae* aparece como única especie asociada con la ausencia de sistema radicular, mientras que otros síntomas como ausencia de raíces y decaimiento del tallo, decaimiento del tallo, decaimiento del tallo y raíces, y/u oscurecimiento de raíces primarias sin ramificación o con desarrollo secundario, *P. oryzae* está asociada con un número variable de especies fúngicas fitopatógenas.

Seguindo a OU (1972), *P. oryzae* es capaz de infectar hojas, nudos, diferentes partes de la panícula y semillas. En las hojas produce manchas necróticas típicamente elípticas, con extremos más o menos puntiagudos, de centro gris o blanquecino y bordes normalmente marrón o marrón-rojizo, y de $1,0-1,5 \times 0,3-0,5$ cm. cuando maduras. No obstante, tanto la forma como el color de las lesiones pueden variar dependiendo de factores ambientales, susceptibilidad del cultivar y edad de la mancha necrótica. Las lesiones se inician normalmente como pequeños puntos blanquecinos, grisáceos o azulados, que crecen rápidamente en ambiente húmedo en cultivares susceptibles y permanecen grisáceas durante algún tiempo. En ambientes umbríos y húmedos las lesiones en cultivares susceptibles muestran un pequeño borde marrón y un halo amarillento, mientras que en cultivares resistentes se forman manchas marrones puntuales y en cultivares de reacción intermedia las lesiones son pequeñas y redondeadas o elípticas, de escasos milíme-

tros de longitud y borde marrón. La coloración marrón en la lesión indica normalmente o resistencia o condiciones desfavorables para el desarrollo de aquélla. Las lesiones de color marrón han sido llamadas lesiones crónicas, mientras que las de color gris y las que se alargan, considerablemente han sido denominadas lesiones agudas.

Las infecciones en los nudos originan la desintegración de los tejidos exteriores, quedando el nudo reducido a la pared nodal únicamente, lo que da lugar a la muerte de la parte de la planta superior a él.

En la panícula los ataques se manifiestan por lesiones necróticas de color marrón. Las infecciones en la zona próxima a la base originan podredumbre de «cuello» (neck rot) que resultan en el «fallado» de la panícula.

De las especies de *Drechslera* sobre arroz, *D. oryzae* (B. de H) Subram. et Jain se distribuyen en todas las zonas arroceras del mundo (ANÓNIMO, 1973), mientras otras como *D. sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain se ha citado con menos frecuencia (WALKER *et al.*, 1968), al igual que *D. hawaiiensis* (Bugnicourt) Subram. et Jain (BUGNICOURT, 1955; PEJČINOUSKI y KAROV, 1979).

De otras como *D. biseptata* (Sacc. et Roum.) Richardson et Fraser, o *D. cynodontis* (Magnoni) Subram. et Jain, no encontramos citas desde arroz.

De las tres especies de *Drechslera* Ito, reconocidas como patógenos de arroz, *D. oryzae* se ha citado con caracteres de la severidad: hasta el 66 por 100 de pérdida de semilla de siembra (HERRERA y SEIDEL, 1978), y 10-58 por 100 (OU, 1972), o hasta el 40 por 100 de muerte de plántulas (HERRERA y SEIDEL, 1978); asimismo se han relacionado las severidades de las infecciones y las pérdidas de cosecha, 12 por 100 en infecciones moderadas, y 30-40 por 100 en infecciones severas (ALUKO, 1975) ó 40-50 por 100 (HERRERA y SEIDEL, 1978), llegando al 90 por 100 de pérdidas en casos excepcionales (OU, 1972). También se ha rela-

cionado la severidad de la infección con la calidad del grano (FAZLI y SCHROEDER, 1966).

Semillas en germinación con necrosis de plúmula y radícula estuvieron asociadas con *D. oryzae* y con necrosis de plúmula con *D. sorokiniana* (GUERRERO *et al.*, 1972). Plántulas con necrosis generalizadas en hoja (OU, 1972), o con caída, por necrosis en la base del tallo (HERRERA y SEIDEL, 1978) estuvieron asociadas con *D. oryzae*.

En planta, los síntomas más conspicuos asociados con *C. miyabeanus* se producen en las láminas foliares o en las glumas, aunque también pueden aparecer síntomas en coleóptilo, vaina de la hoja, ramificaciones de la panícula, y más raramente sobre raíces de plántulas, y tallos (OU, 1972; ZAMBESTAKIS, 1967; ROGER, 1953; HASHIOKA, 1970; DICKSON, 1956). Asimismo, puede afectar a las semillas en germinación (GUERRERO *et al.*, 1972).

En hoja los síntomas típicos son lesiones necróticas ovales, de forma y tamaño aproximados a semillas de sésamo, o hasta un 1 cm. de longitud en cultivares susceptibles y distribuidas uniformemente en su superficie. Son manchas marrones que cuando maduran presentan un centro gris o blanquecino, mientras que en caso contrario se presentan pequeñas, circulares o como puntos de color púrpura-marrón o marrón oscuro, habiéndose observado en algunos casos, líneas concéntricas o zonas sobre la mancha (OU, 1972). Según ZAMBESTAKIS (1967) las manchas pueden medir 0,5-3 mm. \times 1-14 milímetros y la hoja entera viva al amarillo. En caso de manchas viejas, éstas pueden adquirir el aspecto de mancha ocular, y los ápices de las hojas pueden marchitarse (HASHIOKA, 1970), o bien producir su muerte represiva (dieback) (PANS, 1976).

En glumas las manchas necróticas son negras o marrón oscuro y en casos severos, pueden cubrir toda su superficie. En condiciones favorables se producen conidióforos y conidias sobre las manchas, lo que les da un aspecto aterciopelado. En estos casos el hongo puede pene-

trar las glumas y llegar el endospermo produciendo unas manchas oscuras (OU, 1972), ZAMBESTAKIS (1967) cita manchas pequeñas, negras u oliváceas y Roger (1953) encontró pequeñas manchas redondeadas y de color marrón, de alrededor de 1 mm. de diámetro.

Los síntomas en los coleoptilos pueden originarse a partir de semillas infectadas. En este caso las manchas son pequeñas, marrones, circulares u ovales (OU, ZAMBESTAKIS, 1967).

Los ataques al tallo, si bien son raros, éstos se producen hacia la base y provocan en el último entrenudo una mancha indefinida, irregular y difusa de 1-2 cm. de longitud, de color marrón claro al principio, pasando a marrón-oscuro o negro al final (ROGER, 1953).

Las panículas son afectadas, en su base o ramificaciones provocando corrimiento de flores o desecación de la panícula. A veces el ataque se limita al nudo y produce el síntoma conocido como «podredumbre de cuello» (rotten neck) (ROGER, 1953; HASHIOKA, 1970).

D. sorokiniana causó en planta adulta necrosis subrectangulares o sub-circulares de 3-7 milímetros de longitud, de color marrón más o menos intenso (WALKER *et al.*, 1968).

D. hawaiiensis ha sido aislada de grano o plantas de arroz, aunque no se indica una sintomatología específica (BUGNICOURT, 1955; ELLIS, 1971; OU, 1972; PEJGINOVSKI *et al.*, 1972; CHIDAMBARAN *et al.*, 1973), y aunque se ha recuperado de la rizosfera de arroz (RAMANACHANDRA-REDDY, 1963), no se citan infecciones radiculares.

La patogenicidad sobre arroz de *D. oryzae* en inoculaciones artificiales, ha sido demostrada repetidamente (SHERF *et al.*, 1947; OU, 1972), así como las de *D. sorokiniana* (WALKER *et al.*, 1968) y *D. hawaiiensis* (BUGNICOURT, 1955). Respecto a *D. cynodontis*, NELSON y KINE (1961), mostraron su incapacidad para causar lesiones definidas sobre plántulas de arroz en inoculaciones artificiales, que trataban de mostrar la variación patogénica de *Drechslera* spp. sobre distintas gramíneas, por lo que concluyeron su no patogenicidad para arroz.

Podredumbres en cuello, inducidas por *Sclerotium oryzae* Catt., han sido citadas en todos los países donde se cultiva arroz (ELLIS, 1971; OU, 1972). Su presencia en España ha sido puesta de manifiesto por BENLLOCH (1975).

Las infecciones por *N. sigmoidea* pueden causar muerte de semillas en germinación en viveros, llegando a afectar al 70-80 por 100 de éstas (ROGER, 1953), aunque lo más frecuente es que se manifiesten en plantas adultas.

Las pérdidas de cosecha causadas por *N. sigmoidea* son variables, según las áreas geográficas y los cultivares. Así, mientras en Filipinas las pérdidas estimadas oscilan entre 30-80 por 100, en Arkansas (EE.UU.) se citan pérdidas del 75 por 100 de la cosecha en algunas zonas, y medias anuales del 10 por 100 en áreas fuertemente infectadas, y en la India se estiman pérdidas de cosecha del 18,24-56,43 por 100 en el cultivar CO.13 y del 0,01-39,74 por 100 en el Chakia 59 (OU, 1972).

La reducción de la cosecha por los ataques de *N. sigmoidea* es consecuencia de la incidencia de éstos sobre el ahijamiento, el número de panículas y la maduración de las semillas. Según ROGER (1953), las plantas afectadas desarrollan más tallos (10-15 por 100) que las sanas, si bien éstas florecen en proporción 6/10 en las primeras y 8-9 de cada 10 en las segundas. Asimismo, si bien la capacidad de floración de las panículas no parece ser afectada, en las plantas infectadas el número de aquéllas es inferior en un promedio de 20 por 100, respecto a las sanas, y el 20-50 por 100 de las semillas no llegan a madurar.

En el campo, la enfermedad aparece en los últimos estados de crecimiento de la planta y afecta sucesivamente a vainas y tallos (OU, 1972).

En las vainas las infecciones se inician al nivel del agua, manifestándose por lesiones pequeñas, de color negruzco, circulares primero, ovaladas después y finalmente difusas, sobre la pared externa de aquéllas. A medida que la infección progresa la lesión se alarga en el sentido de las nerviaciones, pudiendo llegar a

afectar toda la superficie de la vaina, sobre la que forma numerosos esclerocios y causando la desecación de la lámina foliar (ROGER, 1953; HASHIOKA, 1970; OU, 1972).

Según SUZUKI y YAMAGUCHI (1971), las manchas necróticas que se forman en las hojas bajas en las infecciones por *H. sigmoideum* var. *irregularare* son parecidas a las causadas por *H. oryzae* excepto por el centro marrón oscuro que presentan aquéllas.

Las infecciones en las vainas son continuadas al tallo cuyos síntomas más característicos son lesiones negro-marrón en uno o dos entrenudos, que llegan a colapsarlo, aunque la epidermis permanece intacta, y sobre cuya superficie se desarrollan esclerocios negros y un micelio gris oscuro (OU, 1972). Según ROGER (1953) las lesiones en el tallo siguen un patrón lineal, en algunas ocasiones y según GOIDANICH (1975) las infecciones de este órgano de la planta lleva asociada la esterilidad de flores y la maduración incompleta de las semillas.

El estado conidial del hongo, *N. sigmoidea* (*Helminthosporium sigmoideum* Cav.), se desarrolla en cultivo puro de *S. oryzae*, así como en plántulas de arroz inoculadas con conidias (OU, 1972). Aunque la capacidad de las conidias para infectar arroz en condiciones naturales es desconocida, se ha sugerido que las conidias pueden ser dispersadas por el viento y así, contribuir a la dispersión del patógeno (FERREIRA y WEBSTER, 1975).

De las especies de *Fusarium* citadas sobre arroz, *F. moniliforme* es la más ampliamente distribuida, habiéndose citado en todas las zonas arroceras del mundo (OU, 1972), si bien no se tienen noticias sobre arroz en España. De *F. culmorum* ó *F. semitectum* sólo existen citas incidentales en otras áreas arroceras que las españolas (OU, 1962; ROGER, 1953).

Pérdidas de cosecha se han asociado sólo con *F. moniliforme*. Según comenta OU (1972), son escasos los estudios realizados para estimar pérdidas de arroz debidas a la enfermedad

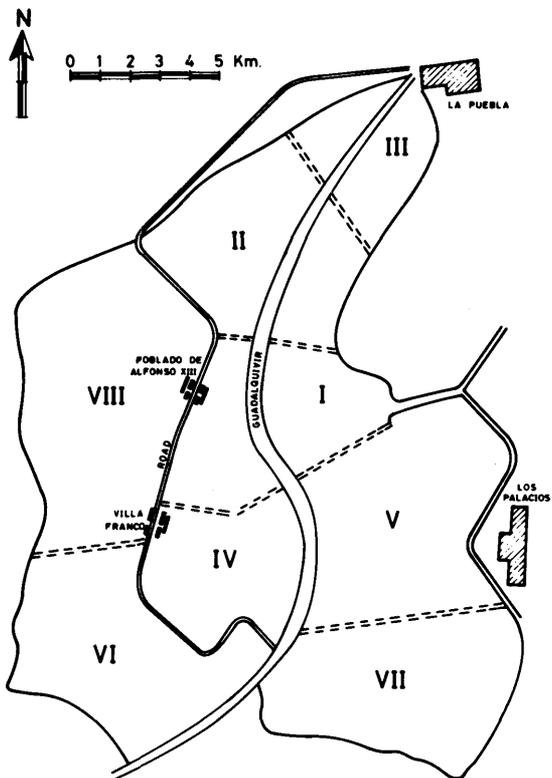


Gráfico 1.—Área cultivada de arroz en las Marismas del Guadalquivir-Sevilla. Para el muestreo, se dividió en ocho zonas, señaladas: I-VIII.

Gráfico 2.—Estados de crecimiento del arroz, considerados para una determinación del estado fenológico, para efectos de muestreo. (Según ADAS, 1976).

Estado 0	Estado 1	Estado 2	Estado 3
Emergencia	Plantula	Amadureo	Maduramiento
Nojas	1-7		
Neonios	0	0	3-20

Estado 4	Estado 5	Estado 6
Desarrollo de plantula desde la salida	"Panofonizado" (floración)	Madurez
15	-	-

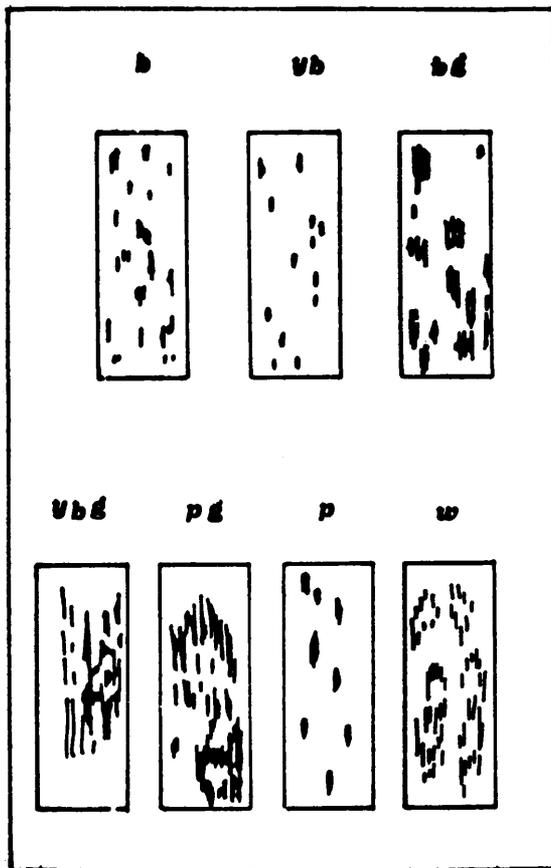


Gráfico 3.—Tipo de lesión como un indicador de resistencia a *Pyricularia oryzae* Cav., en estado fenológico de plántula (Est. fenol. 1.6) (IRRI, 1965).

- w Blanco: muy susceptible.
- pg Centro gris con margen púrpura: muy susceptible.
- ybg Gris, marrón y amarillo desde el centro hacia el margen: susceptible.
- ypg Gris, púrpura y amarillo: susceptible.
- bg Centro gris con margen marrón: resistente.
- b Punto marrón: muy resistente.

causada por este organismo. Este autor cita pérdidas de cosecha del 20 por 100 en Hokkaido (Japón); 15 por 100 en India, y 3,7-14,7 por 100 en Tailandia. BOOTH (1971) cita pérdidas de hasta el 70 por 100 de la cosecha.

Se han citado gran variedad de síntomas en asociación con *Fusarium* spp. que infectan arroz, *F. moniliforme* induce necrosis (blight) o elongación del tallo en plántulas, mientras en plantas adultas induce necrosis del tallo, hojas o granos, o bien, elongación del tallo (OU, 1972; SASAKI, 1973). *F. nivale* (Fr.) Ces. causa necrosis de hojas (NAITO *et al.*, 1975) o panículas (SACCAS, 1950). *F. semitectum* Berk et Rav. y *F. moniliforme* se han aislado de granos afectados por la podredumbre-yesosa del grano (ROGER, 1953). No obstante, la infección por ambas especies en grano no ha sido asociadas a infecciones severas. Otra especie, *F. culmorum* (G. W. Smith) Sacc., ha sido citado sobre rastrojo de arroz, considerándose como saprófito o como un parásito débil (OU, 1972).

Las especies de *Nigrospora* Zimmermann, patógenos de arroz, *N. oryzae* Hudson, y *N. sphaérica* Mason., han sido citadas en la mayoría de las zonas arroceras del mundo (ROGER, 1953; ELLIS, 1971; OU, 1972). En España no se tienen noticias de estas especies sobre arroz, si bien *N. oryzae* es citada sobre trigo (ALFARO GARCÍA, 1946).

No se tienen noticias de pérdidas de cosecha asociadas, con estas especies. Tampoco se citan sintomatología sobre arroz debida a *N. sphaérica*. OU (1972), describe las correspondientes a *N. oryzae*. Según este autor, las infecciones por esta especie se manifiestan mediante pequeñas manchas, sobre hojas, vainas y glumas, de color oscuro, limitadas o difusas, redondeadas al comienzo y, posteriormente, ovaladas, con dimensiones que oscilan entre 4-5 x 0,5-1 milímetros.

Consideraciones sobre la Nomenclatura y Toxonomía de géneros y especies fúngicas que infectan arroz en las Marismas del Guadalquivir,

se visan y discuten ampliamente en publicaciones anteriores (MARÍN SÁNCHEZ, 1979; MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1981 c). La capacidad patogénica y su variación inter e intraespecífica se revisan y discuten en profundidad en éstas u otras publicaciones (MARÍN SÁNCHEZ, 1979; MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1978, 1979 a, b; 1981 a, b, c)

MATERIALES Y METODOS

La distribución y severidad de las infecciones de arroz por las distintas especies fúngicas, en las Marismas del Guadalquivir, fueron determinadas en el curso de prospecciones fitopatológicas realizadas en el área arroceras de aquellas, en 1977 y 1978. A efectos de muestreo el área fue dividida en ocho zonas, denominadas I-VIII, y dispuestas según una radiación (gráfico 1), en cada una de las cuales se muestrearon todos los campos en una superficie de 500 ha., que incluyeron el 16-17 por 100 de la superficie cultivada de arroz en las marismas. La nominación y variedades correspondientes a cada zona, se muestran en tabla 1. La frecuencia de muestreo vino determinada por la aparición de cada nuevo estado fenológico.

La incidencia de la enfermedad fue evaluada mediante lanzamiento al azar de un cuadro de 1 m.², al menos veinte veces en cada campo muestreado.

La severidad de las infecciones fue evaluada mediante claves estimativas (ALUKO, 1970, 1975; CLIVE, 1971; PADMANABAN, 1965; KEIN y WEBSTER, 1974), usadas en cada caso según tipo de infección (gráficos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

Se han seguido los criterios fenológicos indicados por Walker (SARASOLA, 1975) y ADAS (1976). Ambos son prácticamente iguales. En ellos se establecen seis estados fenológicos básicos; el estado 2 «amarilleo», que aparece según los autores, después del trasplante, lo ci-

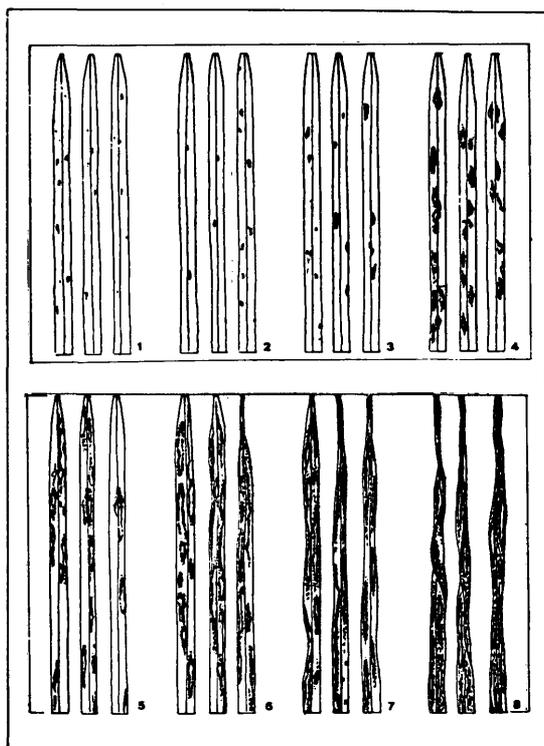


Gráfico 4.—Escala para la evaluación de la reacción varietal de plantas de arroz a *Pyricularia oryzae* Cav. (IRRI, 1965).

1. Alta resistencia.
2. Resistente.
3. Moderadamente resistente.
4. Moderadamente susceptible.
5. Susceptible.
6. Muy susceptible.
7. Muy susceptible.
8. Muy susceptible.

tamos nosotros como «encañado», pues en el 99,6 por 100 de la superficie muestreada el arroz no se trasplantó. Sólo en el 0,4 por 100 restante, que se corresponde a trasplante mecanizado tras siembra en invernadero, y a reposición de marras con trasplante manual, se cita el estado fenológico 2 como «amarillo».

Los estados fenológicos considerados han sido: (gráfico 2) (según Walker (SARASOLA, 1975) y ADAS, 1976).

- Estados 1: Plántula.
 2: Amarillo.
 3: Macollamiento.

4: Desarrollo de la panícula desde la vaina.

5: Panojamiento (floración).

6: Madurez.

Las descripciones sintomatológicas se han realizado partiendo de un conjunto de observaciones que comprenden el aspecto general de la planta, las características del síntoma, y la anotación del tipo de síntoma, el órgano afectado, su posición en la planta, la fenología, la variedad y la zona donde se realizará el muestreo.

En las descripciones hemos considerado que los primeros nudos, entrenudos, vainas y láminas foliares son los situados en la parte más baja de la planta.

Para los aislamientos en cultivo puro las muestras, una vez seleccionadas y lavadas en chorro de agua de grifo, fueron esterilizadas por inmersión durante 20-45 segundos en tiempo y concentración de hipoclorito (5°/00 cloro-libre) y a continuación lavadas en agua estéril y secadas en papel de filtro estériles. Tras ello se cortaron aseptícamente en trozos de 5 mm. de lado hasta obtener un total de 20 a 72 trozos por cada síntoma, que fueron depositados sobre medios de cultivo en placas Petri que a continuación se relacionan: agar, patata, sacarosa (APS) (BOOTH, 1977), agar, patata, dextrosa (APD) (ECHANDI, 1971); agar, extracto de malta (AM) (DADE y GUNNELL, 1969); agar, pulimento de arroz (ARP) (TUIE, 1969).

Las muestras tomadas en el campo sirvieron asimismo, para preparar cámaras húmedas a partir de trozos de 3 a 5 cm. que habían sido o no esterilizados superficialmente con anterioridad.

Tanto las cámaras húmedas, como los aislamientos en medio de cultivo se incubaron en las siguientes condiciones ambientales: a) Condiciones de laboratorio, con temperatura entre 25-32° C., y humedad relativa (HR) de 55-75 por 100 e iluminación próxima a 2.500 lux; b) estufa, con temperatura constante de 25 ± 1° C. e iluminación de luz blanca y próxima a la ultravioleta, de 5.000 lux 14 horas/día.

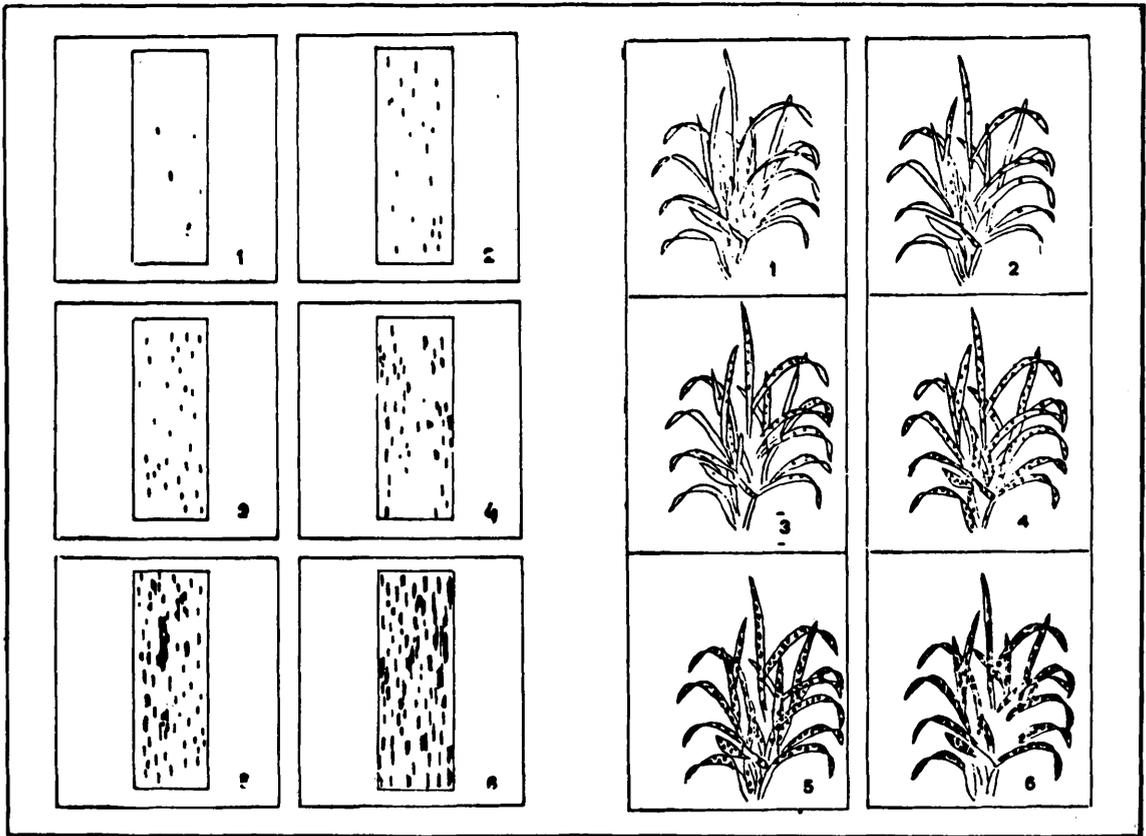


Gráfico 5.—Evaluación de la severidad de las infecciones debidas a *Helminthosporium oryzae* B. de H. (Aluko, 1970).

1. Infección muy ligera.
2. Infección ligera.
3. Infección muy moderada.
4. Infección moderada.
5. Infección severa.
6. Infección muy severa.

Obtenidos los cultivos puros se procedió a obtener los cultivos monoconídicos para lo cual se han utilizado dos métodos diferentes. Si las conídias eran difíciles de observar con lupa estereoscópica de 90 aumentos se procedió asépticamente tocando el cultivo puro con el asa de platino (estéril) llevándola después a una gota de agua sobre un porta y diluyendo a partir de ésta dos veces en sendas gotas de agua sobre el mismo porta hasta conseguir 5-10 conídias en la gota (BOOTH, 1977); en cambio, si las conídias podían ser observadas fácilmente con el microscópio de disección, es-

tas se tomaban directamente del conidióforo (Int. Rice Research. Inst. 1965). Tan sólo en un caso la obtención de cultivos monoconídicos requirió un tratamiento especial, no en cuanto a la técnica en sí sino para la obtención de la fase conidial. Este es el caso del *Sclerotium oryzae* Catt. cuya fase conidial *Nakataea sigmoidea* Hara no se produce normalmente en cultivo y hay que recurrir a transferir trozos de medio con esclerocios a gelatina pura (ROGER, 1953) o a agar agua, (AA) (LUTTRELL, 1963).

El número de cultivos monoconídicos obteni-



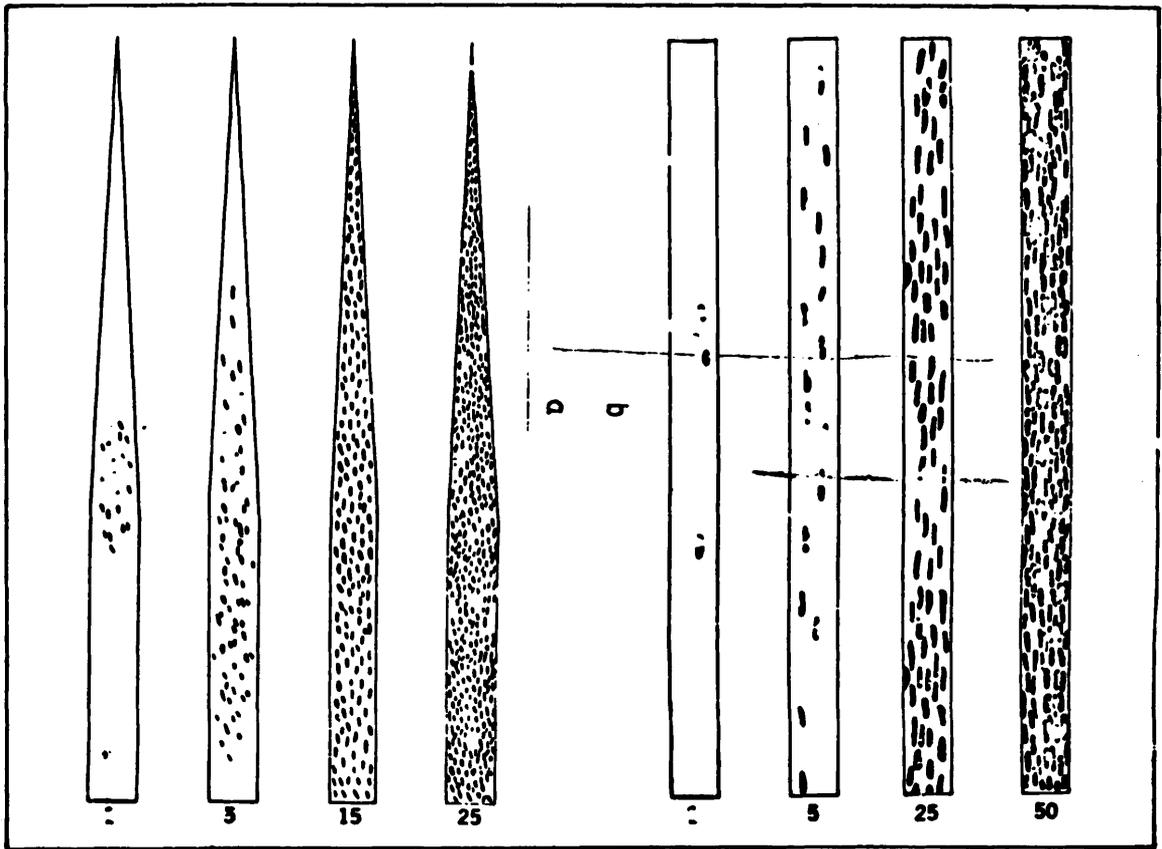


Gráfico 8.—Porcentaje de área cubierta por lesiones en lámina foliar (a), o vaina (b), en infecciones debidas a *Nigrospora* spp. (a), o especies diversas (b). (Adaptadas de Clive, 1971).

se han conservado los aislamientos o cultivos monoconidiales manteniendo el frigorífico a 10-14° C. cultivos puros de ellos desarrollados en medios donde esporularon abundantemente y transfiriendo a nuevo medio cada cuatro meses.

Con los hongos procedentes de montaje directo, cámaras húmedas o aislamientos en cultivo puro, se procedió a una primera identificación con la que se determinó: Orden, familia y género. En estas primeras identificaciones seguimos a von ARX (1974). No obstante, las dificultades en la diagnosis de géneros como *Drechslera*, *Pyricularia* y *Nakataea*, nos indujo a contrastar las diagnosis iniciales de estos gé-

neros, siguiendo el tratamiento dado por ELLIS (1971, 1976).

A partir de cultivos puros se obtuvieron cultivos monoconidiales con los que realizamos una segunda parte de las identificaciones consistentes en la confirmación de la identificación genérica y la posterior determinación específica. Para este fin, y en la mayoría de los casos utilizamos las claves y descripciones dadas por ELLIS (1971, 1976), así como las descripciones dadas por OU (1972) de especies aisladas de arroz. Algunos géneros, ya sea por su propia complejidad, o similitud morfológica con otros, hubieron de estudiarse utilizando fuentes de información más genéricas o más específi-

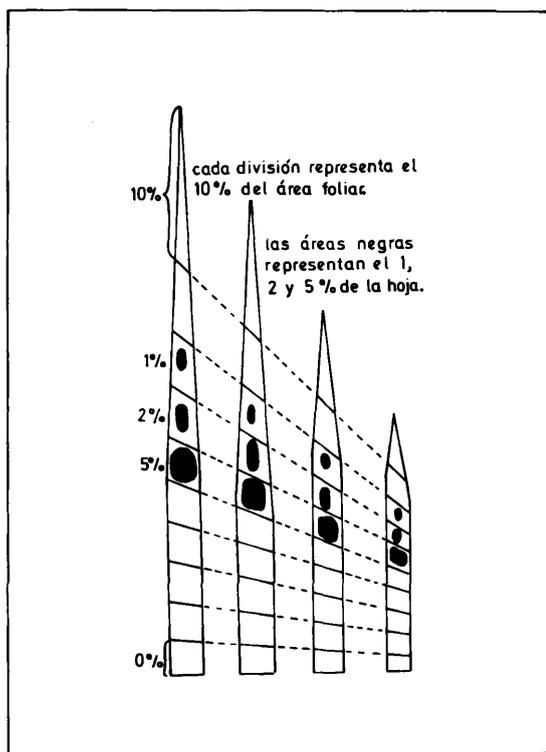


Gráfico 9.—Porcentaje de área foliar afectada. Escala utilizada para evaluar la severidad de las infecciones, en los casos en que éstas se manifestaron mediante necrosis restringidas que superaron los 0,5 cm. de diámetro o del lado menor, en caso de que fueran subrectangulares. (Adaptadas de CLIVE, 1971).

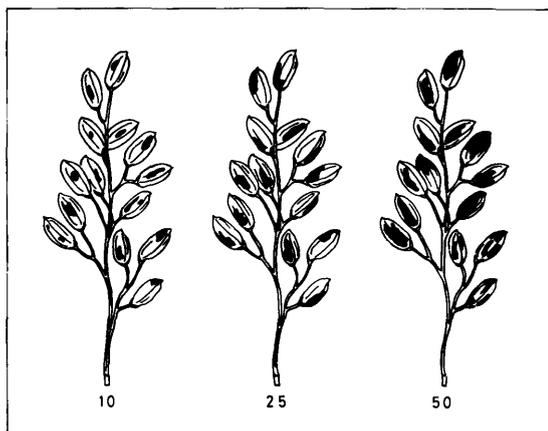


Gráfico 10.—Porcentaje del área de la superficie del grano, afectada por infecciones de las distintas especies fúngicas aisladas en el curso de nuestras investigaciones.

cas. Tales son los casos de *Alternaria* Nees ex Fr. y *Ulocladium* Preuss, para los cuales, además de ELLIS (1971) recurrimos a JOLY (1964) y SIMMONS (1967); o el género *Fusarium* Link cuyas especies se identificaron siguiendo los dos criterios más aceptados en la actualidad; por una parte en base a las características morfológicas y especialización fisiológica (TOUSSOUN y NELSON, 1968), y por otra, en base a características morfológicas y tipo de células conidiógenas, así como tasa de crecimiento y coloración (RAYNER, 1970) sobre agar patata sacarosa (APS), que constituyen los criterios de BOOTH (1971, 1977). De igual manera *Drechslera* spp. han merecido una especial consideración las dificultades que se encuentran en la identificación de aquéllas, consecuencias de factores como: a) La variación de las características morfológicas de las conidias (RAPILLY y ARNOUX, 1964; TEVIOTDALE *et al.*, 1976; BENEDIC, 1976); b) la producción aún en el mismo conidióforo de *poroconidias* (esporas de origen enteroblástico, trético, producidas a través de un poro), *blasto-conidias* (enteroblásticas, a veces *holoblásticas*) y *aleuriosporas* e incluso *gángliosporas*, como indica Subramanian refiriéndose al informe de Luttrell sobre el género *Drechslera* y en el caso concreto de *D. sorokiniana* Sacc. (KENDRICK, 1971).

A estas consideraciones morfológicas que inciden sobre la taxonomía debemos unir el hecho de que algunas de las especies aisladas por nosotros no se citan como patógenos sobre arroz, aunque algunos sí se muestran como tales, en pruebas de patogenicidad realizadas en condiciones de laboratorio según se desprende de las experiencias realizadas por NELSON y KLINE (1961).

En estas circunstancias, hemos seguido un proceso de identificación en el que, además de los criterios taxonómicos basados en la morfología y ontogénesis de la conidia, se han utilizado criterios de especialización fisiológica para los casos más controvertidos.

Atendiendo al primero de los criterios (morfología y ontogénesis de la conidia) se comenzó por la diagnosis de géneros, utilizando las

descripciones de Shoemaker (SHOEMAKER, 1959), que hacen referencia a la separación de los géneros *Drechslera* Ito y *Bipolaris* Shoemaker del original *Helminthosporium* Link ex Fries; posteriormente el mismo autor (SHOEMAKER, 1962) caracterizó el género *Drechslera* de un modo más general y cita como carácter diferencial de *Bipolaris* la rara o no producción de ascocarpos cuando se cultiva in vitro sobre agar prolina sacarosa (APRS). LUTTRELL (1963) dirigió su atención a las características del género *Helminthosporium* (*sensu lato*) refiriéndose a la descripción hecha por HUGHES (1953) y pone énfasis en la terminología nueva y precisa con la que caracterizar este género, posteriormente LUTTRELL (1964) revisó este género aportando una clave sistemática que separa los géneros que los comprenden y que fueron segregados de *Helminthosporium* lectotipo *H. velutinum* Link ex Fr., y discutió o analizó la terminología de estos géneros hasta el momento indicando sus diferencias y paralelismo. RAPILLY (1966) usó una variación de nomenclatura asignando el epíteto *Helmisporium* como género y *Helminthosporium* como subgénero, incluyendo en este último los grupos *gramineum*, *sorokinianum* y *turcicum*, y separando los dos primeros grupos del tercero por la característica de hilo prominente o no, respectivamente.

ELLIS (1971) no establece diferencias entre los géneros *Drechslera* y *Bipolaris* incluyendo ambos en el género *Drechslera*. TALBOT (1973) en cambio, ofrece más claves sistemáticas donde separa los géneros *Helminthosporium*, *Drechslera* y *Bipolaris*, pero comenta expresamente la dificultad de separación de los dos últimos. En este sentido ELLIS (1976) al citar la erección de un nuevo género, *Exserohilum* (LEONARD y SUGGS, 1974) (*Setosphaeria* f.a.) segregado de los *Helminthosporium* spp. (*Tricometasphaeria* f.a.) que infectan gramíneas, comenta, de forma explícita, la dificultad de emplazar ciertas especies gramínicolas del género *Helminthosporium* en *Drechslera* o *Bipolaris*, recomendando el uso del género *Drechslera* hasta que se concluyan nuevas investigaciones que los separen claramente. LUTTRELL (1977)

establece correlaciones entre los estados conídicos y ascógenos en *Pyrenosphora*, *Cochliobolus* y *Setosphaeria*, refiriéndose especialmente al hilo, forma de conidia y germinación como características diferenciadoras de estos géneros, pero no establece una sistemática en la que queden patentes estas diferencias.

Así pues, nosotros optamos por la inclusión de las especies en los géneros *Helminthosporium*, *Drechslera* y *Exserohilum*, según los casos, siguiendo el criterio de Ellis (1976).

Identificado y caracterizado el género continuamos con la identificación de las especies. Para ello hemos seguido a diversos investigadores, pues, aunque las claves propuestas por ellos siguen unas líneas similares en términos generales, cada una de ellas ofrece alguna característica peculiar que posibilitan más nuestras identificaciones siguiendo a LUTTRELL (19518) que caracteriza las especies de *Bipolaris* en base a la morfología y color del hilo de la conidia; a SHOEMAKER (1962) que segrega las especies del género *Drechslera* por características de conidias y conidióforos, presenta asimismo clave de especies según características en cultivo sobre APRS.

La última parte de la identificación según criterios morfológicos y de ontogénesis conidial, la constituyó la comparación de nuestras observaciones con las descripciones originales o no de las especies, lo cual contribuyó a despejar las últimas dudas que permanecían tras los procesos anteriormente citados. Las publicaciones consultadas en este sentido son las siguientes: TANAKA (1922) que ofrece diagnosis de *Helminthosporium oryzae* Miyake et Hori *sp. nov.* ULLSTRUP (1944) ofrece diagnóstico de *H. carbonum* Ullstrup *sp. nov.* SHOEMAKER (1955) presenta descripción del estado conídico y ascógeno de *Cochliobolus sativus* Drechs.; BUGNICOURT (1955), aísla de arroz especies muy parecidas *H. hawaiiense* Bugnicourt *sp. nov.* y *H. australiense* Bugnicourt *sp. nov.*; GRAHAM (1955) describe *H. dictyoides* Drechs.; DICKSON (1956) al tratar la micopatología cerealista hace descripciones de *H. maydis* Nisikado, *H. turcicum* Pass. y *H. carbonum*, que presentan

interés para nuestros propósitos; SHOEMAKER (1957) describe, entre otras, especies como *H. sorokinianum* Sacc. y *H. sorghicola* Lefevre et Shervin, NELSON (1960) ofrece fotos y características diversas de especies como *H. oryzae* B. de H., *H. carbonum* y *H. sativum* Pammel. SHOEMAKER (1962) describe especies entre las cuales está *Drechslera avenacea* Shoemaker, *D. erythrophila* Shoemaker y *D. poae* Shoemaker. LUTTRELL (1963) al tratar criterios taxonómicos en *Helminthosporium* hace descripciones de diversas especies entre las que nos han interesado *H. avenaceum* Curtis ex Cooke y *H. sorokinianum*. SUBRAMANIAN y JAIN (1964) citan y describen distintos tipos de conidióforos y conidias de *H. sativum* Pamm. RAPILLY y ARNAUX (1964) ofrecen datos biométricos de conidias de *H. carbonum*, *H. sativum* y *H. rostratum* Drechsler, en distintas condiciones de iluminación y temperatura. ZAMBETTAKIS (1967) describe *H. oryzae* sobre arroz. Además de las citadas publicaciones, ELLIS (1971, 1976) reproduce descripciones originales o no de las especies tratadas. NELSON (1964) caracteriza forma perfecta e imperfecta de *Drechslera cynodontis*.

La terminología utilizada en las descripciones de nuestras observaciones sigue los criterios dados por AINSWORTH y BISBY (1971) en lo referente a forma de esporas; y las recomendaciones respecto a ontogénesis y tipo de las mismas nos hemos basado en las recomendaciones dadas en el Congreso celebrado en Kananaskis, Alberta (Canadá), sobre taxonomía de hongos imperfectos (KENDRICK, 1971).

Para las pruebas de patogenicidad el inóculo de cada cepa se preparó a partir de cultivos monoconídicos que habían crecido en tubos de ensayo o placas Petri, en medios donde previamente se había observado abundante esporulación, durante siete a catorce días a $25 \pm 1^\circ$ C. y con iluminación de 5.000 lux, 12 horas/día. Sólo en caso de *Nakataea sigmoidea* hubo de obtenerse esporulación transfiriendo trozos de AM con esclerocios a agar agua (AA), e incubando en las condiciones anteriores (ROGER, 1953; LUTTRELL, 1963).

Los tubos de ensayo, con el cultivo, se agitaron tras introducir agua desionizada y los cultivos en placas Petri se rasparon superficialmente para obtener una suspensión de conidias, en el primer caso, y conidias y micelio, en el segundo. La suspensión de conidias se filtró a través de gasa y se ajustó su concentración mediante una cámara Neubauer; tras lo cual se añadió una gota de Twen-20 por cada 100 ml. de suspensión. En el segundo caso, la suspensión de conidias y micelio, se utilizó como se había obtenido.

La inoculación se realizó sobre: a) hoja; b) vaina y tallo de la parte inferior de la planta, y c) raíces.

Para la inoculación de hojas se pulverizó una suspensión de conidias en agua, preparada según se ha descrito, cuya concentración y volumen por planta varió según las especies. Para las de *Fusarium* aisladas de hoja, estos valores fueron 10^5 macroconidias/ml., aplicado a razón de 1 ml./planta (YAMAGUCHI *et al.*, 1975). Se inocularon con suspensiones comentadas igual al caso anterior, pero los volúmenes variaron entre 1-3 ml./planta (SINHA *et al.*, 1969, 1972), valores utilizados para especies de de otros géneros como *Ulocladium* sp. *Alternaria* spp. *Stachybotris* sp., *Epicoccum* sp. y *Nigrospora* spp. Para *P. oryzae* la concentración fue de 10^4 conidias/ml. aplicado en cantidad de 1 ml./planta (IRRI, 1965; GALVEZ, 1968; OU, 1972) condiciones iguales fueron usadas en el caso de *Nakataea sigmoidea*.

La inoculación de vaina y tallo en la parte baja de la planta se realizó en caso de *Sclerotium oryzae* y consistió en depositar 30 esclerocios/planta, obtenidos en cultivos sobre AM sobre el sustrato en el que crecían las plantas de arroz (KRAUSE y WEBSTER, 1972 b; FERREIRA y WEBSTER, 1976; PABMANADAN *et al.*, 1958).

Para la inoculación de raíces el inóculo consistió en una suspensión de esporas y micelio obtenida con el contenido de una placa Petri. Para la inoculación de éstas se siguieron dos métodos: a) El inóculo se vertió sobre cada maceta, hiriéndose a continuación las plantas de las mismas; b) las raíces de las plantas,

una vez heridas, se mojaron con el inóculo, y se procedió a plantarlas posteriormente (KIRALY ET AL., 1974).

Las inoculaciones se realizaron dos veces, la primera en estado fenológico de plántula con dos hojas verdaderas (estado 1.3), y la segunda en estado de plántula con 3-4 hojas verdaderas (estados 1.4-1.5) (OU, 1972).

Estas plantas fueron cultivadas según dos procedimientos: a) Sobre suelo constituido por mezcla de tierra franco-arcillo-limosa y turba a razón de 1/2 en volumen para cada componente, y abono hasta conseguir valores de N correspondientes a 150 U.F./ha., hasta 20 cm. Las plantas se regaron a partir de la tercera semana de cultivo con solución fertilizante de nitrógeno (IRRI, 1965). b) Cultivo hidropónico con suelo de perlita y solución nutritiva (HOAGLAND y ARNON, 1950). Los ambientes de cultivo lo constituyeron un invernadero climatizado, a 25-28° C. durante el día y 18-20° C. durante la noche, con HR mantenida entre 65 y 85 por 100; y una cámara de cultivo regulada a 25-28° C. durante el día y 20-23° C. durante la noche, e iluminación con luz blanca de tubos fluorescentes de 4.500 lux y 14 horas luz/día.

Una vez inoculadas, las plantas se mantuvieron embolsadas durante 24-72 horas, y se inspeccionaron a los 5-10-15-20 días desde la inoculación según especies.

Se determinó la reacción varietal respecto a *P. oryzae*, disponiendo parcelas de 2 m. × 1 m. donde se sembró arroz en líneas separadas 15 centímetros donde se abonó con nitrógeno a razón de 160 U. F. por ha., OU (1972). El test se repitió realizándose el primero en las fechas 5 mayo-20 julio, el segundo 20 julio-30 septiembre.

El tipo de reacción se determinó según características de las lesiones en hoja y superficie de área cubierta por las mismas de acuerdo con el simposium celebrado en 1963 sobre esta enfermedad en el IRRI (Filipinas), (I.R.R.I., 1965).

Se ofrecen datos climáticos: H. R., temperaturas y pluviometría obtenidos en nuestra estación meteorológica instalada en zona «Viu-

da» junto a parcelas de reacción varietal y trampa de captura de esporas.

Para la captura de esporas se ha seguido el método de trampas de adherencia dispuestas libremente sobre el terreno (INGOLD, 1971), a nivel de suelo, 25 cm. y 90 cm. de altura respecto a éste, al lado de parcelas de reacción varietal (ONO, 1965). Todas las trampas de colocación horizontalmente, efectuándose conteos cada dos días.

RESULTADOS

Trece especies de hongos fitopatógenos, incluyendo cinco de *Drechslera*: *D. biseptata* (Sacc. et Roum.) RICHARSON et Fraser, *D. cynodontis* (Marignoni) Subram. et Jain, *D. hawaiiensis* (Bougnicourt) Subram. et Jain, *D. oryzae* (Breda de Haan) Subram. et Jain, y *D. sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain.; cuatro de *Fusarium*: *F. culmorum* (G. W. Smith) Sacc., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. moniliforme* Sheldon, y *F. semitectum* Berk. et Rav.; dos de *Nigrospora*: *N. oryzae* Hudson, y *N. sphaerica* Mason; *Pyricularia oryzae* Cav.; y *Nakataea oryzae* Hara (= *Sclerotium oryzae* Catt.), fueron aisladas de lesiones de sintomatología diversa.

Pyricularia oryzae (fig. 1). La colonia sobre RP es de color gris con aspecto afieltrado cuando se produce la esporulación. El conidióforo de color gris u oliváceo, con proliferación simpodial, mide entre 115-132 μm . de longitud, y 2,5-4,2 μm . de ancho. Las conidias con 1-2 septas, muestran forma obpiriforme con ápice agudo o redondeado, y base con hilo saliente, estrecho y cilíndrico, miden 33,3-18,7 × 12,4-6,2 μm . Sobre material vegetal (cámara húmedas) las dimensiones del conidióforo oscilan entre 111,6-355,25 × 3-4,5 μm ., pudiendo presentarse solitarios o en grupos de 2 ó 3. En estas condiciones, las conidias pueden agruparse según forma de la célula basal o apical y dimensiones, en cuatro tipos:

1. Obpiriforme, célula apical roma, célula basal la más ancha de la conidia, 2 septas (fig. 1) (20,8 × 8,32 μm .).

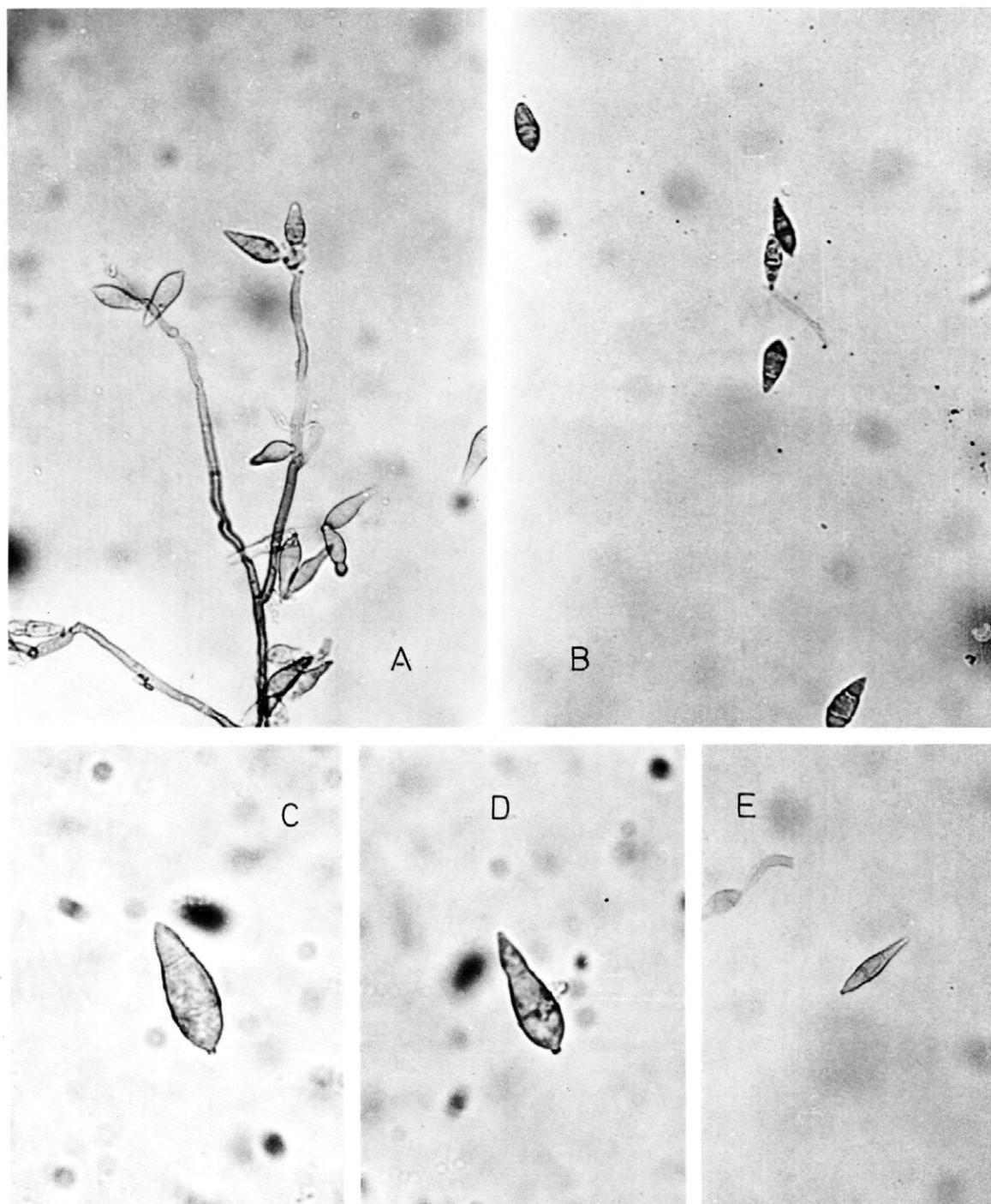


Fig. 1.—*Pyricularia oryzae*. A, conidióforos y conidias. B, C, D, E, tipos de conidias: B, tipo 1; C, tipo 2; D, tipo 4; E, tipo 4.

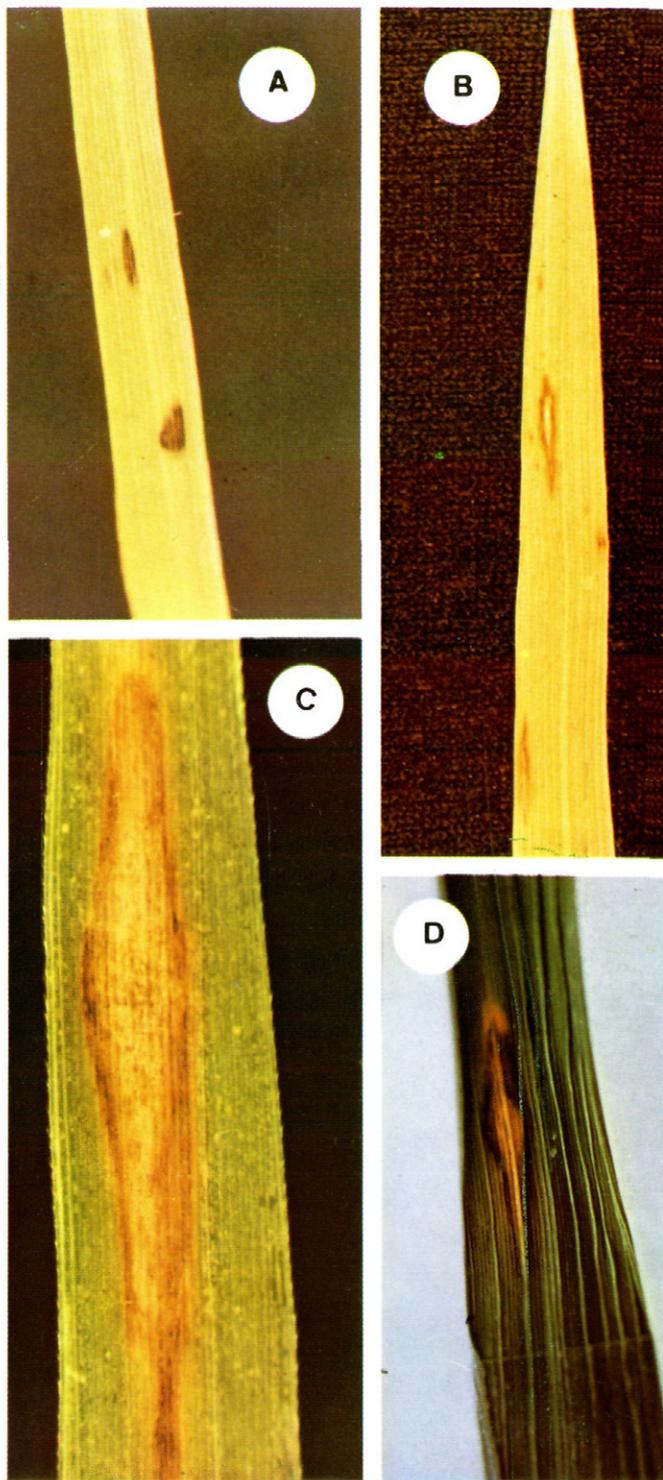
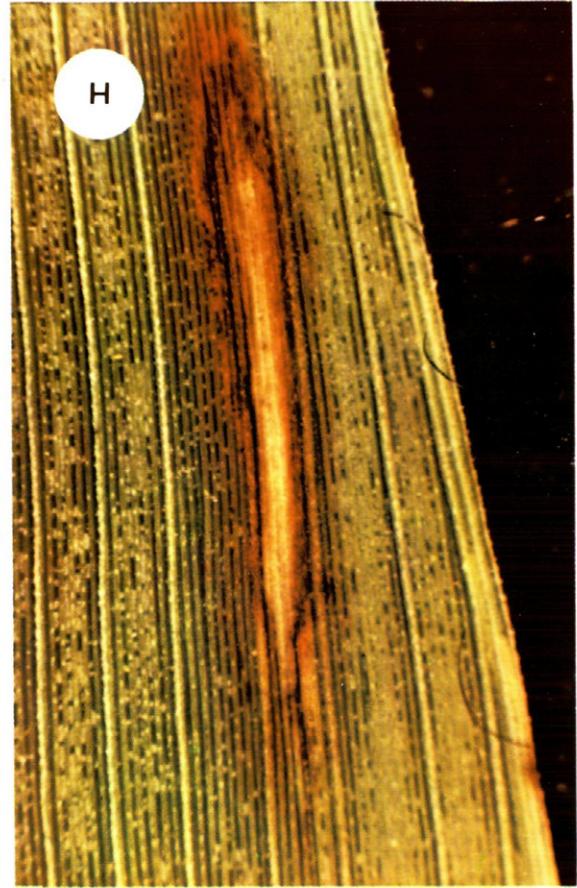
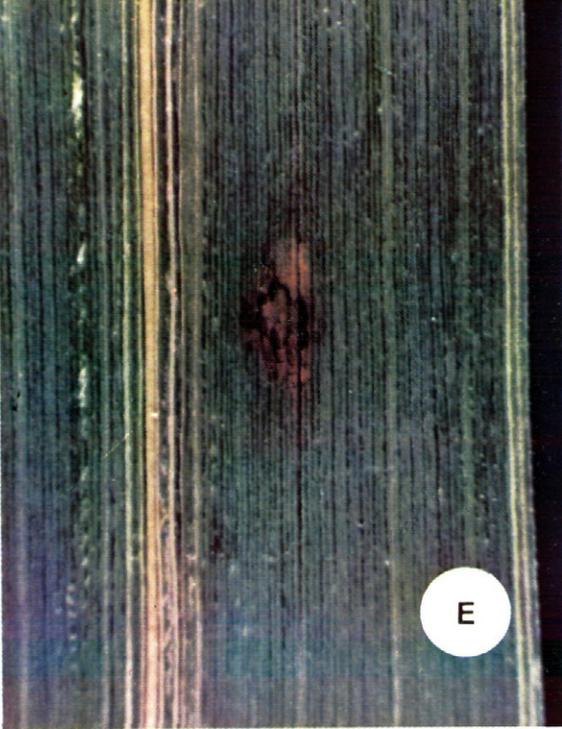
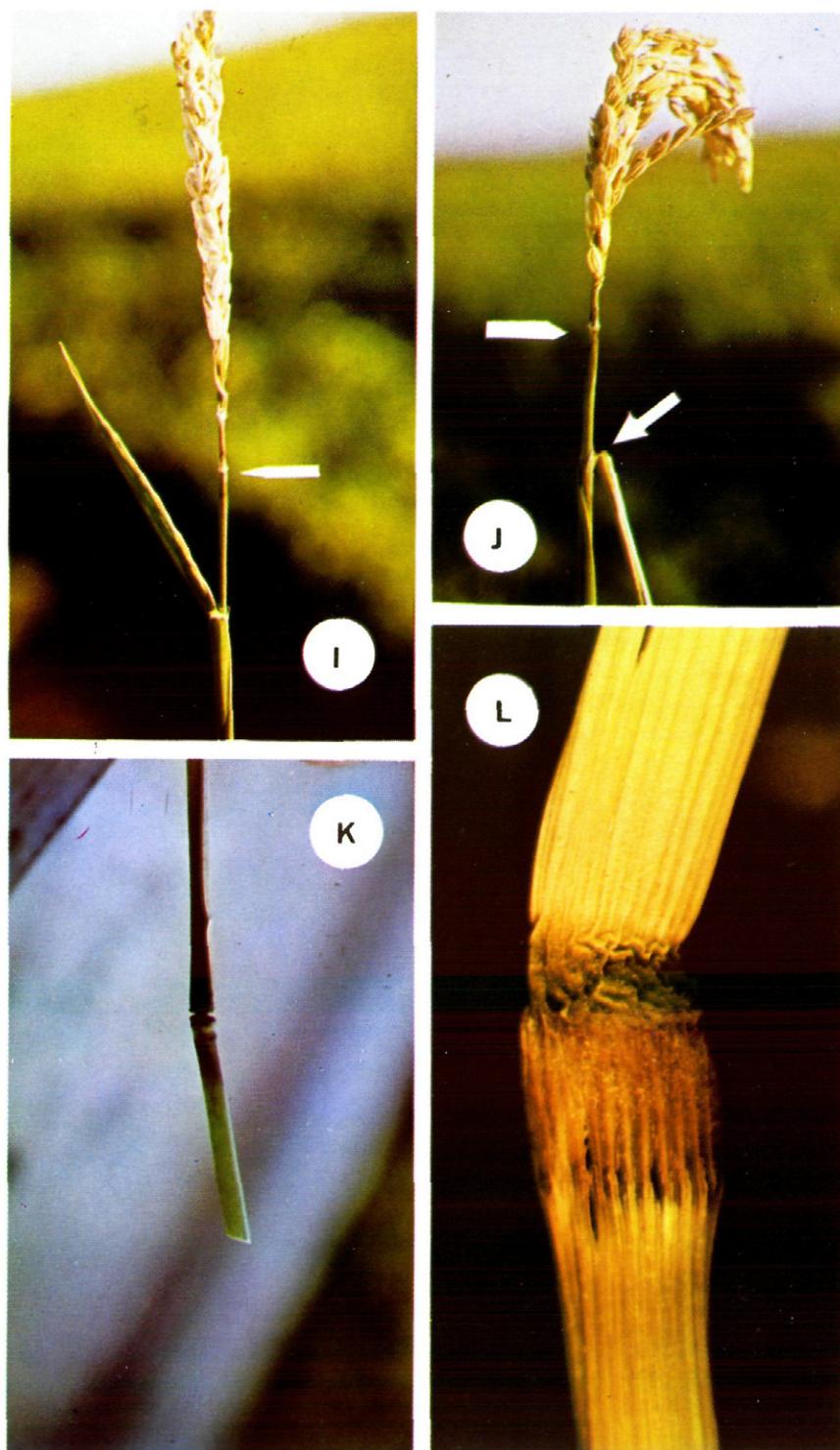


Fig. 2.—Síntomas debidos a *Piryularia oryzae*. A, síntomas en plántula. B, C, D, necrosis romboidales (lesiones agudas).



E, F, G, necrosis subcirculares (lesiones crónicas). H, lesión subrectangular.



I, J, necrosis en cuello (rotten neck), y necrosis en punto de unión de la lámina foliar con la vaina. K, L, necrosis en nudo.

2. Obpiriforme, célula apical algo picuda, célula basal y media de anchura aproximadamente igual (fig. 1) ($24,96 \times 8,32 \mu\text{m}.$).

3. Obpiriforme, ahusada, célula media algo más ancha que la basal, célula apical picuda (fig. 1) ($29,12 \times 8,32 \mu\text{m}.$).

4. Ahusada, célula apical muy agudizada célula media claramente más ancha que las extremas; a partir de esta célula la conidia se agudiza hacia los extremos, terminando roma en la base y muy picuda en el ápice. 2 septas (fig. 1) ($29,12 \times 8,32 \mu\text{m}.$).

Todas las cuales se suelen presentar en lesiones de cualquier órgano, si bien en proporciones diferentes (MARIN-SANCHEZ y JIMÉNEZ-DÍAZ, 1981 b).

Esta especie infecta plántulas o plantas adultas, induciendo síntomas en láminas foliares, nudos, entrenudo superior («cuello») o raquis afectando éstas últimas a las espiguillas (fig. 2).

En plántulas indujo manchas necróticas foliares puntuales de 0,5 mm. de diámetro, si bien su forma no era perfectamente circular. Coloración azul-púrpura, y al desarrollarse se convirtieron en romboidales irregulares de extremos alargados en la dirección de las nerviaciones de 2 mm. de longitud y 1 mm. de anchura. Coloración púrpura con centro claro (figura 2).

Los síntomas foliares en planta adulta, variaron en forma, tamaño o color, pudiéndose distinguir tipos diversos, que para su descripción agruparemos en tres:

1.º) Grandes manchas de forma aproximadamente rectangular de 2-3 cm. de longitud y 0,5 cm. de anchura, compuestas de una zona central gris-claro, borde marrón oscuro y halo marrón claro-amarillento (fig. 2).

2.º) Manchas romboidales de 0,52 cm. de longitud y 0,3-0,7 cm. de anchura, compuestas de zona central gris, borde marrón oscuro y halo marrón claro-amarillento (fig. 2).

3.º) Pequeñas manchas alargadas o, a veces, redondeadas, de forma irregular y color marrón.

Los nudos aparecen necrosados, de color gris oscuro o negro. Constituye un punto de rotura

de la planta. Asociado con este síntoma, la parte superior de la planta se seca ('blast').

Las infecciones en raquis originan panículas total o parcialmente vacías, de color pajizo con raquis que la soporta poseyendo una línea gris-marrón que separa su base verde de la zona superior blanca-pajiza (fig. 2).

La distribución, incidencia y severidad de las infecciones por *P. oryzae*, se muestran en el Cuadro 2. De ésta quisiéramos destacar algunos datos más relevantes.

Las manchas foliares fueron observadas por primera vez en la zona I, cubriendo del 1-5 por 100 de la superficie foliar en plántulas de la variedad Bahía, y en zona V, con severidades respectivas de 1-5 por 100 y 0,5-2 por 100 en láminas foliares de los cultivares Girona y Sequial. Posteriormente, en planta adulta, la severidad de las infecciones en láminas foliares no variaron sustancialmente entre zonas, y sí entre cultivares, con rangos que oscilaron entre 10-75 por 100 para Girona, 20-25 por 100 para Ribello, 10-25 por 100 para Bahía, 5-20 por 100 para Francés y 6-15 por 100 para Sequial.

Las infecciones por *P. oryzae* se distribuyeron en todas las zonas y variedades muestradas, existiendo variación entre las variedades de una zona, y entre zonas para una variedad dada. Las mayores incidencias se presentaron en los cultivares Girona y Ribello, para las cuales, las pérdidas de cosecha estimadas oscilaron entre 20-90 por 100 y 30-75 por 100, respectivamente (cuadro 2).

Nuestras observaciones durante las prospecciones de la enfermedad, fueron confirmadas por los ensayos de Reacción Varietal, con todos los cultivares testados, los cuales fueron susceptibles a *P. oryzae* bajo condiciones naturales.

La reacción de cada cultivar no varió entre replicaciones, pero decreció en severidad desde la primera a la segunda época de evaluación. Así, Girona y Ribello fueron tasados como muy susceptibles en la primera época de evaluación, y como susceptibles en la segunda; mientras Bahía, Francés y Sequial fueron sus-

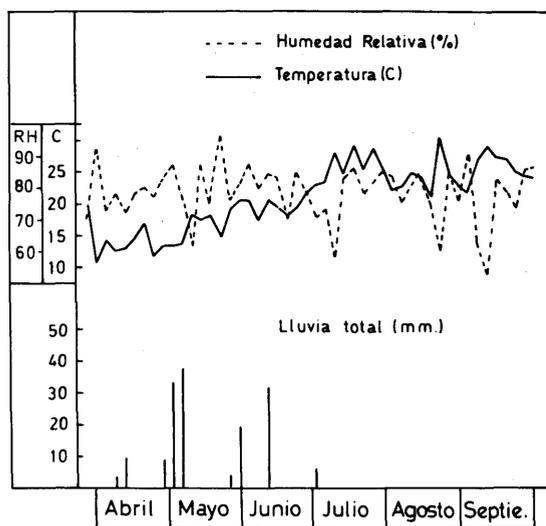


Gráfico 11.—Climatología. Temperaturas medias, Humedades relativas y precipitaciones, durante el ciclo de cultivo.

ceptibles en la primera y moderadamente susceptibles en la evaluación correspondiente a la segunda siembra (cuadro 3).

Conidias de *P. oryzae* fueron capturadas durante todo el ciclo del cultivo (gráfico 12). El máximo de conidias se obtuvo a principios de junio, con el cultivo en estado de plántula. Las capturas descendieron hasta alcanzar un nuevo máximo a finales de septiembre, con granos en estado lechoso. Aparentemente, el número de conidias capturadas, guardan relación con los valores de humedad relativa, y no

Cuadro 1.—Nominación de las zonas de muestreo en el área de cultivo de las Marismas del Guadalquivir, y variedades cultivadas en las mismas en los años en que se realizaron los muestreos.

Zona	Nominación	Variedades
I	Viuda	Bahía, Girona, Ribello, Sequial
II	Moriscos	Bahía, Girona, Ribello
III	Las Brujas	Bahía, Ital-Patna, Ribello, Sequial
IV	Escobar	Bahía, Francés
V	Cotemsa	Girona, Ital-Patna, Sequial
VI	Vuelta de la Arena	Bahía, Ital-Patna
VII	El Toruño	Girona, Ital-Patna
VIII	Los Pobres	Bahía, Girona, Ribello

con las precipitaciones, durante el cultivo (gráfico 12).

Drechslera spp. Constituyen el grupo de especies donde se ha observado una mayor variabilidad, tanto en aspectos morfológicos de las especies, como en su sintomatología sobre gramíneas o en variación patogénica entre aislamientos o entre cultivos monoconidiales de un aislamiento (MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ,

Cuadro 2.—Distribución e intensidad de las infecciones de arroz causadas por *Pyricularia oryzae* en las Marismas del Guadalquivir*.

Zona muestreada	Variedad	Area de campos afectados en una zona dada (%)	Rango de incidencia (%)	Pérdidas máximas de cosecha estimada (%)
I	Bahía	100		
		50	5-35	—
	Girona	30	10-70	35
	Sequial	14	6-50	18
II	Ribello	6	7-80	30
		100		
	Bahía	60	5-25	—
III	Girona	30	8-50	20
	Ribello	10	12-45	—
		100		
IV	Bahía	80	5-40	—
	Sequial	10	16-55	—
	Ribello	10	18-90	75
V		100		
	Bahía	80	3-25	—
VI	Francés	20	8-60	—
		100		
	Girona	50	10-50	—
VII	Sequial	50	3-25	—
		100		
	Bahía	80	3-18	—
VIII	Ribello	20	5-30	—
		100		
VIII	Girona	100	11-65	25
		100		
	Bahía	0	4-22	—
VIII	Girona	20	12-99	90
	Ribello	20	11-80	—

* Los muestreos se realizaron durante 1977 y 1978.

** Para el muestreo se dividió el área en ocho zonas, señaladas: I-VIII.

*** Todos los campos de alrededor de 500 ha. en cada zona fueron muestreados. Ellos incluyeron entre el 16-17 por 100, del área total cultivada de arroz en las Marismas.

Cuadro 3.—Reacción de las variedades de arroz, a las infecciones de *Pyricularia oryzae*, en parcelas de reacción varietal. (IRRI, 1965; gráfico 4).

Variedad	N.º de escala	Nota- ción	Reacción
Bahía	4	M S	Moderadamente susceptible
Girona	5	S	Susceptible
Sequial	4	M S	Moderadamente susceptible
Francés	4	M S	Moderadamente susceptible
Ribello	5	S	Susceptible

1981 c). Las características que se ofrecen para la identificación de especies, se refieren a las de las estructuras sobre material vegetal por ser los valores de mayor interés y más ampliamente utilizados para tales identificaciones. Datos morfométricos sobre distintos medios de cultivo «*in vitro*» o sobre otras gramíneas que arroz, así como otros criterios, para las identificaciones específicas, basados en características patogénicas o fisiológicas, han sido publicados y discutidos por los autores, con anterioridad (MARÍN SÁNCHEZ, 1979; MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1981 c).

D. biseptata (fig. 3). Sus conidias son rectas, con forma de porra («clavete»; Ainsworth, James y Hawksworth, 1971), de color marrón o marrón claro, con «*exosporium*» liso, o en el 1 por 100 de las conidias, con 1-4 «pseudoseptas», con frecuencias del 80-90 por 100, las conidias mostraban 1-3 «pseudoseptas». Sus dimensiones oscilaron entre $41-12,3 \times 14,3-8,2 \mu\text{m}$. Los conidióforos, se presentaron solitarios o en pares, flexuosos o geniculados, con la célula basal ensanchada a modo de bulbo basal, en el 90 por 100 de los casos; las dimensiones del conidióforo fueron de hasta $133,2 \mu\text{m}$ en longitud y $6,1 \mu\text{m}$ en anchura.

D. cynodontis (fig. 5). Las conidias son marrón-claro u oliváceo-claro, curvadas, con escasa frecuencia rectas, y generalmente fusoides, presentando su mayor anchura en su mitad basal, y disminuyendo ésta gradualmente, hacia los extremos. Sus dimensiones han sido diferentes, según procedencia de los aislamientos. Los límites de esta variación fueron $88,1-30,7 \times 16,4-8,2 \mu\text{m}$. El número de pseudosep-

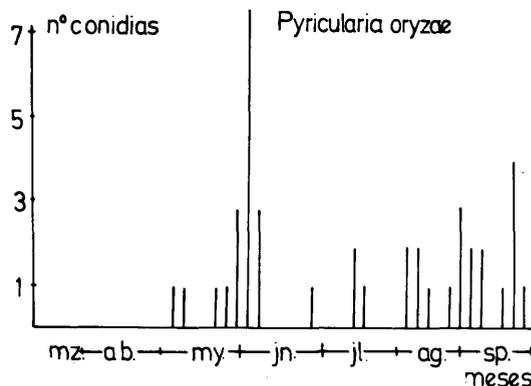


Gráfico 12.—Contenido de esporas en el aire de *Pyricularia oryzae*.

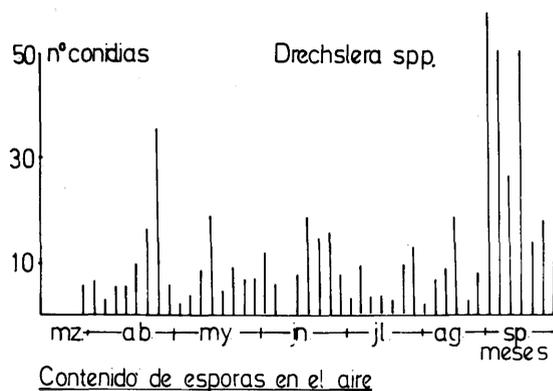
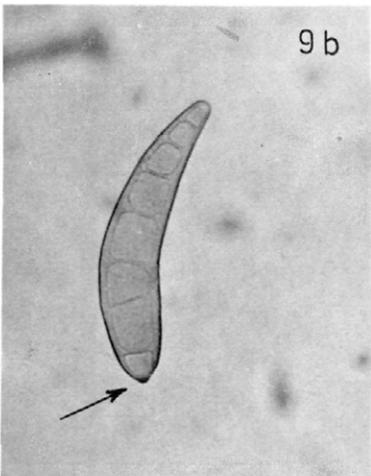
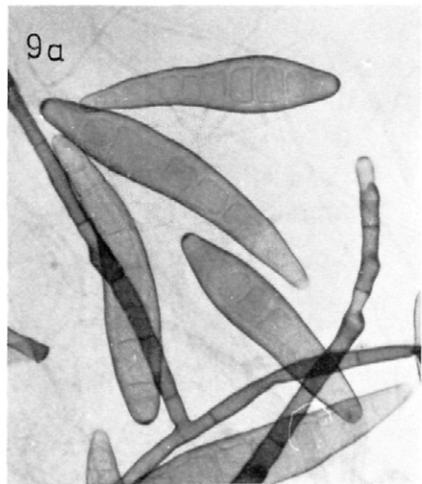
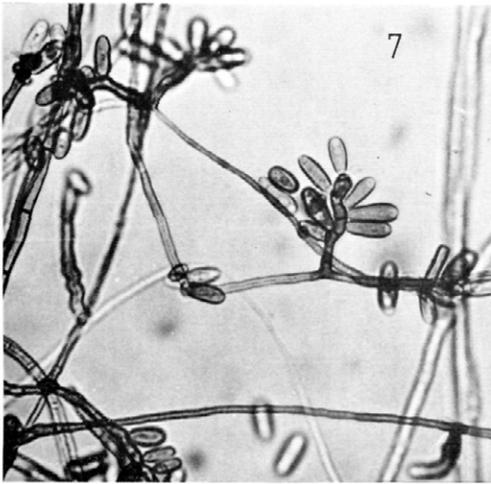
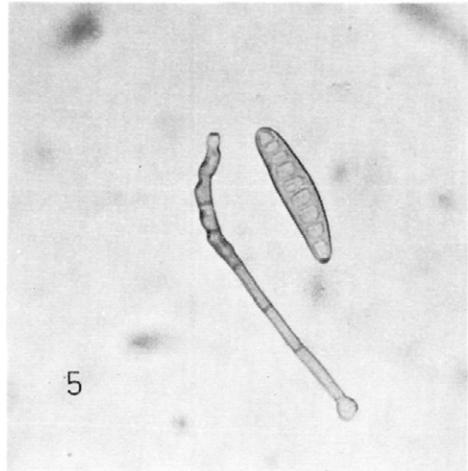
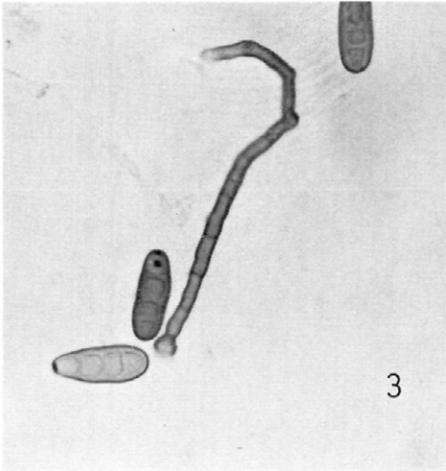


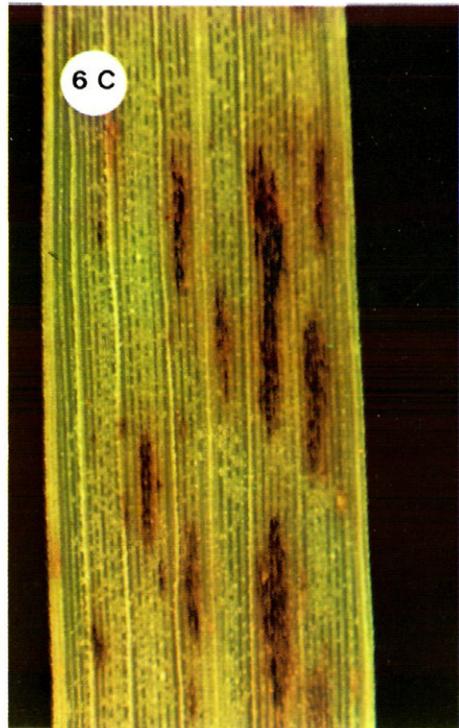
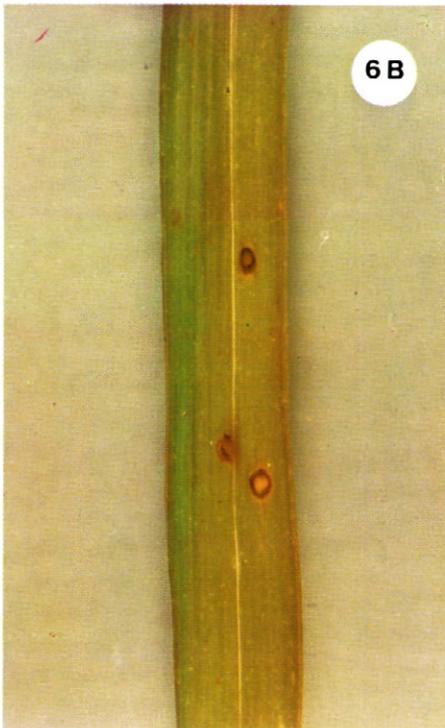
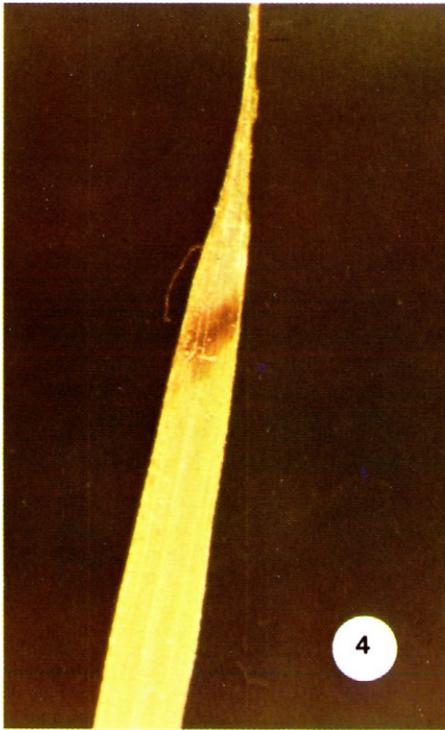
Gráfico 13.—Contenido de esporas en el aire de *Drechslera* spp.

tas conidiales osciló entre 4 y 10, con 6 como valor más frecuente.

Los conidióforos se forman solitarios, o, con frecuencia en grupos de 2 ó 3. Son flexuosos, con escasa frecuencia geniculados, de color marrón-oliváceo-claro u oliváceo-claro, con bulbo basal en el conidióforo en un porcentaje variable entre el 60 y 80 por 100 de los mismos. Las dimensiones oscilaron según aislamientos, entre los valores extremos $123-82 \times 2,8-6,1 \mu\text{m}$.

Figs. 3, 5, 7, 9, 11.—Conidióforos y conidias de *Drechslera* spp. Fig. 3.—*D. biseptata*. Fig. 5.—*D. cynodontis*. Fig. 7.—*D. hawaiiensis*. Fig. 9.—*D. oryzae*: 9a) Conidióforos y conidias. 9b) Detalle de hilo conidial «saliente». Fig. 11.—*D. sorokiniana*.







Figs. 4, 6.—Síntomas debidos a *Drechslera* spp. Fig. 4.—*D. bi-septata*. Fig. 6.—*D. cynodontis*. A, B, C, Distintos tipos de síntomas foliares. D, E, Síntomas en la vaina envolvente de la panoja. F. Síntomas en grano. G. Síntomas en raquis (pedúnculo del grano).



D. hawaiiensis (fig. 7). Sus conidias son marrones u oliváceo-claro, rectas, elipsoidales o cilíndricas y de extremos redondeados, con 2-6 pseudoseptas, más frecuente 5. Sus dimensiones fueron $30,7-14,3 \times 9,7-6,1 \mu\text{m}$.

Los conidióforos se desarrollan solitarios o agrupados en número de 3-5. Flexuosos de color marrón u oliváceo; sus dimensiones fueron $79,9 \times 4,1 \mu\text{m}$.

D. oryzae (Fig. 9). Conidias de color marrón-amarillento-claro, o amarillo claro, curvadas, fusiformes, con hilo pequeño y ligeramente saliente; más anchas en la mitad basal que en los extremos, hacia los cuales se estrecha, en particular hacia el extremo distal. El número de pseudoseptas osciló entre 4-11, más frecuente 7, y las dimensiones fueron $116,8-67,6 \times 22,5-14,3 \mu\text{m}$.

Los conidióforos son rectos, raramente flexuosos, de color marrón-amarillo-claro, o amarillo-claro, presentando ensanchamiento en la célula basal en el 50 por 100 de los mismos. Sus dimensiones fueron de hasta $410 \times 8,2 \mu\text{m}$.

D. sorokiniana (fig. 11). Conidias de color oliváceo u oliváceo-marrón-oscuro, elipsoidales o fusiformes, rectas o más frecuentemente curvadas; con 3-11 pseudoseptas, con 8 como valor más frecuente. Sus dimensiones variaron, según aislamientos, entre los límites $92,2-30,7 \times 22,5-12,3 \mu\text{m}$.

Los conidióforos se forman solitarios o en grupos de 2-3, siendo oliváceo-oscuros, flexuosos o geniculados, con bulbo basal entre el 40-50 por 100 de los casos, y dimensiones, variables según aislamientos, entre los máximos $225,5-205 \times 8,2 \mu\text{m}$.

Sintomatología de las infecciones y patogenicidad de los agentes

Los síntomas asociados con las infecciones por *Drechslera* spp. variaron en campo según los órganos afectados y especies fúngicas.

D. biseptata causó necrosis en ápices foliares de 8-20 mm. y color marrón (fig. 4). *D. cynodontis* indujo los síntomas más variados y afectó a mayor número de órganos,

incluyendo hoja y panícula. En láminas foliares causó puntuaciones necróticas marrón, y manchas necróticas redondeadas de 3-5 mm. de diámetro o subelipsoidales de $3 \times 2 \text{ mm.}$; de centro marrón claro o gris y borde marrón más oscuro (fig. 6). En raquis los síntomas consistieron en necrosis lineales marrón, de $1-2 \times 0,5 \text{ mm.}$; y en granos en lesiones marrón de centro más claro en ocasiones, subrectangulares o irregulares y ocupando la superficie total o parcialmente (fig. 6).

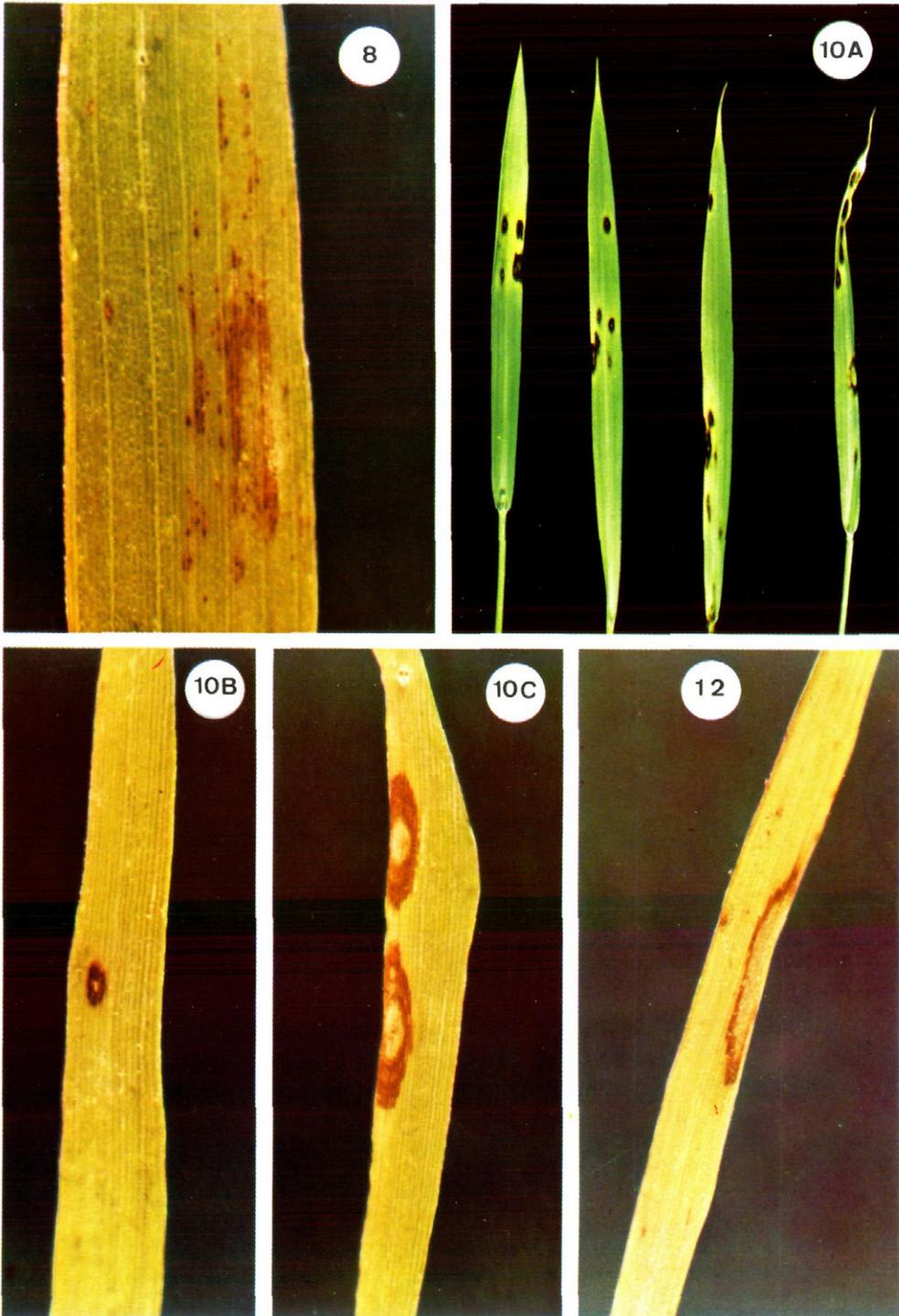
D. hawaiiensis causó puntuaciones necróticas o necrosis irregulares de bordes difusos y hasta 10 mm. de longitud (fig. 8); mientras que *D. oryzae* estuvo asociada con manchas necróticas elípticas, de hasta $3 \times 1,5 \text{ mm.}$ inicialmente azul-púrpura y marrón-rojizo con un centro circular marrón-claro o blanquecino cuando maduras (fig. 10); y *D. sorokiniana* causó manchas necróticas marrón, en ocasiones de centro claro, y subrectangulares, de $4-6 \times 1-2$ milímetros (fig. 12).

Distribución e importancia de las infecciones

La distribución de las especies de *Drechslera* según los campos muestreados en las distintas zonas se presenta en el Cuadro 4, y la severidad de las infecciones que causaron se incluye en el cuadro 5.

D. sorokiniana fue la especie más ampliamente distribuida, infectando a las variedades Bahía, Girona y Sequial en 85 de los 147 campos muestreados en cuatro zonas, que incluían una superficie afectada equivalente al 21,1 por 100 del área total. *D. cynodontis* siguió en importancia, por su distribución, ya que atacó cinco variedades en dos zonas, afectando a 38 de 63 campos, en una superficie del 9,4 por 100 de la total. *D. biseptata*, *D. hawaiiensis* y *D. oryzae* fueron las especies de distribución más restringida, afectando respectivamente a 3/22, 5/22 y 22/25 de los campos en una zona, con una superficie de 0,7, 1,2 y 5,5 de la total.

Las infecciones fueron de escasa severidad



Figs. 8, 10, 12.—Síntomas debidos a *Drechslera* spp. Fig. 8.—*D. hawaiiensis*. Fig. 10.—*D. oryzae*: A, Síntomas producidos en inoculaciones artificiales. B, Síntomas iniciales en campo. C, Síntomas desarrollados a partir de los 10B. Fig. 12.—*D. sorokiniana*.

Cuadro 4.—Distribución e importancia de *Drechslera* spp. que infecta al arroz en las Marismas del Guadalquivir

<i>Drechslera</i> spp.	Zona con campos afectados**	Cultivar**	N.º campos afectados N.º campos muestreados	Superficie de campos afectados respecto a la total de la zona (%)	Superficie de campos afectados respecto a la total del área (%)
<i>D. biseptata</i>	I	Girona	2/15	4	0,5
		Sequial	1/7	2	0,2
<i>D. cynodontis</i>	I	Bahía	18/25	36	4,5
		Girona	5/15	10	1,2
		Ribello	2/3	4	0,5
		Sequial	6/7	12	1,5
		Ital-Patna	7/13	14	1,7
<i>D. hawaiiensis</i>	I	Girona	3/15	6	0,7
		Sequial	2/7	4	0,5
<i>D. oryzae</i>	V	Girona	22/25	44	5,5
<i>D. sorokiniana</i>	I	Bahía	15/25	30	3,7
		Girona	5/15	10	1,2
	Sequial	2/7	4	0,5	
	II	Bahía	20/30	40	5,0
	III	Bahía	25/40	50	6,2
	VIII	Bahía	18/30	36	4,5

* Se llevaron a cabo prospecciones fitopatológicas en las Marismas del Guadalquivir (Sevilla) en 1977 y 1978.

** A efectos de muestreo el área arrocerá fue dividida en ocho zonas, denominadas I-VIII, que incluyeron el 16-17 por 100 de la superficie total del área considerada.

*** En cada zona se muestrearon todos los campos y cultivares.

en las hojas, pero afectaron hasta el 90 por 100 de la superficie de los granos (cuadro 5). *D. biseptata*, *D. hawaiiensis* y *D. oryzae* infectaron solamente láminas foliares de las hojas más bajas de plántulas en los estados 1,2, 1,4 y 1,3 con valores medios de severidad de 4,0, 7,0-7,5 y 8, respectivamente. *D. cynodontis* atacó severamente el grano, afectando hasta el 90 por 100 de su superficie según variedades (cuadro 5), así como láminas foliares de las hojas superiores de los cultivares Bahía e Ital-Patna en el estado de «zurrón», si bien la severidad fue inferior a la de las infecciones de grano. *D. sorokiniana* infectó sólo láminas foliares de la primera hoja de plántulas en el estado 1.2, o de hojas inferiores y superiores de plantas en el estado de «zurrón» (4) o posteriores, con severidad media que varió entre 5-6,5 por 100 (cuadro 5).

Contenido de esporas en el aire

Conidias de *Drechslera cynodontis* y/o *D. sorokiniana*, fueron capturadas en todo el período de capturas, desde antes de la siembra hasta una vez concluida la recolección. Estas capturas poseen máximos que coinciden con nuestras observaciones de lesiones, foliares o en grano, más abundantes, con períodos de humedades relativas máximas, y temperaturas medias más bajas. La dificultad de distinguir especies de *Drechslera* por su sola morfología conidial (MARIN SANCHEZ y JIMENEZ DIAZ, 1981 c) impide la cuantificación por separado de las capturas de dichas especies (gráfico 13).

Fusarium spp. En su revisión del estado actual de la taxonomía del género *Fusarium* Link, BOOTH (1975) afirmó que todos los géneros de hongos, a menos que sean monotípicos,

Cuadro 5.—Severidad de las infecciones de arroz por *Drechslera* spp. en las Marismas del Guadalquivir*.

<i>Drechslera</i> spp.	Zona con campos afectados**	Cultivas***	Estado fenológico****	Organo afectado	Superficie tejido afectada***** (%)	
					Valor medio	Rango
<i>D. biseptata</i>	I	Girona	1,2	Hoja 1	4,0	2-5
		Sequial	1,2	Hoja 1	4,0	2-5
<i>D. cynodontis</i>	I	Bahía	4,0	Hoja 3-5	3,0	1-5
		Girona	6,0	Grano	25,0	10-50
		Ribello	6,0	Grano	60,0	25-90
		Sequial	6,0	Grano	50,0	25-90
		Ital-Patna	3,6-4,0	Hoja 3-4	15,0	5-20
<i>D. hawaiiensis</i>	I	Girona	1,4	Hoja 1-2	7,5	5-8
		Sequial	1,4	Hoja 1-2	7,0	5-8
<i>D. oryzae</i>	V	Girona	1,3	Hoja 1-2	8,0	1-10
<i>D. sorokiniana</i>	I	Bahía	4,0	Hoja 1-3	6,0	2-8
		Girona	1,2	Hoja 1	5,0	3-7
		Sequial	1,2	Hoja 1	5,0	3-7
	II	Bahía	6,5	Hoja 1-3	6,0	5-7
		Bahía	6,5	HOja 3-5	6,5	5-7
	VIII	Bahía	6,0	Hoja 2-4	6,5	2-8

* Se llevaron a cabo prospecciones fitopatológicas en las Marismas del Guadalquivir (Sevilla), en 1977 y 1978.

** A efectos de muestreo el área arrocera fue dividida en ocho zonas, denominadas I-VIII, que incluyeron el 16-17 por 100 de la superficie total del área considerada.

*** En cada zona se muestrearon todos los campos y cultivares.

**** La determinación de los estados fenológicos en las plantas muestreadas se realizó según las claves de Clive (1971).

***** La superficie afectada se estimó según las claves de Aluko (1975) y Clive (1971).

tienen bordes confusos, esto es, se confunden con los géneros relacionados, de manera que es cuestión de opinión el género al que debiera asignarse una especie intermedia, y que a este respecto, los límites del género *Fusarium* son más homogéneos que los de otros géneros.

Sin embargo, la afirmación anterior no puede extenderse a los niveles infragenéricos. Esto es, la separación de especies en *Fusarium* presenta dificultades, lo cual queda reflejado en los sistemas taxonómicos elaborados desde que el género fue erigido por LINK en 1809 (AMSTRONG *et al.*, 1975). Una revisión de la taxonomía y nomenclatura del género, así como revisión y discusión de criterios separativos de especies, han sido publicados con anterioridad, poniendo especial énfasis sobre las especies que infectan arroz (MARÍN SÁNCHEZ, 1979), así como sobre la revisión y dimensión de la varia-

ción patogénica inter o intraespecíficas (MARÍN SÁNCHEZ, 1979; MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1981 a).

En lo que sigue, nuestras descripciones e identificaciones estarán basadas en el criterio de BOOTH (1971, 1977), por entender que sus descripciones y claves separativas son las más completas y estandarizadas, aunque otras claves, o descripciones, basadas en otros criterios separativos, son usadas por diversos investigadores (GILMAN, 1957, 1963; GORDON, 1952; HORNOK, 1975; MESSIAEN y CASSINI, 1968; SNYDER y HAUSEN, 1940, 1941, 1945; SNYDER y TOUSSOUN, 1965; TOUSSOUN y NELSON, 1975).

Fusarium culmorum (fig. 13). Colonia con pigmentación rojizo, pasando a marrón rojizo en colonias de quince días. Tasa de crecimiento, a los cuatro días, de 8-9 cm. de diámetro.

Produce solamente macroconidias, uniformes en forma, con mayor frecuencia con 3 ó 5 septas, aunque puede presentarse conidias de 6 ó 7 septas. Las dimensiones conidiales oscilaron entre los valores:

Conidias con 3 septas: $36,9-24,6 \times 6 \mu\text{m}$.

Conidias con 5 septas: $48,34 \times 7-6 \mu\text{m}$.

Conidias con 6 septas: $46-36 \times 6 \mu\text{m}$.

Conidias con 7 septas: $48-26 \times 7,4-6 \mu\text{m}$.

Las conidias son producidas en fialidas sobre conidióforos ramificados.

Clamidosporas presentes, aisladas, en cadenas o en grupos compactos, con forma oval o esférica, y dimensiones entre $8-18 \times 19-12 \mu\text{m}$.

Fusarium equiseti (fig. 15). Colonia con pigmentación melocotón o avellanáceo, con tasa de crecimiento, a los cuatro días de $5,8-6,5 \text{ cm}$. de diámetro.

Produce sólo macroconidias de 3-7 septas, con dimensiones:

Conidias con 3 septas: $36-24 \times 5,4-3 \mu\text{m}$.

Conidias con 5 septas: $34-32 \times 5-4 \mu\text{m}$.

Conidias con 7 septas: $50-42 \times 4,4-4 \mu\text{m}$.

Estas son producidas en fialidas sobre conidióforos simples. Las clamidosporas son globosas, de 7-14 μm . de diámetro, solitarias, en cadenas o en grupos compactos.

Fusarium moniliforme (fig. 17). Colonia de coloración variable según aislamientos, desde melocotón o salmón, hasta púrpura-vináceo o violeta, siendo éste último el más frecuente entre nuestros aislamientos. Tasa de crecimiento, a los cuatro días, de $3,8-4,6 \text{ cm}$. de diámetro.

Produce microconidias y macroconidias. Las primeras más frecuentes que las segundas, las cuales no son producidas a veces. Las microconidias son fusoides o con forma de porra, aseptadas o con una septa en ocasiones. Sus dimensiones oscilan entre $5-16 \times 2-3,5 \mu\text{m}$., y son producidas, en cadenas, por fialidas alargadas de 18-30 μm . de longitud, y 2 μm . de anchura en la base. Las macroconidias, cuando presentes, muestran de 3-7 septas, con dimensiones, en cualquier caso, que oscilan entre $60-25 \times 2-6 \mu\text{m}$., producidas en fiali-

das cortas, que se presentan simples o en conidióforos con 2-3 fialidas. Clamidosporas ausentes.

Fusarium semitectum (fig. 19). Colonia de color melocotón, pasando a avellanaceo a los quince días. Tasa de crecimiento de $5,9-6,1 \text{ cm}$ de diámetro a los cuatro días desde la transferencia a placa.

Produce macroconidias de dos tipos, primarias y secundarias. Las macroconidias primarias poseen de 0-5 septas y dimensiones $48-22 \times 2-5 \mu\text{m}$.; son producidas en células poliblasticas. Las macroconidias secundarias, con 3-7 septas, más frecuentes 6-7, se producen en fialidas, en ocasiones agrupadas en esporodocios. Las dimensiones de las macroconidias secundarias oscilaron entre $50-32 \times 5,5-4 \mu\text{m}$.

Clamidosporas ausentes en algunos aislamientos, o abundantes, globosas o subsféricas, de 12-8 μm . de diámetro, simples o en cadenas.

Sintomatología de las infecciones y patogenicidad de los agentes

F. culmorum, fue aislado de manchas necróticas marrones, y de ápices necrosados, en láminas foliares de plántulas. Las lesiones oscilaron desde puntuales a rectangulares, de dimensiones $1-2 \times 4-6 \text{ mm}$., cubrieron del 3-5 por 100 de la superficie de la fámia foliar. Esta especie no infectó plantas adultas, no causando pérdidas de cosecha estimables. Se encontró solamente en la zona I (cuadro 6), donde afectó a todos los campos de las variedades Girona y Sequial, pero no a Bahía y Ribello, con rango de incidencias de 15-25 por 100 y 10-15 por 100, respectivamente. Los campos afectados incluyeron el 44 por 100 del área de la zona I, y el 5,5 por 100 del área respecto al total muestreado (cuadro 6).

F. equiseti (fig. 16), fue aislado de plantas adultas que mostraron una decoloración en tejidos vasculares del tallo. La decoloración se desarrolló acrópetamente desde la base, llegando hasta el tercer nudo (desde la base), en al-

gunos casos. La coloración de los tejidos vasculares afectados fue rojiza al principio, más tarde marrón, y por último, negra en las infecciones más severas (fig. 16). Plantas afectadas se mostraron en zona I, y en las variedades Ribello y Sequial, pero no Bahía y Girona (cuadro 6). El área con plantas afectadas en zona I fue del 8 por 100, lo que equivale al 1 por 100 del área total muestreada. Los valores medios de incidencia fueron de 5 por 100 en Sequial, y 35 por 100 en Ribello. Las pérdidas de cosecha no fueron sustanciales en Sequial y se estimaron del 10 por 100 en Ribello.

F. moniliforme (fig. 18), fue aislado de plantas muertas, desde el estado de «zurrón» (4, según escala). Las plantas afectadas mostraban raíces de color marrón oscuro o negro y sus panículas erectas, portaban granos vacíos; los tallos correspondientes, presentaban una coloración negra desde su base, que podía extenderse hasta el cuarto entrenudo (3/4 de la altura del tallo). Asimismo, se desarrollaron raíces adventicias en los nudos de las zonas afectadas del tallo y abundante micelio blanquecino en nudos que presentaban o no raíces

adventicias, pero sí estaban severamente afectados. En algunos casos, los tejidos del cuello de las plantas con síntomas, llegaban a pudrirse, con lo que el tallo y las raíces se separaban con facilidad, en este punto, al extraer las plantas del suelo.

Las infecciones sucedieron en las zonas I, II y III (cuadro 6), donde fue afectado sólo el cultivar Ribello, pero no el resto de los cultivos de estas zonas. Todos los campos, de estas zonas, en que creció Ribello, mostraron plantas enfermas. Ellos incluyeron el 6 por 100 del área de las tres zonas, y el 2,3 por 100 del área total muestreada. La incidencia de los ataques varió entre las zonas muestreadas desde 5-18 por 100, hasta 50-70 por 100. Pérdidas de cosecha fueron estimadas en un rango del 18-23 por 100, siendo la zona I la más severamente afectada (cuadro 6).

F. semitectum (fig. 20), fue aislado de panículas afectadas y tallos. En las vainas envoltentes de las panículas, se observaron, a partir del estado de «zurrón» (est. fenol. 4), lesiones irregulares, primero de color amarillento, y posteriormente marrón oscuro. En es-

Cuadro 6.—Distribución e importancia de *Fusarium* spp. que infectan arroz en las Marismas*.

<i>Fusarium</i> spp.	Zona con campos afectados**	Variedad***	N.º campos afectados	Area de los campos afectados	Area de los campos afectados	Incidencia de las infecciones (%)	Pérdidas de cosecha estimada (%)
			N.º campos muestreados	en una zona (%)	en el área de cultivo (%)		
<i>F. culmorum</i>	I	Girona	15/15	30,0	3,7	15-25	—
		Sequial	7/17	14,0	1,8	10-15	—
<i>F. moniliforme</i>	I	Ribello	2/3	4,0	0,5	50-70	18-23
		Ribello	5/5	10,0	1,3	5-18	5
	III	Ribello	2/2	4,0	0,5	15-25	5-8
<i>F. equiseti</i>	I	Ribello	1/3	2,0	0,2	35	10
		Sequial	3/7	6,0	0,8	3-7	—
<i>F. semitectum</i>	I	Bahía	5/25	10,0	1,3	5-10	—
		Girona	7/15	14,0	1,8	10-14	—
		Ribello	1/3	2,0	0,3	40	15
	III	Sequial	4/7	8,0	1,0	6-10	—
		Ribello	1/2	2,0	0,3	25	10
		IV	Francés	2/10	4,0	0,5	10

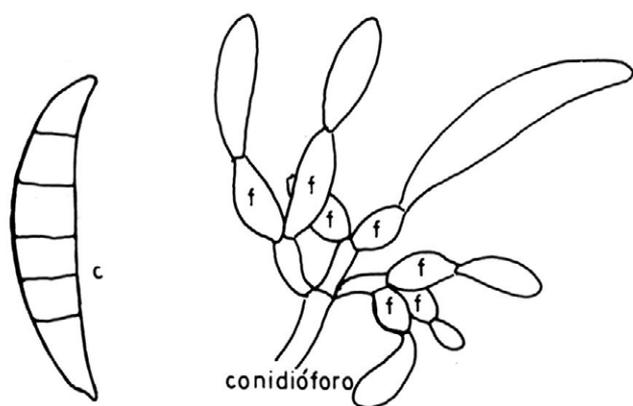
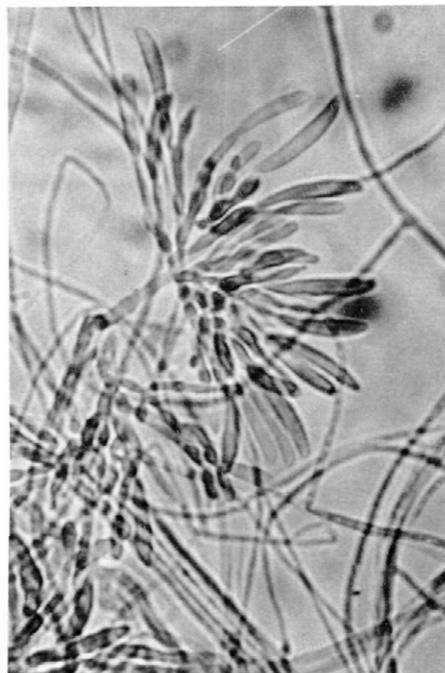
* Los muestreos fueron realizados durante 1977 y 1978.

** Fueron definidas ocho zonas de muestreo, señaladas: I-VIII, en el área de cultivo, las cuales incluyeron entre el 16-17 por 100 del área cultivada.

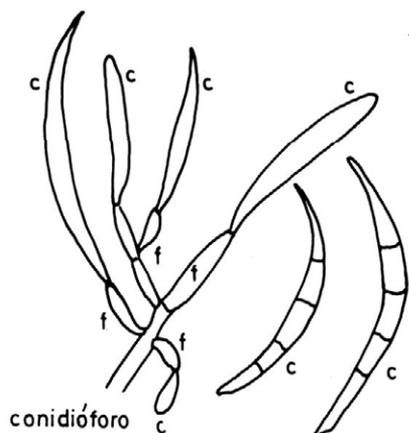
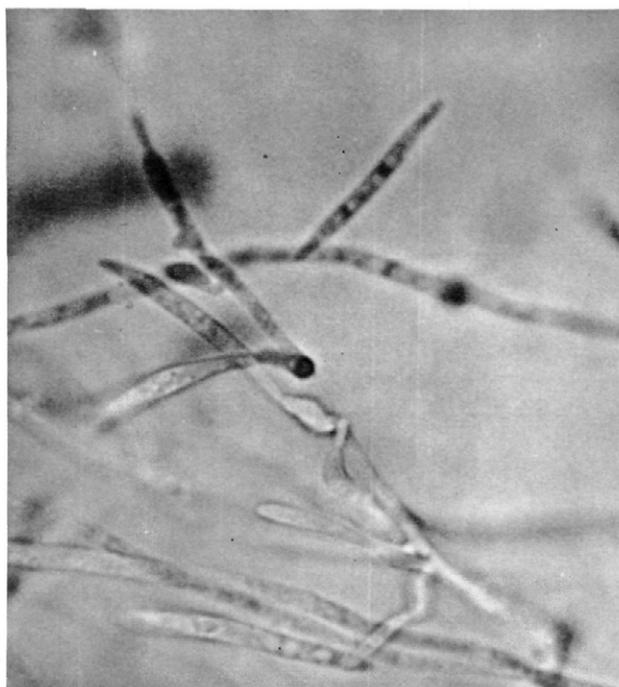
*** Todas las variedades cultivadas en el período de muestreo, fueron muestreadas en cada zona.



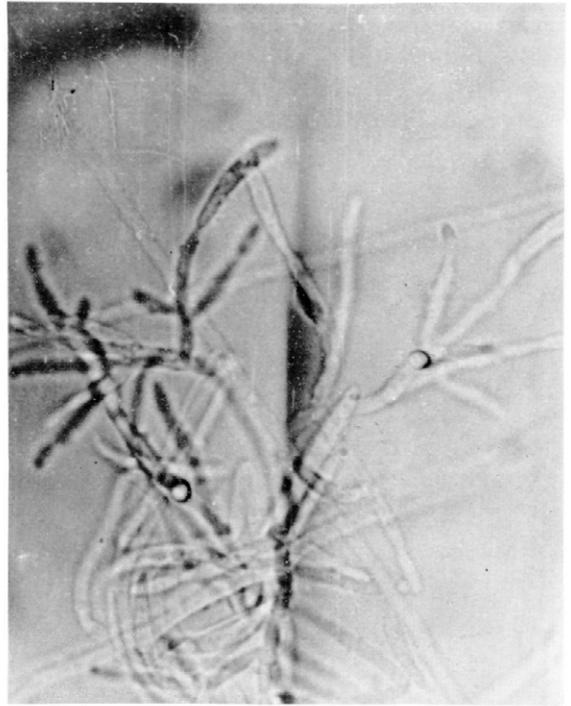
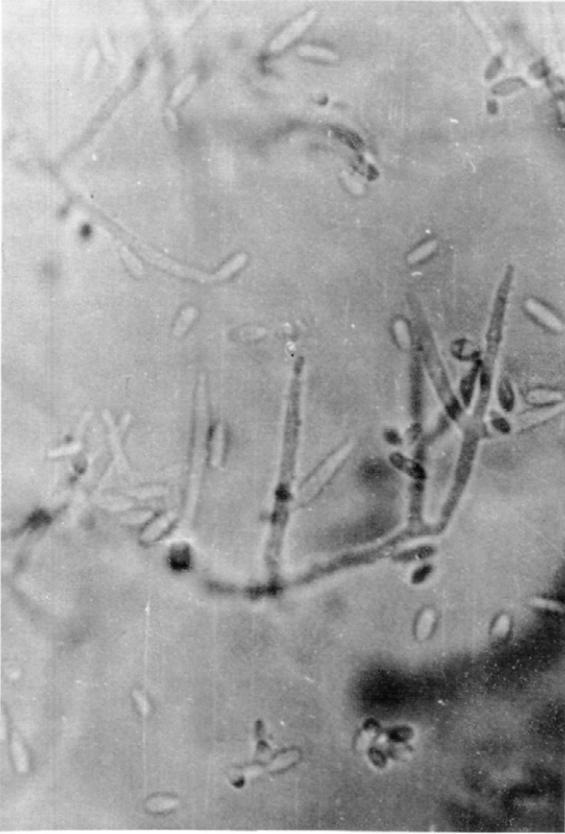
13

Fusarium culmorum

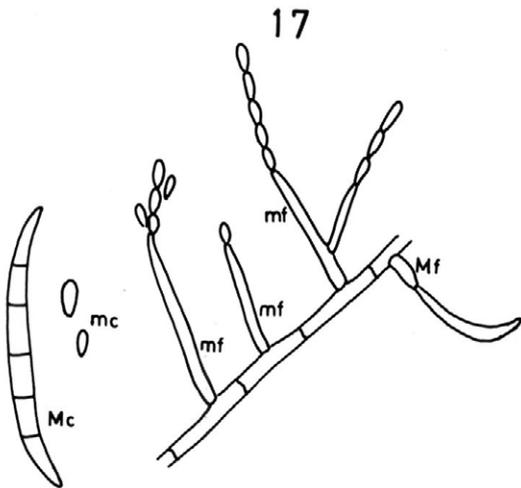
15

Fusarium equiseti

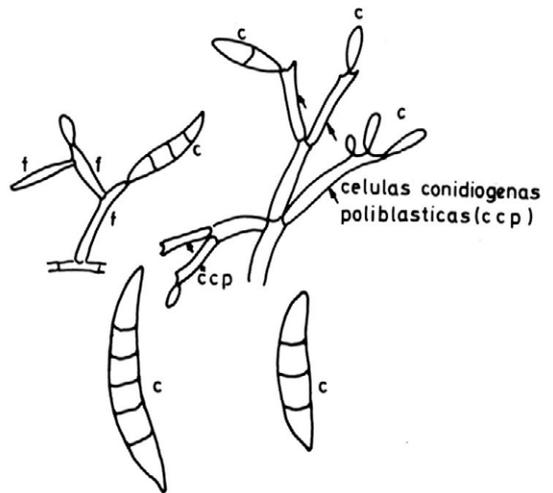
Figs. 13, 15, 17, 19.—Conidióforos y conidias de *Fusarium* spp. Fig. 13.—*F. culmorum*. Fig. 15.—*F. equiseti*. Fig. 17.—*F. moniliforme*. Fig. 19.—*F. semitectum*. c, conidias; f, filialdas; mc, microconidias; mf, microfialdas; Mc, macroconidias; Mf, macrofialdas; ccp, células conidiógenas poliblasticas.



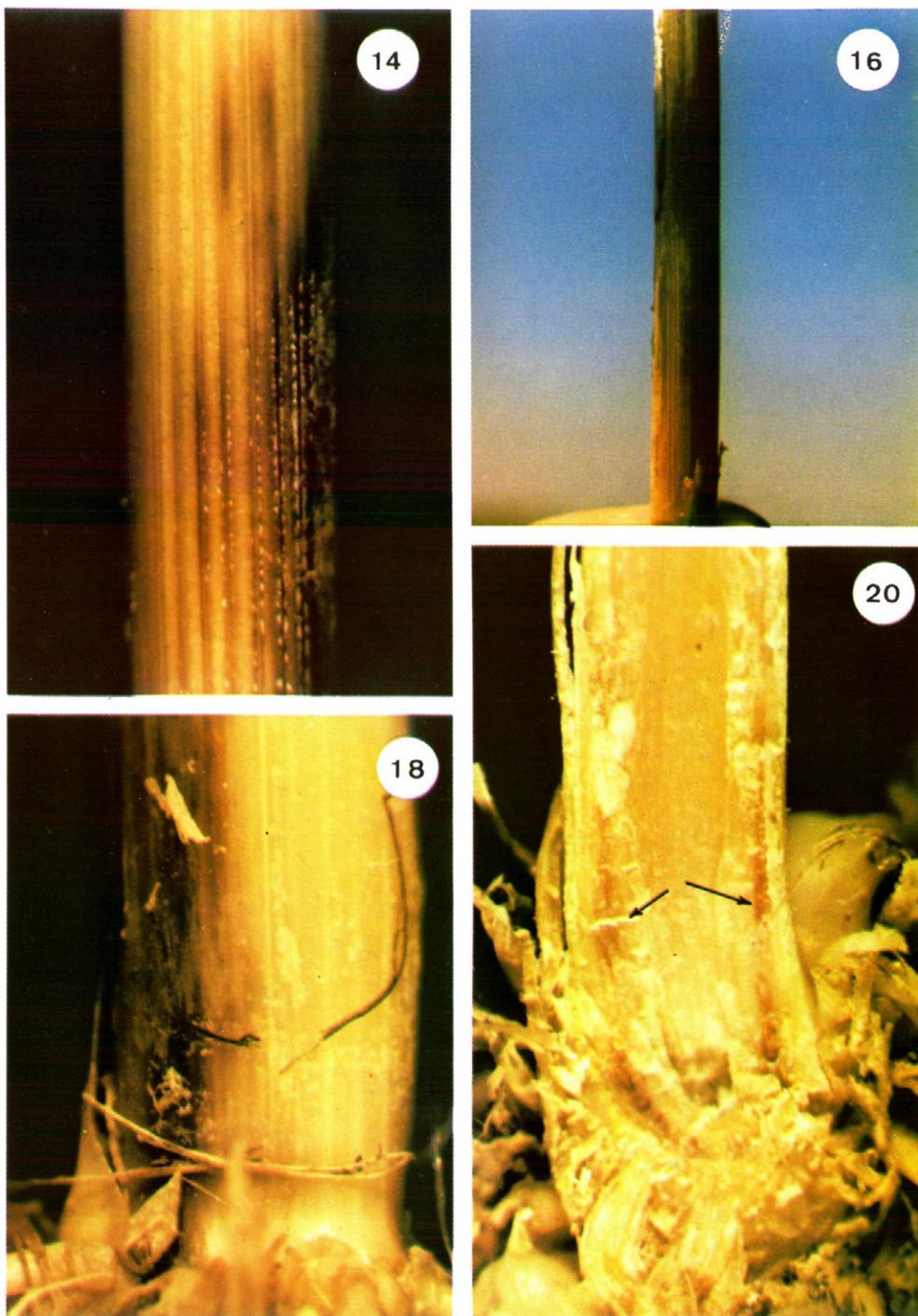
19



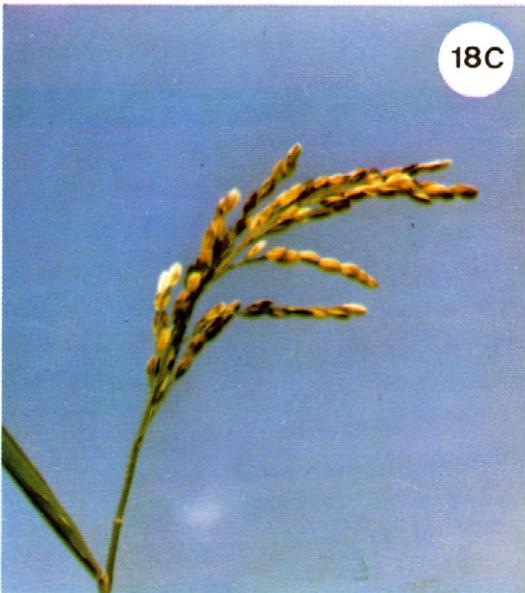
Fusarium moniliforme



Fusarium semitectum



Figs. 14, 16, 18, 20.—Síntomas debidos a *Fusarium* spp. Fig. 14.—*F. equiseti*. Fig. 16.—*F. moniliforme*. Fig. 18.—*F. semitectum*: 18, Necrosis sectorial en el primer entrenudo. A, B, Necrosis restringida (A) y generalizada (B), en vaina envolvente de la panoja. C, Necrosis de granos en panoja, emergida de vainas con síntomas 18B. D, Necrosis restringida en grano. Fig. 20.—Necrosis vasculares debidas a *F. equiseti* o *F. semitectum*.



ta época comienzan a producirse necrosis restringidas primero y generalizadas después, en las superficies de las espiguillas, que continúan su progreso en extensión y número durante la floración y maduración del grano.

Tallos infectados mostraron una coloración rojiza de tejidos vasculares, que progresó hasta el cuarto entrenudo desde la base. Ocasionalmente, esta coloración se extendió desde los tejidos vasculares hasta los adyacentes, resultando una necrosis sectorial del tallo (fig. 20).

Las infecciones de esta especie se presentaron en las zonas I, III y IV (cuadro 6). El número de campos afectados varió entre zonas y variedades (cuadro 6). Así, mientras en la zona I fueron afectadas todas las variedades, solamente fue afectada Ribello en la zona III, y francés en la zona IV.

Los campos afectados incluyeron el 13,3 por 100 del área en las tres zonas, y el 5,2 por 100 del área total muestreada.

Las incidencias medias fueron 7,5 por 100, 25 por 100 ó 40 por 100 de plantas con tallos y panículas infectados, y del 10 por 100 con panículas infectadas solamente (cuadro 6). Las pérdidas de cosecha fueron estimadas en campos con plantas que mostraban infecciones en tallo. Las pérdidas medias fueron del 10 por 100 en campos con el 25 por 100 de incidencia, y del 15 por 100 de pérdidas en campos con el 40 por 100 de incidencia.

En inoculaciones artificiales de plántulas, mediante herida de raíces, *F. culmorum*, *F. moniliforme* y *F. semitectum*, causaron necrosis generalizadas de raíces, tallos y vainas de las hojas bajas, en todas las variedades testadas. Los síntomas se desarrollaron veinte días después de la inoculación, muriendo todas las plántulas cinco días después (a los veinticinco días desde la inoculación). Las inoculaciones con *F. equiseti* causaron síntomas similares a los de otras *Fusarium* spp., o bien, necrosis restringidas en tallos y vainas de hojas inferiores, resultando en una mortalidad del 40-75 por 100 de las plántulas inoculadas. *F. equiseti* o *F. semitectum* no indujeron la necrosis vascular como en campo, probablemente por

que las plántulas inoculadas fueron severamente afectadas.

Las inoculaciones foliares de plántulas con macroconidias de *F. culmorum*, indujeron necrosis subrectangulares en láminas foliares o necrosis en los ápices de las mismas (fig. 14) sólo cuando se añadió peptona a la suspensión del inóculo. Estos síntomas fueron semejantes a los observados en campo.

Nakataea sigmoidea (fig. 21). Conidias de color oliváceo, ensanchadas en su centro y disminuyendo abruptamente en anchura, hacia los extremos; forma sigmoide, con 1-3 septas, más frecuentes 3, y con células centrales de la conidia, oscuras, mientras las extremas son claras. Las dimensiones conidiales, sobre el material vegetal, oscilaron entre 66,5-58,2 × 12,5-10,4 µm.

Los conidióforos, de color oliváceo, presentaron una longitud de hasta 218 um., anchura entre 4,2-6,3 um.

Los esclerocios son esféricos, negros, con diámetro entre 208-374 µm.

Sintomatología, distribución e intensidad de las infecciones

N. sigmoidea (fig. 22), fue aislado de manchas necróticas en láminas foliares, las cuales fueron observadas por primera vez, a partir del estado de «zurrón». Dichas manchas fueron de color rojo-púrpura, redondeadas o elípticas, de alrededor de 2 mm. de longitud. Estas fueron encontradas en 7 de los doce campos muestreados de la variedad Sequial en la zona V, con un rango de incidencia de 0,3-0,5 por 100 y severidad menor del 1 por 100 de la superficie de la lámina foliar.

Las infecciones en la base del tallo fueron las más comunes. En la vaina de las hojas en contacto con el agua de riego, se presentaron manchas necróticas irregulares de bordes más o menos difusos, 1-2 cm. de longitud y 0,5-1 cm. de anchura, color negro y halo de color marrón.

En tallo las constituyeron lesiones necróticas en zona de entrenudos, de forma irregular y

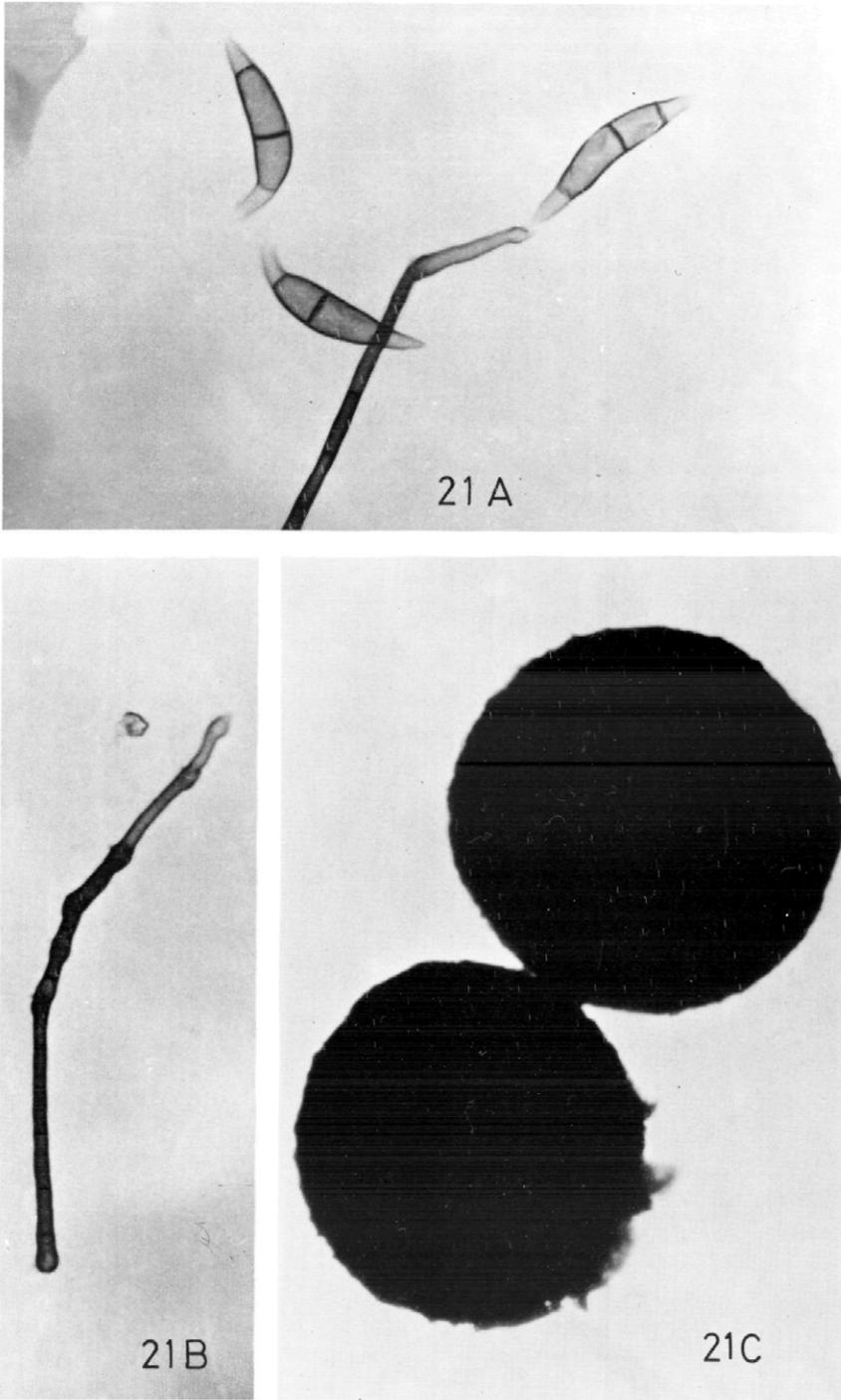


Fig. 21.—*Nakataea sigmoidea* (*Sclerotium oryzae*): A, Conidias y parte superior del conidióforo. B, Conidióforo. C, Esclerocios.

Cuadro 7.—Distribución e importancia de las infecciones de arroz causadas por *Sclerotium oryzae* (*Nakataea sigmoidea*) en las Marismas*.

Zona muestreada (**, ***)	Variedad	N.º de campos afectados/n.º de campos muestreados	Area de los campos afectados en una zona dada (%)	Rango de incidencia (%)
I	Bahía	18/25	36	25-60
	Girona	6/15	12	10-30
	Sequial	4/7	8	20-55
	Ribello	1/3	2	8-30
II			36	
	Bahía	12/30	24	15-45
	Girona	5/15	10	5-25
III			38	
	Bahía	17/40	34	18-50
	Sequial	1/5	2	16-55
IV	Ribello	1/5	2	3-24
			56	
V	Bahía	21/40	42	14-50
	Francés	7/10	14	18-47
VI			36	
	Girona	11/25	22	15-35
VII	Sequial	7/25	14	25-65
			44	
VIII	Bahía	19/40	38	6-25
	Ribello	3/10	6	3-17
	Girona	13/50	26	13-23
			72	
	Bahía	23/30	46	23-57
	Girona	7/10	14	11-28
	Ribello	6/10	12	7-27

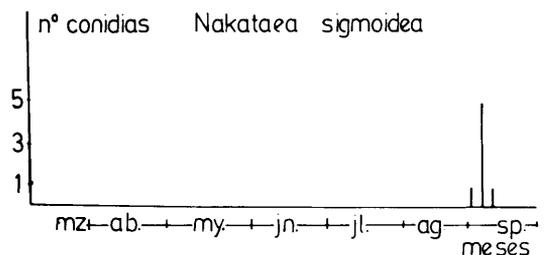
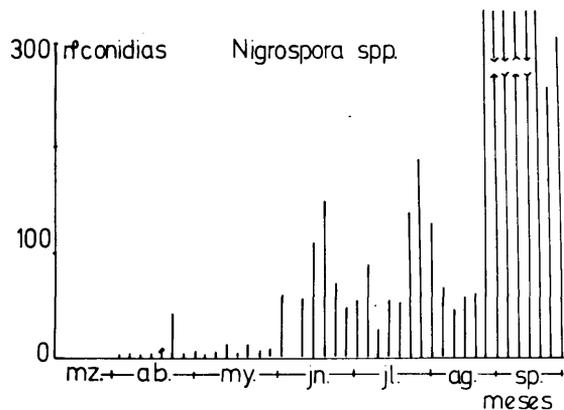
* Los muestreos fueron realizados en 1977 y 1978.

** Para el muestreo, fue dividida, el área de cultivo, en ocho zonas, señaladas: I-VIII.

*** Todos los campos de alrededor de 500 ha. en cada zona, fueron muestreados. Ellos incluyeron entre el 16-17 por 100 del área total cultivada en las Marismas.

bordes difusos, 1-2 cm. de longitud y 0,5 cm. de anchura y color negro con bordes marrones (fig. 22). Las necrosis en vaina o tallo se generalizaron a los tejidos de dichos órganos, siendo éste el aspecto más frecuente con que se presentaron.

Las infecciones en la base del tallo, se presentaron en todas las zonas muestreadas, si bien con intensidad variable, desde el 72 por



Contenido de esporas en el aire

Gráfico 14.—Contenido de esporas en el aire de *Nakataea sigmoidea* y *Nigrospora* spp. (gráfico 15).

100 de incidencia en los campos muestreados de la zona VIII ó el 52 por 100 en los correspondientes de la zona I, hasta el 26 por 100, en los de la zona VII (cuadro 7). Asimismo, todas las variedades muestreadas fueron afectadas. La incidencia de las infecciones varió ampliamente entre las variedades de una zona, así como entre zonas respecto a una variedad dada, correspondiendo los máximos valores, en forma consistente, a Bahía y Sequial (cuadro 7).

Contenido de esporas en el aire

Las conidias de *N. sigmoidea* se capturaron solamente en la primera semana de septiem-

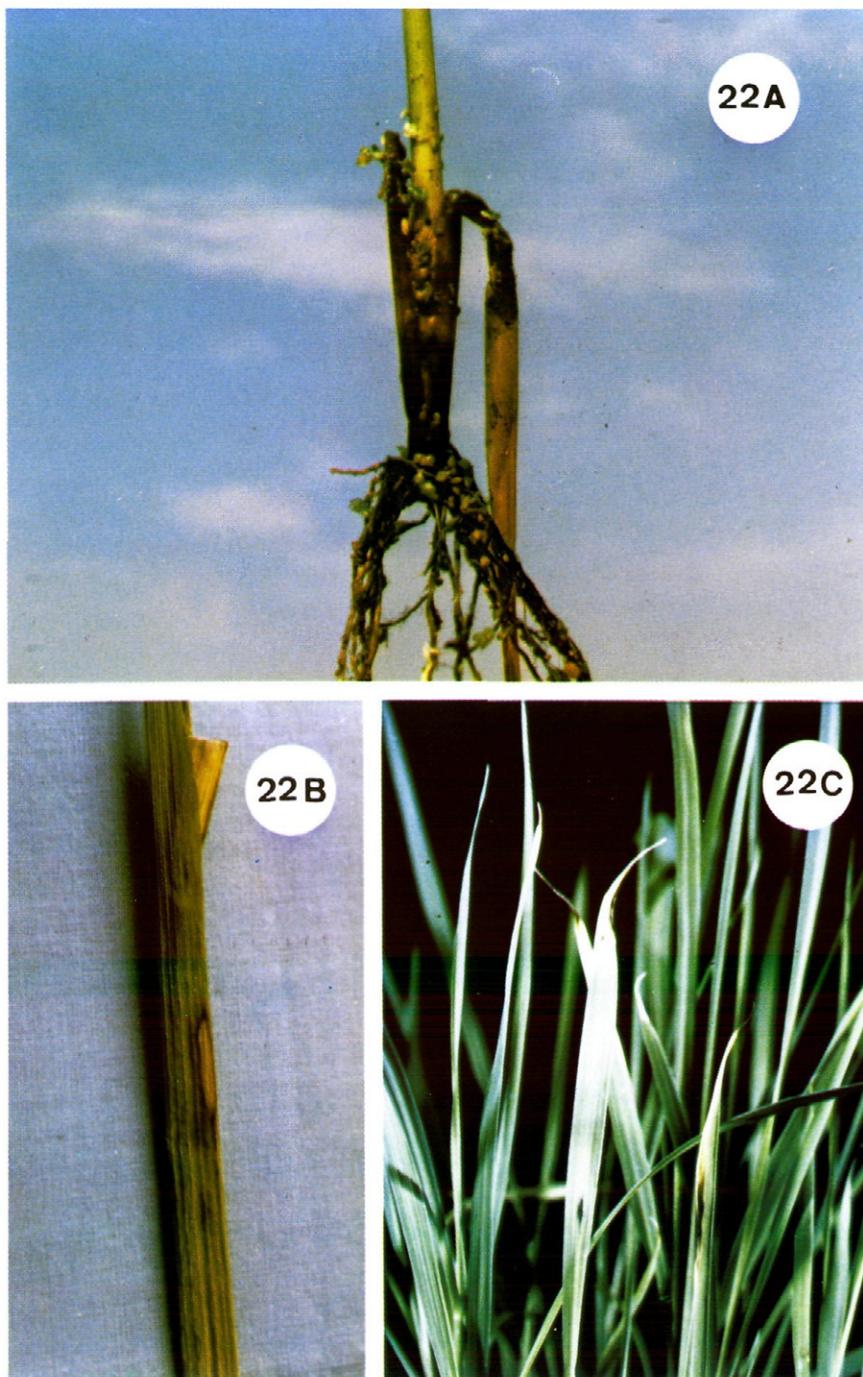


Fig. 22.—Síntomas debidos a *Sclerotium oryzae* (*Nakataea sigmoidea*): A, Necrosis en vainas y tallo de la parte inferior de la planta. B, Síntoma en vaina de las hojas bajas, consistente en necrosis restringida con borde marrón y centro claro. C, Síntomas en láminas foliares de plántulas, debidos a conidias de *N. sigmoidea*, en inoculaciones artificiales.

bre, al final del ciclo de cultivo, y en cantidades que no superaron las 5 conidias por porta (gráfico 14).

Nigrospora oryzae (fig. 23). Sobre el material vegetal produce conidias elipsoidales o esféricas, al principio hialinas y con forma aún no esférica, pasando a adquirir un color negro-brillante y la forma señalada. Sus dimensiones son de 16-10 μm . de diámetro. Las conidias se producen a partir de células hialinas o débilmente oscurecidas, que forman el conidióforo, y cuyas dimensiones oscilan entre 3-8 μm . de anchura.

Nigrospora sphaérica (fig. 23), muy semejante a la anterior, muestra conidias de dimensiones mayores a la anterior, 14-20 μm . de diámetro, con células conidiógenas, forma y coloraciones, similares a la anterior.

Sintomatología, distribución e intensidad de las infecciones

Las especies de *Nigrospora* (fig. 24) causaron infecciones en láminas foliares y granos, sin que se pudieran establecer diferencias sintomatológicas entre especies.

En láminas foliares se produjeron necrosis de distintos tamaños y aspecto, puntuales, alargadas u ovals, de bordes poco definidos. Las puntuales eran de 0,2 mm. de diámetro, las alargadas de 3 mm. de longitud y 1-2 mm. de anchura, en la dirección de las nerviaciones, y las ovaladas midieron 2.5×1.2 mm. En todas ellas la coloración era marrón.

En grano, fueron restringidas puntuales, o generalizadas. Las manchas necróticas puntuales midieron alrededor de 3 mm. de diámetro, y eran de color marrón-rojizo.

En el caso de las necrosis generalizadas, éstas poseían forma irregular y situadas en el extremo apical del grano, ocupaban entre 1/2 y 1/3 de la longitud de éste. Su color era marrón.

La severidad de las infecciones en láminas foliares no superaron el 1 por 100 del área de la lámina foliar, y en caso de necrosis restringidas en grano, la severidad de las infecciones no superó el 5 por 100 de la superficie del mismo en cualquiera de los casos. Las necrosis generalizadas en este órgano, estuvieron asociadas con una u otra especie de *Nigrospora* y con otras especies fúngicas consideradas como saprófitos o parásitos débiles, como *Alternaria alternata* o *Epiconium purpurascens*.

En las pruebas de patogenicidad mostraron la capacidad patogénica mayor de *N. oryzae*, respecto a *N. sphaérica*. Así, al inocularse artificialmente, en ambiente controlado, las variedades Bahía, Girona y Sequial, la severidad de las infecciones en láminas foliares, debida a *N. oryzae*, osciló entre 1-5 por 100, mientras la debida a *N. sphaérica* no superó el 1 por 100 del área de la lámina foliar. Este hecho fue correlativo con la sintomatología inducida en las inoculaciones artificiales. Mientras *N. oryzae* causó necrosis lineales de hasta 5 mm. de longitud, *N. sphaérica* las indujo puntuales solamente.

Ambas especies se aislaron de plantas afectadas en todos los campos de todas las zonas muestreadas, sin que pueda establecerse una prevalencia de zonas o variedades sobre otras.

Contenido de esporas en el aire

Esporas de ambas especies fueron capturadas (gráfico 15), durante todo el ciclo de cultivo, en cantidades progresivamente crecientes desde principios a finales, y superiores a las de las otras especies, y más próximas a las de *A. alternata*.

CONCLUSIONES Y DISCUSION

Trece especies de hongos fitopatógenos, incluyendo cinco de *Drechslera* (*D. biseptata*, *D. cynodontis*, *D. hawaiiensis*, *D. oryzae* y *D.*

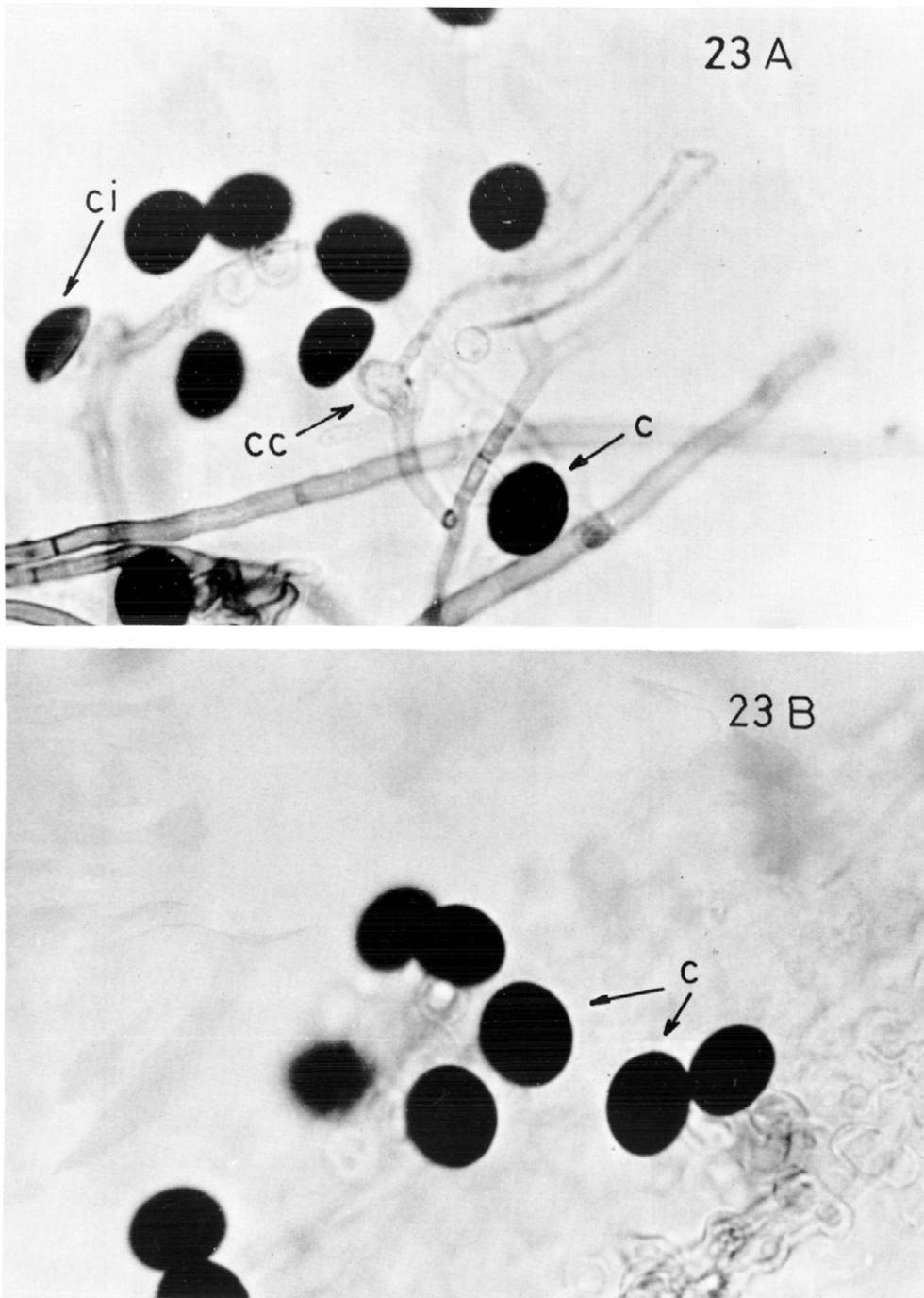


Fig. 23.—*Nigrospora* spp.: A, *Nigrospora oryzae*. B, *Nigrospora sphaerica*. c, conidias; ci, conidia al comienzo de su desarrollo; cc, célula conidiógena.

sorokiniana); cuatro de *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* y *F. semitectum*); dos de *Nigrospora* (*N. oryzae* y *N. sphaérica*); *Pyricularia oryzae* y *Nakataea sigmoidea* (= *S. oryzae*), han sido aislados consistentemente de diversos órganos de plantas de arroz afectadas de una sintomatología varia en las Marismas del Guadalquivir (Sevilla).

En el panorama internacional del arroz se han dedicado tradicionalmente mayores esfuerzos al estudio de las micosis que al de enfermedades causadas por otros agentes. Así, en la literatura fitopatológica sobre arroz se citan mayor número de hongos que de otros organismos fitopatógenos (OU, 1972; PANS, 1976). Esta perspectiva se corresponde con la encontrada en las Marismas del Guadalquivir, donde más del 90 por 100 de los organismos aislados de plantas afectadas de una sintomatología muy diversa han sido hongos, siendo escasos los síntomas atribuibles a otros agentes.

La gama de especies fúngicas patógenas del arroz en las Marismas del Guadalquivir guarda cierta similitud con la reflejada en textos y literatura especializada en otros países cultivadores. Así, han sido aislados de arroz en otros países, *D. hawaiiensis*, *D. oryzae*, *F. moniliforme*, *F. semitectum*, *P. oryzae*, *Sclerotium oryzae*, *Nigrospora oryzae* y *Nigrospora sphaérica*.

No obstante, determinados aspectos de nuestros resultados pueden ser destacados diferencialmente de lo conocido sobre el tema hasta hoy.

De las especies aisladas por nosotros, constituyen primeras citas en el mundo como patógenos de arroz, *D. biseptata*, *D. cynodontis*, *F. culmorum* y *F. equiseti*.

F. semitectum y *F. equiseti* han sido encontrados asociados con infecciones sistémicas, lo que constituye una novedad en arroz. En las infecciones por *F. moniliforme* hemos confirmado un síntoma poco citado en la literatura, consistente en la podredumbre seca de la base

del tallo (OU, 1972). Asimismo, la especie *D. hawaiiensis*, que ha sido citada solamente sobre granos de arroz (BUGNICOURT, 1955), la hemos aislado de hoja y demostrado su capacidad de infectar láminas foliares. Igualmente, hemos aislado *Nakataea sigmoidea* a partir de manchas necróticas en láminas foliares, lo cual constituye un tipo de infección no registrado en la literatura sobre este organismo (= *S. oryzae*), asociado frecuentemente con tejidos basales del tallo de arroz. Nuestras observaciones en este sentido apoyan la sugerencia de FERREIRA y WEBSTER (1975), respecto a que conidias de esta especie pueden ser dispersadas por el aire, contribuyendo posiblemente con ello a la extensión de su distribución geográfica. Conidias de *Nakataea sigmoidea* fueron capturadas en nuestras trampas de esporas (gráfico 14) y resultaron patógenas en nuestras inoculaciones artificiales.

La falta de información existente impide comparar nuestros resultados con el panorama fitopatológico en el resto de las zonas arroceras de España, respecto de lo cual sólo podemos mencionar las investigaciones de BENLLOCH (1975), en las que se estudian aspectos epidemiológicos de *P. oryzae*, *S. oryzae* y *Helminthosporium oryzae*, pero no la micoflora en su conjunto.

De las especies aisladas, las que se citan con más frecuencia en la literatura fitopatológica sobre arroz, se distribuyeron más ampliamente en las Marismas del Guadalquivir que las menos citadas; así, se distribuyeron en toda la zona de cultivo: *P. oryzae*, *S. oryzae*, *Nigrospora oryzae* y *Nigrospora sphaérica*.

Drechslera spp. se aislaron de cinco subzonas y de estas especies *D. cynodontis* fue la más ampliamente distribuida (se presentó en las cinco) mientras el resto se presentaron en una subzona; si bien cabe destacar que las especies menos distribuidas en la zona presentaron infecciones con escasa incidencia.

Las especies de *Fusarium* se aislaron en tres zonas; de ellas, *F. semitectum* y *F. moniliforme*

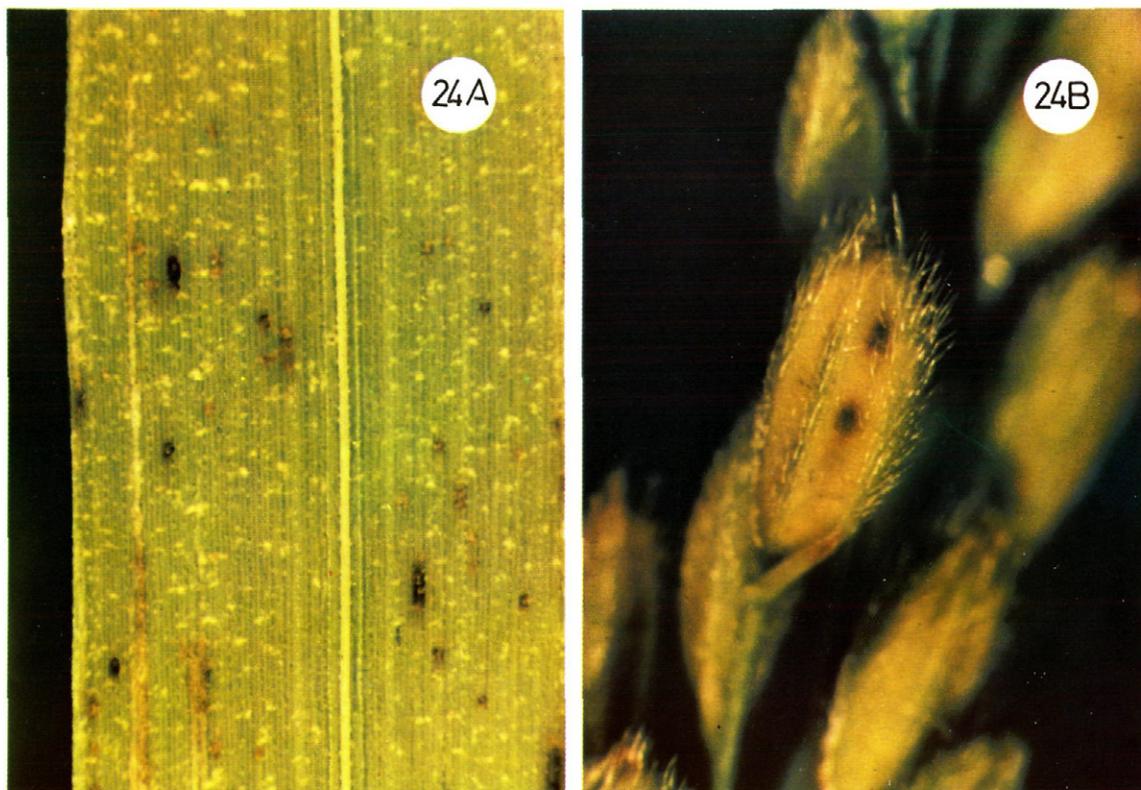


Fig. 24.—Síntomas debidos a *Nigrospora* spp.: A, Necrosis puntuales foliares. B, Necrosis puntuales en grano.

me se aislaron en las tres, mientras *F. culmorum* y *F. equiseti* se aislaron en una.

Nakataea sigmoidea se aisló en una zona y en un sólo estado fenológico del cultivo (Zurrón-Panojamiento) y tanto la severidad como la incidencia de sus infecciones fue muy baja (0,25 por 100 de superficie foliar y 0,1 por de plantas afectadas).

La sintomatología que hemos observado en nuestras investigaciones fue coincidente con la manifestada en otras áreas arroceras, en los casos de especies citadas como patógenas. Además, algunas especies presentaron una sintomatología variada según el estado fenológico y el órgano al que infectaron, como *Pyricularia oryzae* y *Drechslera cynodontis*.

Las infecciones por *P. oryzae*, *S. oryzae*, *F. moniliforme* y *Nigrospora oryzae* estuvieron asociadas con una sintomatología coincidente, en general, con las descritas en otras áreas arroceras del mundo (OU, 1972; HASHIOKA, 1970 a, 1970 b, 1971; KRAUSE y WEBSTER, 1973). *Pyricularia oryzae* causó síntomas agudos y crónicos en las variedades Girona, Francés y Bahía, mientras en los cultivares Sequial y Ribello, los síntomas fueron crónicos y consistentes en puntuaciones necróticas o manchas redondeadas, aunque se presentara alguna lesión aguda a partir del estado fenológico de «zurrón» (Est. fenol. 4).

En las infecciones por *Sclerotium oryzae*, además de las manchas negruzcas o irregula-

res típicas en vainas y tallo (HASHIOKA, 1970 a), se manifestó un síntoma poco común consistente en una lesión circular con centro claro (fig. 22), que se desarrolló únicamente en vainas de las hojas bajas del cultivar Bahía, que se había abonado con exceso de nitrógeno.

La podredumbre seca de la base del tallo causada por *Fusarium moniliforme*, se observó a partir del «Espigado» (Est. fenol. 5). El ahilamiento asociado con infecciones por esta especie (BOOTH, OU, 1972), ha sido observado en el curso de nuestras investigaciones, aunque no es posible relacionarlo directamente con los ataques de *F. moniliforme*, puesto que el sistema de cultivo seguido en las fases iniciales del establecimiento de la planta favorece el ahilamiento de ésta.

Las infecciones por *Nigrospora oryzae* resultaron en puntuaciones necróticas en láminas foliares o grano (fig. 24), típicas de esta especie (OU, 1972), aunque de síntomas similares en hoja también aislamos *Nigrospora sphaérica*.

Drechslera oryzae causó síntomas de plántulas (fig. 10) similares a los descritos por OU (1972), si bien el halo de las manchas foliares fue más ancho en nuestras observaciones; siendo éste el único síntoma del que se ha aislado dicha especie. Las infecciones por *Drechslera cynodontis* en cambio, se han caracterizado por la gran diversidad de síntomas, tanto por los órganos afectados como por la variada morfología, tanto por los órganos afectados como por la variada morfología en el mismo órgano (fig. 6); presentando desde manchas subrectangulares más o menos lineales, a circulares o subcirculares, zonadas o no, en hojas, hasta lesiones en raquis o en glumas, donde su desarrollo quedaba más o menos restringido. *Drechslera biseptata*, causó puntuaciones necróticas o lesiones en ápices foliares (fig. 4). Este último tipo de lesiones se presentó con frecuencia en las infecciones por *Drechslera hawaiiensis*.

Nakataea sigmoidea causó manchas foliares elipsoidales o subcirculares muy parecidas en

forma y color a las producidas en plántulas oir *D. oryzae* (fig. 10), si bien no poseían el centro claro. Estos síntomas se presentaron sólo en el cultivar Sequial en la zona V (Cotemsa), y en estado fenológico «zurrón» (Est. fenol. 4).

En nuestros experimentos de susceptibilidad a *P. oryzae* las reacciones variaron según las variedades. De éstos Girona y Ribello fueron «susceptibles», y Bahía, Sequial y Francés, moderadamente susceptibles. No obstante, hemos de resaltar que en el año de ensayo las temperaturas diurnas y nocturnas fueron más altas, y las humedades relativas más bajas, que las de los años 1975 y 1977, en que las condiciones ambientales fueron más favorables para la infección por este patógeno y en los que la variedad Girona presentó infecciones más severas y que correspondieron a reacción «Muy susceptible». La reacción de las variedades de arroz empleadas en el área debe, pues, ser estudiada durante varios años al objeto de cubrir la eventualidad de un ambiente favorable, crítico como es sabido junto a la virulencia del inóculo y la susceptibilidad de la planta para el desarrollo de una enfermedad. Asimismo, en conexión con nuestras valoraciones de las reacciones de las variedades en campo, es importante señalar que al estar basada en el tipo de lesión y en el área de lámina foliar afectada, nada nos dice de infecciones en nudo o panoja que pueden ser causantes de pérdidas de cosecha muy elevadas, como sucedió en el año 1976 en la variedad Francés de la zona Viuda (zona I). Por lo tanto, los resultados obtenidos utilizando el criterio de lesiones en hoja (IRRI, 1965; OU, 1972) deben ser interpretados como una valoración relativa de la reacción de las variedades a infecciones foliares, en espera de que otros investigadores pongan de manifiesto correlaciones entre infecciones foliares y en nudo o panoja, como se apuntó en el Congreso Internacional celebrado en Filipinas sobre la «Quema» del arroz (IRRI, 1965).

En nuestras investigaciones, la reacción de las distintas variedades varió según las especies de hongos fitopatógenos vauantes de las infecciones.

Así, las variedades difirieron en el número de especies fitopatógenas capaces de infectarlos, en su susceptibilidad a las infecciones por algunas de ellas y en su respuesta a infecciones por distintos biotipos virulentos en inoculaciones artificiales o en infecciones naturales.

El número de especies patógenas capaces de infectar las variedades muestradas decreció según el orden: Girona, Sequial, Bahía, Ribello, Francés e Ital-Patna; si bien, debemos destacar que considerando la duración del ciclo de cultivo, la ordenación de las variedades es similar a la establecida anteriormente.

Las infecciones más severas correspondieron a especies de *Fusarium* y a *P. oryzae*, las cuales pudieron interesar hasta el 90 por 100 del órgano afectado y originar la pérdida total de la cosecha. El resto de las especies patógenas estuvieron asociadas con infecciones de severidad variable, y aunque afectaron el 50 por 100 del órgano, no pudo establecerse un nivel de pérdida de cosecha o reducción del vigor de la planta.

De las especies de *Fusarium*; *F. moniliforme* causó infecciones más severas que *F. semitectum* o *F. equiseti*; pudiéndose estimar pérdidas de cosecha de hasta el 20 por 100 para la primera y 15 por 100 para las segundas, las cuales no llegaron a producirse en zonas donde las siembras fueron más tempranas.

Las pérdidas de cosecha por los ataques de *P. oryzae* oscilaron frecuentemente entre 15-30 por 100, y llegaron hasta prácticamente el 100 por 100 cuando la incidencia igualó o superó el 90 por 100 de las plantas afectadas, si bien esto fue infrecuente y se produjo cuando la climatología fue favorable para dichas infecciones, como en el año 1976.

Las infecciones causadas por *S. oryzae* fueron «moderadas» en las variedades Bahía y Sequial, mientras en el resto fueron «ligeras» (según claves de KEIM y WEBSTER, 1974; gráfico 6). Por otra parte, la facies conídica (*Nakataea sigmoidea*) causó infecciones con severidad igual o inferior al 0,25 por 100, y aún éstas tuvieron una incidencia inferior al 0,1 por 100.

Las especies de *Drechslera* no tuvieron un comportamiento patogénico homogéneo. Así, *D. oryzae*, *D. biseptata*, *D. hawaiiensis* y *D. sorokiniana* causaron infecciones foliares en plántulas cuya severidad osciló entre 5-10 por 100 de la superficie del órgano; *D. cynodontis* fue capaz de interesar tejidos en todos los órganos aéreos de la planta adulta con severidad que llegó hasta el 20 por 100 en hoja, 25 por 100 en vaina, 50 por 100 en gluma y 1 por 100 en raquis, de las superficies respectivas.

Las infecciones por *Nigrospora* spp. no superaron el 1 por 100 de la lámina foliar o el 5 por 100 de la superficie del grano, ésta última asociada con *N. oryzae*.

Todas las especies citadas se mostraron patógenas sobre arroz en inoculaciones artificiales.

P. oryzae reprodujo los síntomas en láminas foliares, si bien debemos señalar que los distintos tipos conidiales indicados tuvieron una distinta capacidad patogénica, en el sentido de causar o no necrosis, y del tipo de necrosis inducida en caso de producirlas, cuestión puesta de manifiesto por los autores (MARÍN SÁNCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1981 b).

Nigrospora oryzae no reprodujo los síntomas observados en campo en nuestras inoculaciones artificiales, sino que causó lesiones foliares de mayor tamaño. No obstante, es de resaltar que las inoculaciones se realizaron en plántulas, mientras que los síntomas en campo se observaron en plantas cuya fenología era o superaba el estado de «zurrón» (Est. fenol. 4). *N. sphaérica* además de no reproducir los síntomas de campo, produjo escasísimas lesiones en las plantas inoculadas.

En las inoculaciones con nuestras cepas de *D. oryzae* obtuvimos los síntomas típicos según ZAMBETTAKIS (1967), HASHIOKA (1970 a) y OU (1972), que, sin embargo, difirieron de los observados por nosotros en el campo y que consistieron en lesiones necróticas circulares o subrectangulares que poseían un halo clorótico y una zona central menos diferenciada.

Nuestras cepas de *D. hawaiiensis* reprodujeron las puntuaciones necróticas observadas en campo, las cuales fueron producidas también por las cepas de *D. biseptata* junto a lesiones necróticas subrectangulares en el ápice y/o en la lámina foliar.

Drechslera cynodontis reprodujo los síntomas de campo consistentes en manchas necróticas puntuales o subrectangulares, de color marrón; en cambio *D. sorokiniana* reprodujo las correspondientes a lesiones necróticas subrectangulares.

Nakataea sigmoidea (= *Sclerotium oryzae*) reprodujo los síntomas de campo tanto en su facies conidial como esclerocial. En la primera causó manchas necróticas foliares subcirculares semejantes a las observadas en campo y otras subrectangulares en los ápices de las mismas, si bien se inocularon plántulas, mientras las observaciones en campo se realizaron sobre plantas en los estados «Ahijamiento-Zurrón». La forma esclerocial produjo necrosis generalizada en la base del tallo que llegaron a causar la muerte de las plántulas inoculadas.

Todas las especies de *Fusarium* causaron necrosis generalizadas en la base del tallo de las plántulas inoculadas, que originaron la muerte de las mismas, sin que se pudieran apreciar las necrosis restringidas a los vasos conductores registradas en nuestras observaciones de campo.

Los resultados referentes al contenido de esporas en el aire, de las especies fitopatógenas, aportan datos de distinta relevancia. Los correspondientes a *P. oryzae* ponen de manifiesto que, aparentemente, el número de conidias capturadas guarda relación con las altas humedades relativas y no con las precipitaciones; asimismo, la captura desde fechas anteriores a la siembra, muestran que un origen probable de inóculo primario, lo podrían constituir huéspedes alternativos, de esta especie, en las Marismas del Guadalquivir.

Conidias de *Nakataea sigmoidea* fueron capturadas al final del ciclo del cultivo. Este he-

cho, junto con su capacidad de causar necrosis foliares, en inoculaciones artificiales, y su aislamiento de las manchas necróticas en hojas de plantas en campo, indican que el estado conidial puede contribuir a la diseminación del patógeno, de acuerdo con la sugerencia de FERREIRA y WEBSTER (1975). No obstante, el hecho de que las conidias fueran capturadas en bajas cantidades y al final del ciclo de cultivo, sugiere que dichas conidias no deben jugar un papel importante en la severidad de la enfermedad.

La dificultad en separar especies de *Drechslera* por la morfología conidial (MARIN SANCHEZ y JIMÉNEZ DÍAZ, 1981 c), no permiten una evaluación del comportamiento epidemiológico de dichas especies mediante el gráfico de contenido de esporas en el aire (gráfico 10). Asimismo, la cantidad creciente de esporas y sus altos valores absolutos, en el caso de *Nigrospora* spp., frente a los bajos valores en las severidades de sus infecciones, podrían poner de manifiesto su capacidad saprofitica o de parásito débil, cuestión manifestada repetidamente en nuestros aislamientos, en los que, en repetidas ocasiones, se aislaron dichas especies asociadas con tejidos senescentes o muertos, que podían constituir síntomas primarios o secundarios inducidos por otros patógenos.

Los resultados obtenidos con nuestras investigaciones conducen a definir como compleja la situación fitopatológica de origen micológico en arroz, en las Marismas del Guadalquivir. Aún así, futuras aportaciones referentes a otros agentes de enfermedad harán entrever, sin duda, una complejidad de superior magnitud.

Finalmente, queremos resaltar que nuestras investigaciones contribuyen al conocimiento de la patología del arroz en las Marismas del Guadalquivir, pero completar dicho conocimiento requiere de posteriores esfuerzos que permitan profundizar sobre la biología de las especies fúngicas descritas, y sobre sus relaciones patológicas con las variedades de arroz de interés en el área.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los doctores C. Booth y C. Butterfiel, del Commonwealth Mycological Institute, Kew, Inglaterra, por las confirmaciones de nuestras especies de *Fusarium*; al doctor A. Sivanesan, del citado C.M.I., por las confirmaciones de

D. cynodontis, *D. oryzae* y *D. sorokiniana*; y al doctor J. Vörös, del Research Institute for Plant Protection, Budapest, Hungría, por la confirmación de las especies, *D. biseptata* y *D. hawaiiensis*. Asimismo, agradecemos la asistencia de G. Gómez Valledor en la fotografía de los síntomas correspondientes a las inoculaciones artificiales, y de los gráficos que se presentan.

APENDICE

CLAVE DE ENFERMEDADES

I. Síntomas en los primeros estados de desarrollo. (Desde el estado 1, plántula, hasta el 3, ahijamiento).

A. Síntomas foliares.

- A-1. Necrosis retringidas apicales de color marrón *D. biseptata*.
- A-2. Necrosis restringidas no apicales.
- A-2-1. Necrosis puntuales marrones, o más extensas, irregulares, y de color marrón claro. *D. havaiiensis* (con escasa frecuencia *F. culmorum*).
- A-2-2. Necrosis subrectangulares, frecuentemente con borde marrón, y zona central, de forma indefinida y color más claro *D. sorokiniana*.
- A-2-3. Necrosis elípticas, de color marrón-rojizo, y centro circular de color blanquecino o beig. *D. oryzae*.
- A-2-4. Necrosis irregulares o alargadas, de color azulado o púrpura *P. oryzae*.

II. Síntomas en planta adulta.

(Desde el estado 4, zurrón, hasta el 6, maduración).

A. Síntomas foliares.

- A-1. Síntomas con láminas foliares.
- A-1-1. Necrosis puntuales marrones: que bajo lupa (10x), se observan limitadas por las nerviaciones *N. oryzae*, menos frecuente: *N. Sphaérica*. Posibles síntomas iniciales de *Drechslera* spp.
- A-1-2. Necrosis subcirculares, subrectangulares o subelípticas, de color marrón, más o menos oscuro, y con bordes bien definidos (*). *D. cynodontis* (menos frecuente: *D. sorokiniana*).
- A-1-3. Necrosis romboidales, subcirculares, subrectangulares o alargadas más o menos regulares, con centro grisáceo, borde marrón y halo amarillento.
— En ocasiones, necrosis similares pueden observarse en la unión de la lámina fo-

liar y la vaina de las hojas que no están en contacto con el agua de riego
P. oryzae.

A-2. Síntomas en vainas.

- A-2-1. Vainas envolventes de la panoja (corresponden al estado fenológico 4, zurrón).
- a) Necrosis restringidas de color marrón, las cuales pueden aumentar, pero no generalizarse *D. cynodontis* (con escasa frecuencia: *D. sorokiniana* o *N. oryzae*).
- b) Necrosis restringidas que se generalizan posteriormente. Asociados con este síntoma se presentan los bordes de la vaina de color amarillento, y granos con necrosis generalizadas
F. semitectum.
- A-2-2. En vainas de las hojas en contacto con el agua de riego, necrosis restringidas o generalizadas de color negruzco, frecuentemente con esclerocios en su mesofilo *S. oryzae*.
- A-2-3. Síntomas en vainas no en contacto con agua de riego, ni en la vaina envolvente de la panoja, cuya descripción corresponde a II, A-1-3 *P. oryzae*.

B. Síntomas en panoja.

- B-1. Síntomas en la panoja como conjunto.
- B-1-1. Panoja blanca o de color rojizo, «fallado» de granos, que se corresponden con necrosis en base de la panoja o en el entrenudo superior, en su unión con el raquis, o en los nudos superiores del tallo. En ocasiones, se observa a la panoja parcialmente blanca, asociada con la necrosis de la porción del raquis que soporta dicha parte a ... *P. oryzae*.
- B-1-2. Panoja erecta, sin grano o si los hubiera, éstos caen con facilidad al agitarse la panoja. Este síntoma está asociado con necrosis en la base del tallo *Fusarium* spp. (frecuentemente: *F. moniliforme* o *F. semitectum*).
- B-2. Síntomas sobre los componentes de la panoja.
- B-2-1. Necrosis en raquis. Necrosis restringidas a las ramificaciones del raquis, no asociada con panoja total o parcialmente blanca. *Drechslera* spp. (Frecuentemente: *D. cynodontis*).

B-2-2. Necrosis en grano.

- a) Necrosis puntuales marrones, que no progresan en tiempo *N. oryzae*.
- b) Necrosis restringidas, no puntuales, de color marron, más o menos oscuro, a veces, con centro claro *D. cynodontis* (a veces, *D. oryzae*).
- c) Necrosis generalizadas.
 - c-1. Asociada en grano «fallado», necrótico, de color marrón, y el 80 por 100 o más, de los granos afectados *F. semitectum*
Este síntoma puede o no, estar asociado con necrosis en la base del tallo.
 - c-2. Necrosis progresando desde el ápice hacia la base del grano, marrón-rojiza o negra-rojiza, solo algunos granos afectados, generalmente los superiores ... *N. oryzae* (frecuentemente asociada con *A. alternata*)

C. Síntomas en tallo.

- C-1. Necrosis restringidas o generalizadas, en el entrenudo inferior, asociadas, frecuentemente con micelio blanquecino, o con micelio blanquecino y esclerosos, en el interior del tallo, a nivel del primer entrenudo ... *S. oryzae*.
- C-2. Necrosis generalizada, progresando desde el cuello de la raíz hasta una altura variable en el tallo; de color marrón o marrón rojizo. Al cortar longitudinalmente el tallo, el tejido vascular se muestra rojizo o marrón *F. semitectum* (menos frecuente *F. equiseti*)
- C-3. Necrosis sectorial del entrenudo inferior de color marrón-rojizo, asociado con necrosis rojizas en tejidos vasculares de los entrenudos inmediatos superiores *F. semitectum*.
- C-4. Necrosis generalizada de la parte inferior del tallo, de color negro, y frecuentemente asociada con una masa micelial blanquecina, externa y/o interna del tallo, y con menos frecuencia, a la producción de raíces adventicias en los nudos 1.^a, 2.^a y 3.^a *F. moniliforme*.

ABSTRACT

MARÍN SÁNCHEZ, J. P. y JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1981: Enfermedades del arroz en las Marismas del Guadalquivir. *Bol. Serv. Plagas*, 7: 3-56.

Rice farming (*Oryza sativa* L.) occupies 27,000 hec. in the Marshlands of the Guadalquivir (Seville). Preliminary observations by the writer during 1974 and 1976, and additional information accrued from district farmers, revealed severe losses associated with infections.

Thirteen species of phytophagous fungi include five of *Drechslera* (*D. biseptata*, *D. cynodontis*, *D. hawaiiensis*, *D. oryzae* and *D. sorokiniana*) four of *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. moniliforme* and *F. semitectum*), two of *Nigrospora* (*N. oryzae* and *N. sphaerica*), *Pyricularia oryzae* and *Nakataea sigmoidea* (= *Sclerotium oryzae*), were isolated with diseases of diverse symptomatology.

Conidia of *P. oryzae*, *Drechslera* spp., *Nigrospora* spp. and *Alternaria* spp. were captured in the air during the farming cycle, in larger amounts after rainy periods, and smaller proportions in high temperatures. Conidia of *Nakataea sigmoidea* were only captured over a brief period at the end of the farming cycle.

NOTAS:

* Necrosis restringidas, de color herrumbre, y formas diversas (subcirculares, subrectangulares o irregulares), que se extienden hasta generalizarse en la lámina foliar y que progresan desde las hojas bajas hacia las de la parte superior de la planta, son debidas a otros agentes que hongos (MARÍN SÁNCHEZ, 1979).

Síntomas diversos, observados en nuestros muestreos en las Marismas del Guadalquivir, y asociados con otros agentes que hongos, se describen y discuten, en otra publicación (MARÍN SÁNCHEZ, 1979).

REFERENCIAS

- ADAS, 1976: Manual of plant growth stages and disease assessment keys. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Tolcarne Drive, Pinner, Middlesex HA5 2DT.
- AINSWORTH & BISBY, 1971: Dictionary of the Fungi. Sixth Edition. Commonwealth Mycological Institute, London, 662 pp.
- ALFARO, G. A., 1946: El ácaro *Pediculopsis graminum* Rent. y el hongo *Nigrospora oryzae* (Berk. et Br.) Petch. en asociación parasitaria sobre trigos aragoneses. *Boletín de Patol. Veg. y Ent. Agric.*, vol. XIV, 321-334.
- ALUKO, M. O., 1970: The measurement of brown leaf spot on rice. *Pans* n.º 16 (1).
- ALUKO, M. O., 1975: Crop losses caused by the brown leaf spot disease of rice in Nigeria. *Plant Dis. Rep.*, 59: 609-613.
- ANÓNIMO, 1968: Commonwealth Mycol. Inst. Distribution Map of *Plant Diseases* n.º 51, ed. 5.
- ANÓNIMO, 1972: Rice pests, diseases and weeds in Southeast Asia and Pacific Region. *Tech. Doc.* n.º 21, 21 pp.
- ANÓNIMO, 1973: Comm. Mycol. Inst. *Dist. Map.* n.º 902.
- ANÓNIMO, 1980: Boletín Mensual de Estadística Agraria. *Dic.*, pág. 7.
- ARMSTRONG, G. M.; ARMSTRONG, J. K., 1975: Reflections on the Wilt Fusaria. *Ann. Rev. Phytopath.*, 13: 95-103.
- VON ARX, J. A., 1974: The genera of Fungi sporulating in pure culture. *J. Cramer, Leutershausen, Germany*, 315 pp.
- BENEDICT, W. G., 1976: Light dependent morphogenesis of conidia of *Trichometasphaeria turcica* in vitro. *Can. J. Bot.*, 54: 552-555.
- BENLLOCH, M., 1975: Experiencias de la lucha contra las enfermedades del arroz, originadas por el *Sclerotium oryzae* Catt. y la *Pyricularia oryzae* Cav. Año 1973. *Anales I.N.I.A. Serie Protección Vegetal*, 5: 11-41.
- BERNAUX, P., 1961: Les maladies et accidents du Riz en 1959 et 1960, et quelques enseignements utiles. L'épidémie de piriculariose en 1960. *Bull. Rizie Fr.*, 74: 17-18.
- BERNAUX, P., 1966: Principaux champignons recensés sur le Riz en Comarque. *Ann. Epiphy.*, 17: 43-52.
- BERNAUX, P., 1969: L'hivernation des champignons parasites du Riz. *Bull. Rizie Fr.*, 123: 6-9.
- BERNAUX, P., 1974: Two sclerotial fungi of rice in France (*Sclerotium oryzae* Catt. and *S. hydrophyllum* Sacc.). *Phytopathologie Méditerranée*, 13: 116-117.
- BESSI, G.; CAROLIS, C. D., 1974: Fungi correlated with basal wilt of rice. *Riso*, 23: 299-307.
- BOOTH, C., 1971: The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, London, 237 pp.
- BOOTH, C., 1975: The present status of *Fusarium* taxonomy. *Ann. Rev. Phytopath.*, 13: 83-93.
- BOOTH, C., 1977: *Fusarium*: Laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 58 pp.
- BUGNICOURT, F., 1955: Deux espèces nouvelles de *Helminthosporium* isolées de sources de riz. *Rev. Gen. Bot.*, 62: 238-243.
- CLIVE, J., 1971: A manual of assessment keys for plant diseases. Canada Department of Agriculture. Publication n.º 1.458.
- CHIDAMBARAM, P.; MATHUR, S. B.; NEERGAARD, P., 1973: Identification of seedborne *Drechslera* species. Contribution from the Danish Government Institute of seed pathology for developing Countries, n.º 26, Copenhagen, 207 pp.
- DADE, H. A.; GUNNELI, J., 1969: Class work with Fungi. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 64 pp.
- DICKSON, J. G., 1956: Diseases of field crops. Mc. Graw Hill Book Company, New York, 517 pp.
- ECHANDI, E., 1971: Manual de laboratorio para Fitopatología General. Herrero Hermanos, Sucesores, S. A., México, 59 pp.
- ELLIS, M. B., 1971: *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 608 pp.
- ELLIS, M. B., 1976: More *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 507 pp.
- ESURUOSO, O. F.; KOMOLAFE, C. O.; ALUKO, M. O., 1975: Seed borne on rice (*Oryza sativa*) in Nigeria. *Seed. Sci. Tecn.*, 3: 661-666.
- FAZLI, S. F. I.; SCHROEDER, H. W., 1966: Effect of kernel infection of rice by *Helminthosporium oryzae* on yield and quality. *Phytopath.*, 56: 1003-1005.
- FERREIRA, S. A.; WEBSTER, R. K., 1975: The relationship of sporulation, sclerotia production and fitness of *Sclerotium oryzae*. *Phytopath.*, 65: 972.
- FERREIRA, S. A.; WEBSTER, R. K., 1976: Evaluation of virulence in isolates of *Sclerotium oryzae*. *Phytopath.*, 66: 1151-1154.
- GÁLVEZ, D.; LOZANO, T. J., 1968: Identification of races of *Pyricularia oryzae* in Colombia. *Phytopathology*, 58: 3.
- GILMAN, J. C., 1957: A manual of soil Fungi. The Iowa State, University Press, 450 pp.
- GILMAN, J. C., 1963: Manual de los hongos del suelo. *Compañía Editorial Continental, S. A.*, 562 pp.
- GOIDANICH, G., 1975: Manuale di Patologia Vegetale. Vol. II. Edizione Agricole Bologna, 1283 pp.
- GORDON, W. L., 1952: The occurrence of *Fusarium* species in Canada II. Prevalence and Taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed. *Can. J. Bot.*, 30: 209-251.
- GRAHAM, J. H., 1955: *Helminthosporium* leaf streak of timothy. (*H. dictyoides*). *Phytopath.*, 45: 227-228.
- GUERRERO, F. C.; MATHUR, S. B.; NEERGAARD, P., 1972: Seed health testing of rice V.—Seedborne fungi associated with abnormal seedlings of rice. *Proceeding of the International Seed-Testing Association*, 37: 985-997.
- HASHIOKA, Y., 1970 a: Rice diseases in the World VI: Sheath spot due to sclerotial fungi (Fungal diseases - 3). *Riso*, 19: 111-128.
- HASHIOKA, Y., 1970 b: Rice diseases in the World VII: Diseases due to *Sphaeriales, Ascomycetes* (Fungal diseases - 4). *Riso*, 19: 309-338.
- HASHIOKA, Y., 1971: Rice diseases in the World VIII: Diseases due to *Hypocreales, Ascomycetes* (Fungal diseases - 5). *Riso*, 20: 235-258.
- HERRERA, L.; SEIDEL, D., 1978: On the injurious effects of *Cochliobolus miyabeanus* (Ito et Kuribayashi) Drechs. ex Dastur in rice growing in Cuba. *Archiv. für Phyto-*

- pathologie und Pflanzenzucht*, 14: 285-290 (R.P.P., 58, n.º 4831).
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I., 1950: The water culture method for growing plant without soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ.*, 347, 34 pp.
- HORNOK, L., 1975: Occurrence of *Fusarium* species in Hungary. *Acta Phytopathologica Academiae Sci. Hungaricae*, 10: 347-357.
- HUGHES, S. J., 1953: Conidiophore, conidia and classification. *Can. J. Bot.*, 31: 557-659.
- INGOLD, C. T., 1971: Fungal spores: Their liberation and dispersal. *Clarendon Press, Oxford*, 302 pp.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI), 1965: Proceeding of a Symposium on rice blast disease. *John Hopkins Press.*, 507 pp.
- JOLY, P., 1974: Le Genre *Alternaria*. *Encyclopedie Mycologique XXXIII. Paul Lechevalier, Paris*, 250 pp.
- KEIM, R.; WEBSTER, R. K., 1974: Nitrogen fertilization and severity of stem rot of rice. *Phytopath.*, 64: 178-183.
- KENDRICK, B., 1971: Taxonomy of *Fungi Imperfecti*.—Proceeding of the first international specialists workshop conference on criteria and terminology in the classification of *Fungi Imperfecti*. Ed. Bryce Kendrick, *Kananaskis (Alberta)*, 309 pp.
- KIRALY, Z.; KLEMENT, Z.; SOLYMOSSY, F.; VOROS, J., 1974: Methods in Plant Pathology. *Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam*, 509 pp.
- KRAUSE, R. A.; WEBSTER, R. K., 1972 a: The morphology, taxonomy and sexuality of the rice stem rot fungus, *Magnaporthe salvinii* (*Leptosphaeria salvinii*). *Mycologia*, 64: 103-104.
- KRAUSE, R. A.; WEBSTER, R. K., 1972 b: Sclerotial production, viability determination and quantitative recovery of *Sclerotium oryzae* from soil. *Mycologia*, 64: 1333-1337.
- KRAUSE, R. A.; WEBSTER, R. K., 1973: Stem rot of rice in California. *Phytopath.*, 63: 518-523.
- LEONARD, K. J.; SUGGS, E. G., 1974: *Setosphaeria prolata*, the ascigenous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycologia*, 66: 281-297.
- LUTTRELL, E. S., 1951: A key to species of *Helminthosporium* reported on grasses in the United States. *Plant Dis. Repr., Supplement.*, 201: 59-67.
- LUTTRELL, E. S., 1963: Taxonomic criteria in *Helminthosporium*. *Mycologia*, 55: 643-674.
- LUTTRELL, E. S., 1964: Systematic of *Helminthosporium* and related genera. *Mycologia*, 56: 119-132.
- LUTTRELL, E. S., 1977: Correlations between conidial and ascigenous state characters in *Pyrenophora*, *Cochliobolus* and *Setosphaeria*. *Revue de Mycologie*, 14: 271-279.
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P., 1979: Micosis del arroz en las Marismas del Guadalquivir. *Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España*, 554 pp.
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1978: Algunas micosis del arroz cultivado de las Marismas del Guadalquivir. *Comunicación, III Reunión del Grupo especializado en Fitopatología de la S.E.M., Valencia, Dic.*, 1978.
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1979 a: Susceptibilidad de cultivares de arroz a varios hongos fitopatógenos en las Marismas del Guadalquivir. *Comunicación, IV Reunión del Grupo especializado en Fitopatología de la S.E.M.; Córdoba, Dic.*, 1979.
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1979 b: Lesiones necróticas en arroz, causadas por *Pyricularia oryzae* Cav., *Sclerotium oryzae* Catt., *Fusarium* spp. y *Drechslera* spp. *Comunicación, IV Reunión del Grupo especializado en Fitopatología de la S.E.M.; Córdoba, Dic.*, 1979.
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1981 a: Two new *Fusarium* species infecting Rice in Southern Spain. *Plant Disease* (en prensa).
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1981 b: *Pyricularia oryzae* Cav. and *Nakataea sigmoidea* Hara, pathogens of Rice in Southern Spain. *Phytopathologia Mediterránea* (en prensa).
- MARÍN SÁNCHEZ, J. P.; JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., 1981 c: Especies de *Drechslera* Ito, patógenas de arroz en las Marismas del Guadalquivir. *Cuadernos I.N.I.A.* (en prensa).
- MESSIAEN, C. M.; CASSINI, R., 1968: IV: La systematique des *Fusarium*. *Annls. Epiphyt.*, 19: 387-454.
- NAITO, H.; AKAI, S.; KOSHIMIZU, Y., 1975: Infection mechanism of rice leaves by *Fusarium* leaf spot fungus. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 41: 477-491.
- NELSON, R. R., 1960: Phytopathological notes: *Cochliobolus victoriae*, the perfect stage of *Helminthosporium victoriae*. *Phytopath.*, 50: 774-775.
- NELSON, R. R.; KLINE, D. M., 1961: The pathogenicity of certain species of *Helminthosporium* to a species of the Graminae. *Plant Dis. Rep.*, 48: 664-648.
- NELSON, R. R., 1964: The perfect stage of *Helminthosporium cynodontis*. *Mycologia*, 56: 67.
- ONO, K., 1965: En IRRI. *Proceedings*, pág. 177.
- OU, S. M., 1972: Rice Diseases. *Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England*, 368 pp.
- OU, S. H., 1980: A look at worldwide rice blast disease control. *Plant Disease*, 64: 439-445.
- OU, S. H.; NUQUE, F. L.; BANDONG, J. M., 1975: Relation between qualitative and quantitative resistance to rice blast. *Phytopath.*, 65: 1315-1316.
- PADMANABHAM, S. Y.; GANGULY, D.; JHA, M. P., 1958: A method of estimating the loss caused by blast disease of rice. *Indian J. Agric. Sci.*, 28: 87-96.
- PADMANABHAM, S. Y., 1965: En IRRI. *Proceedings*, pág. 213.
- PANS, 1976: Pest control in rice. Manual n.º 3. *Centre for Overseas Pest Research. London*, 295 pp.
- PEJČINOVIŠ, F.; KAROV, I., 1979: Effect of nutrient media on the development of *Helminthosporium hawaiiense* Bug. *Zastita Bilja*, 30: 167-173.
- RAMACHANDRA-REDDY, T. K., 1963: Sclerotium formation by *Helminthosporium hawaiiense*. *Phytopath.*, 53: 232.
- RAPILLY, F.; ARNOUX, J., 1964: Etudes de quelques critères taxonomiques du genre *Helminthosporium* Link II. Variations biométriques des conidies. *Bull. Soc. Mycol. France*, 80: 445-458.
- RAPILLY, F., 1966: Limites proposées au genre *Helminthosporium*, relations avec les genres voisins. *Bull. Soc. Mycol. France*, 82: 221-240.
- RAPILLY, F., 1968: Les techniques de Mycologie au Pathologie Vegetale. *Annls. Epiphyt.*, 19 (S.H.), 102 pp.
- RAYNER, R. W. A., 1970: A mycological colour chart. *Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England*.
- RIDELL, R. W., 1950: Permanent stained mycological

- preparation obtained by slide culture. *Mycologia*, 42: 265-270.
- ROGER, L., 1953: Encyclopedie Mycologique XVIII. — Phytopathologie des Pays Chauds. Tome II. *Paul Lechevalier*, Paris, 1127 pp.
- SACCAS, A., 1950: Un *Fusarium* parasite des parientes de riz. *Rev. Botn. appl.*, 30: 483-500 (R.A.M., 30: 429-430).
- SARASOLA, A. A.; ROCCA DE, M. A., 1975: Fitopatología. Tomo I. General. Control. *Hemisferio Sur, Argentina*, 364 pp.
- SASAKI, T., 1973: Lesion formation of rice leaves by *Fusarium moniliforme* Sheldon, causal fungus of «Bakanae» disease (*Gibberella fujikurva*). *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 39: 435-437.
- SHERF, A. F.; PAGE, R. M.; TULLIS, E. C.; MORGAN, T. L., 1947: Studies on factors affecting the infectivity of *Helminthosporium oryzae*. *Phytopath.*, 37: 281-290.
- SHOEMAKER, R. A., 1955: Biology, cytology and taxonomy of *Cochliobolus sativus*. *Can. J. Bot.*, 33: 562-576.
- SHOEMAKER, R. A., 1957: Atkison's species of *Helminthosporium* on grasses from Alabama. *Can. J. Bot.*, 35: 269-277.
- SHOEMAKER, R. A., 1962: *Drechslera* Ito. *Can. J. Bot.*, 40: 809-836.
- SIMMONS, E. G., 1967: Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. *Mycologia*, 59: 67-92.
- SINHA, A. K.; TRAVEDI, N., 1969: Immunization of Rice plants against *Helminthosporium* infection. *Nature*, London, 223.
- SINHA, A. K.; DAS, N. C., 1972: Induced resistance in rice plants to *Helminthosporium oryzae*. *Physiological Plant Pathology*, 2: 401-410.
- SNYDER, W. C.; HAMSEN, H. N., 1940: The species concept in *Fusarium*. *Am. J. Bot.*, 27: 64-67.
- SNYDER, W. C.; HAMSEN, H. N., 1941: The species concept in *Fusarium* with special reference to section *Martiella*. *Am. J. Bot.*, 28: 738-742.
- SNYDER, W. C.; HAMSEN, H. N., 1945: The species concept in *Fusarium* with special reference to *Discolor* and other sections. *Am. J. Bot.*, 32: 657-666.
- SNYDER, W. C.; TOUSSOUN, T. A., 1965: Current status of taxonomy in *Fusarium* species and their perfect stages. *Phytopath.*, 55: 833-837.
- SUBRAMANIAN, C. V.; JAIN, B., 1964: Conidiophores types in *Cochliobolus sativus*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 47: 613-618.
- SUZUKI, H.; YAMAGUCHI, T., 1971: Infection of rice stem rot fungus *Helminthosporium sigmoideum* var. *irregulare* to rice panicles. *Proc. Ass. Plant Proct. Hokuriku*, 19: 1-5 (Engl. summ.).
- TALBOT, P., 1973: On the genus *Helminthosporium sensu lato*. *APPS Newsl.*, 2: 3-7.
- TANAKA, T., 1922: New Japanese fungi. Notes and translations XI. *Mycologia*, 14: 81-89.
- TEVIOTDALE, B. L.; HALL, D. H., 1976: Effect of light and temperature on number and length of *Helminthosporium gramineum* conidia produced in culture. *Can. J. Bot.*, 7: 644-648.
- TOUSSOUN, T. A.; NELSON, P. E., 1968: A pictorial guide to the identification of *Fusarium* species. *The Pennsylvania State University Press. University Park*, 51 pp.
- TOUSSOUN, T. A.; NELSON, P. E., 1975: Variation and speciation in the *Fusaria*. *Ann. Rev. Phytopath.*, 13: 71-82.
- TUITE, J., 1969: Plant Pathological Methods: Fungi and Bacteria. *Burges Publishing Company*. Minneapolis, 239 pp.
- ULLSTRUP, A. J., 1944: Further studies on a species of *Helminthosporium* parasitizing corn. *Phytopath.*, 34: 214-222.
- VOROS, J.: Comunicación personal.
- WALKER, J.; KABLE, P. F.; SMITH, A. M.; McDONALD, D. M.; BOEREMA, E. B., 1968: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayashi) Drechs. ex Dastur causing leaf spot on rice in New South Wales. *Aust. J. Sci.*, 31: 82-84.
- YAMAGUCHI, T.; ITO, I., 1975: Spray inoculation with conidial suspension of *Fusarium* leaf spot fungus of rice plant. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, 41: 500-501.
- ZAMBETTAKIS, C., 1967: *Helminthosporium oryzae* B. de H., Helminthosporiose du riz. *Fich. Phytopath. Trop.*, 21, 7 pp.