

TRANSMISION POR SEMILLA DE *RHYNCHOSPORIUM SECALIS*, HONGO CAUSANTE DE LA ESCALDADURA DE LA CEBADApor Magda Carvajal\* y  
Víctor W.L. Jordan\*\*SEED TRANSMISSION OF *RHYNCHOSPORIUM SECALIS*, CAUSAL FUNGUS OF BARLEY LEAF BLOTCH

## SUMMARY

In order to understand the importance of seed as primary inoculum, several studies concerning the seed transmission of the fungus *Rhynchosporium secalis* were made in Great Britain with eight seed barley varieties, in which their susceptibility and resistance reactions in laboratory, greenhouse and field were appreciated. In relation to the desinfected barley seed, Maris Otter and Hoppel were the cultivars which more efficiently transmitted the scald. The infection frequency in non-desinfected seed was low, due to competition with other fungi. The cultivars Ark Royal and Astrix of Guinness were more efficient regarding scald transmission. Under greenhouse conditions scald occurred in all the cultivars and those most affected were Ark Royal and Moris Otter, while Astrix from Long Ashton Research Station was healthy. In field conditions all seeds untreated with fungicides gave scalded plants and the cultivars most severely attacked were Ark Royal and Astrix from the station. The study for the mycoflora was done in Great Britain and in Mexico with barley seeds of both countries.

## RESUMEN

Se hicieron estudios sobre la transmisión de *Rhynchosporium secalis* en ocho variedades de semillas de cebada en Gran Bretaña, para conocer la importancia de la semilla como inóculo primario. Se apreciaron las reacciones de susceptibilidad y de resistencia frente al patógeno en laboratorio, en invernadero y en campo. Las variedades de semilla desinfectadas Maris Otter y Hoppel fueron las que más transmitieron al hongo; la frecuencia de infección en semilla no desinfectada fue baja, por la competencia con otros hongos, siendo las variedades

---

\* Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 70-233, México, D.F. 04510.

\*\* Plant Pathology, Long Ashton Research Station, Avon 18 AF, Gran Bretaña.

Ark Royal y Astrix de Guinness las que dieron mejor transmisión. Bajo condiciones de invernadero hubo escaldadura en todas las variedades, siendo las más atacadas la Ark Royal y la Maris Otter, mientras que la Astrix de la Estación Long Ashton fue de las más sanas. Bajo condiciones de campo todas las semillas no tratadas con fungicidas, dieron plantas escaldadas y las variedades Ark Royal y Astrix de la Estación fueron las más severamente atacadas. El estudio de la micoflora se realizó en Gran Bretaña y en México, con variedades de cebada de ambos países.

## INTRODUCCION

La transmisión de *R. secalis* por semilla ha sido estudiada por varios autores (Habgood, 1971; Kristiansson y Nilsson, 1975; Kay, 1971; Skoropad, 1959). Hauptfleish (1929) y Pichler (1954) sugirieron por primera vez que la escaldadura se transmitía por semillas, pero no registraron infecciones en ellas. Smith (1937) describió por primera vez los síntomas de la escaldadura en semillas de cebada.

Sin embargo, la importancia de la infección por semilla ha sido negada por diversos autores (Cadwell, 1937; Lester, 1971), y apoyada por otros, quienes le dan un lugar principal en la transmisión de la escaldadura (Jackson y Webster, 1976; Kay y Owen, 1973; Mathre, 1982; Reed, 1957).

Respecto a la ocurrencia de *R. secalis* en semilla de cebada, se puede encontrar en las lemas, paleas, pericarpio, cáscara, coleoptilo y barbas de la semilla (Kay y Owen, 1973; Mathre, 1982; Skoropad, 1959) convirtiendo a estas partes vegetales en fuente de inóculo primario. La lesión en la lema da el síntoma más confiable para medir la infección en semillas inmaduras (Kay y Owen, 1973).

Los síntomas de este hongo en las semillas de cebada son arrugamiento, manchas de color café en las puntas o en la parte media (Swain y Melville, 1973). En ocasiones el micelio invade el tejido de la cebada, pero no aparecen síntomas visibles (Ali, 1974). A veces se puede observar en las semillas una mancha oscura con centro claro, romboide (Fig. 1) que es típica de la escaldadura. En las hojas se observa con más precisión este tipo de manchas (Fig. 2).

Las altas temperaturas del suelo inhiben la producción de conidios y la velocidad de emergencia del coleoptilo, previniendo la infección durante la germinación de la semilla (Skoropad, 1959). Habgood (1971) recomienda un tratamiento con agua caliente para prevenir la transmisión de *R. secalis* por semilla.

El objetivo de este estudio es ver la importancia de la semilla como inóculo primario, si las variedades estudiadas transmiten la escaldadura en el laboratorio, en el invernadero y en el campo y estudiar la micoflora de las semillas de cebada para conocer que otros hongos están presentes y conviviendo con *R. secalis*.



Figura 1: Síntomas de *Rhynchosporium secalis* en semillas de cebada de espigas del experimento de campo.



Figura 2: Síntomas típicos de escaldadura en hojas de cebada de invierno (variedad Astrix).

## MATERIALES Y METODOS

Para estudiar la transmisión de *R. secalis* por semilla, se realizaron diversos experimentos en la Estación Experimental de Long Ashton, Inglaterra (LARS), durante 1978 y 1979. Las 8 variedades de semilla usadas se presentan en la tabla 1. Gran parte del estudio de micoflora se realizó en México, D.F. en 3 variedades y 6 líneas de cebada mexicana, en 1980.

Después de colectadas las muestras de cebada británica se hicieron 2 submuestras de 100 g con un divisor y a éstas se les subdividió a su vez en 2 partes. Las semillas usadas presentaron necrosis apical.

A la primera parte se le desinfectó con hipoclorito de sodio al 2% por 2 minutos y después se enjuagó 2 veces con agua destilada y se sembró en agar extracto de malta-levadura (AEML), que contenía: extracto de malta (10g) + extracto de levadura (10g) + agar Oxoid N° 3 (10g) + agua destilada (un litro) + cloranfenicol (0.25g) + actidiona (3 ó 4 gotas).

Este medio se puso en un matraz con un tapón de algodón y se esterilizó en un autoclave a 15 lb/pulgada por 15 minutos y cuando se enfrió se añadió 20 ml a cada caja de Petri. El cloranfenicol y la actidiona se usaron para evitar la contaminación por bacterias y levaduras.

La segunda parte se colocó en papel filtro húmedo, en el que se pusieron 5 semillas en cada una de 10 cajas de Petri por variedad. Después de 14 días de incubación a 15°C emergió el coleoptilo y la primera hoja; fue entonces cuando se registraron los síntomas de la infección provocada por *R. secalis* en cada muestra. Se confirmó que la infección de la semilla pasó a la plántula y al suspender las lesiones de escaldadura de la primera hoja en agua estéril por 2 días, los conidios se desprendieron en el agua y se identificaron al microscopio.

La otra submuestra se sujetó al mismo tratamiento, pero no se desinfectaron las semillas, sino que se colocaron directamente en el medio AEML y en papel filtro húmedo. Posteriormente se identificaron los hongos presentes en las variedades estudiadas (Tabla 1).

Otra forma para evaluar la transmisión de la enfermedad por semilla, en suelo esterilizado de invernadero, fue la de sembrar 100 semillas de cada muestra en composta John Innes (limo + arcilla + arena); después se transfirió la mitad de las plantas en charolas, a una unidad de propagación con rocío y una temperatura entre 15 y 18°C y la otra mitad se sujetó a una temperatura entre 7 y 10°C con rocío, por 4 semanas hasta que las plántulas estuvieron bien establecidas. Posteriormente los 2 grupos de plantas se trasladaron a otro compartimento del invernadero, para esperar el desarrollo de síntomas. Dos semanas después se sacaron al azar 10 macollos de cada charola y se registró la severidad de la escaldadura en las hojas 4, 5 y 6 (tomando la hoja bandera como No. 1), por medio de porcentaje de área foliar escaldada, como se puede ver en la Figura 3. Todas las variedades se sembraron en el campo.

TABLA 1. Variedades de cebada usadas para el estudio de la transmisión de *R. secalis* por semilla.

No. de muestra	Variedad	Origen	Indice de enfermedad *
1	Maris Trojan	I	6 (R)
2	Maris Otter	I	2 (S)
3	Ark Royal	I	4 (S)
4	Astrix	I	8 (R)**
5	Ark Royal	II	4 (S)
6	Maris Otter	II	2 (S)
7	Katy	II	-----
8	Sonja	II	6 (R)
9	Hoppel	II	8 (R)
10	Igri	II	-----
11	Astrix	III	8 (R)
12	Astrix	IV	8 (R)
13	Astrix	V	8 (R)

I = EGBR: Estación Experimental de Investigación en cebada de Guinness, cosecha 1977.

II a V = LARS (Estación Experimental de Long Ashton) parcelas 4 y 7 de la cosecha de 1977.

----- = No está determinado

R = Resistente

S = Susceptible

\* = Instituto Nacional de Botánica Agrícola (1977) de Gran Bretaña, cuya escala va de 1 = Susceptibilidad a 8 = Resistencia (Jordan, comunicación personal).

\*\* = Aunque la variedad Astrix se registra como resistente en Gran Bretaña, se comportó como altamente susceptible en el suroeste inglés.

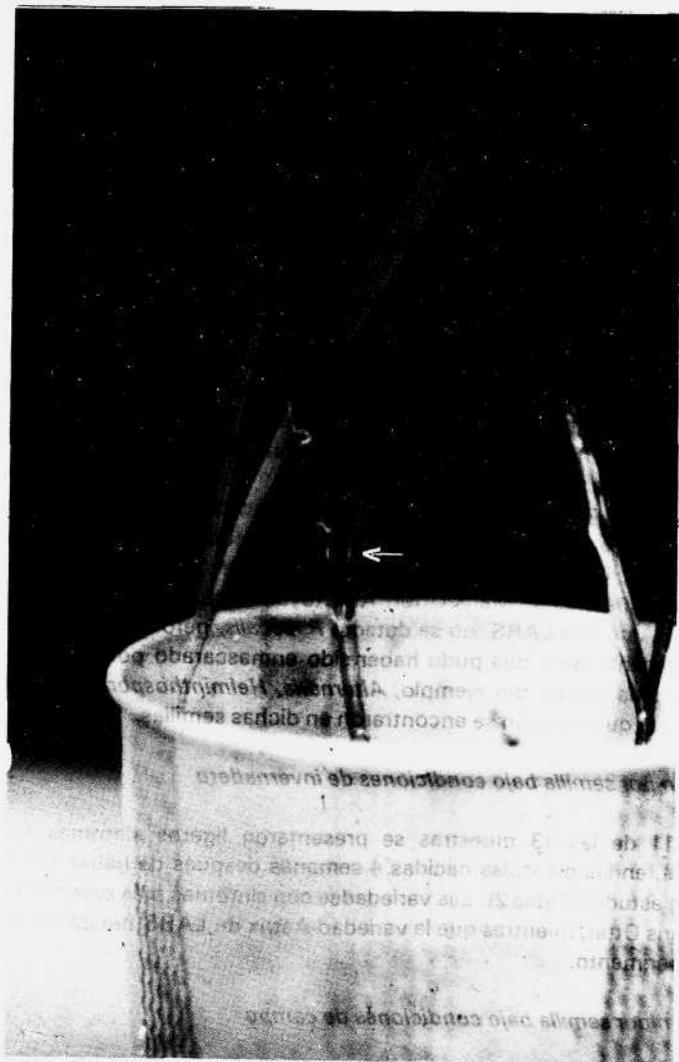


Figura 3: Síntomas de escaldadura, causada por *R. secalis*, transmitida de la semilla infectada a la primera hoja de la plántula.

El estudio de micoflora de las semillas de cebada se hizo tanto en Inglaterra con las variedades británicas, como en México con cebadas mexicanas. Para estudiar la micoflora de las semillas mexicanas se tomaron 50 de cada una de las variedades Porvenir, Chevalier y Tlaxcala y de las líneas 9554-I, 9589-G, 9591, 9592-G, 9620-B y 9514-A. Se colocaron 5 semillas en cada una de 10 cajas de Petri por variedad /línea y se incubaron a temperatura ambiente, observándose posteriormente al microscopio. Se usó el medio AEML y las semillas no se desinfectaron.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Transmisión por semilla bajo condiciones de laboratorio*

En relación a la semilla desinfectada superficialmente y cultivada en medio AEML, los resultados indican que las variedades Astrix y Katy no germinaron y no se pudo ver la transmisión por semilla; donde hubo mayor transmisión fue en las variedades Maris Otter, Hoppel e Igrí (Fig. 4). Diez de trece variedades de semillas desinfectadas tuvieron internamente al hongo.

Respecto a la semilla no desinfectada y colocada tanto en AEML como en papel filtro húmedo, *R. secalis* se presentó en las muestras de Maris Trojan, Ark Royal y Astrix de Guinness y LARS (Fig. 5).

En las muestras de Maris Otter, Ark Royal, Katy, Sonja, Hoppel, Igrí y dos muestras de Astrix de LARS, no se detectó *R. secalis*, pero esto no indica que no estuviera presente, sino que pudo haber sido enmascarado por otros hongos de crecimiento más rápido, por ejemplo, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Dreschlera* y *Cladosporium*, que también se encontraron en dichas semillas.

### *Transmisión por semilla bajo condiciones de invernadero*

En 11 de las 13 muestras se presentaron ligeros síntomas foliares de escaldadura, en las plántulas nacidas 4 semanas después de haber sembrado las semillas en estudio (Tabla 2). Las variedades con síntomas más severos fueron Ark Royal y Maris Otter, mientras que la variedad Astrix de LARS fue de las más sanas de este experimento.

### *Transmisión por semilla bajo condiciones de campo*

Todas las semillas no tratadas con fungicidas dieron plantas infectadas con escaldadura y las variedades Ark Royal y Astrix de LARS fueron las más severamente atacadas (Tabla 3).

Referente a la transmisión por semillas, en la Fig. 4 se ve que las variedades

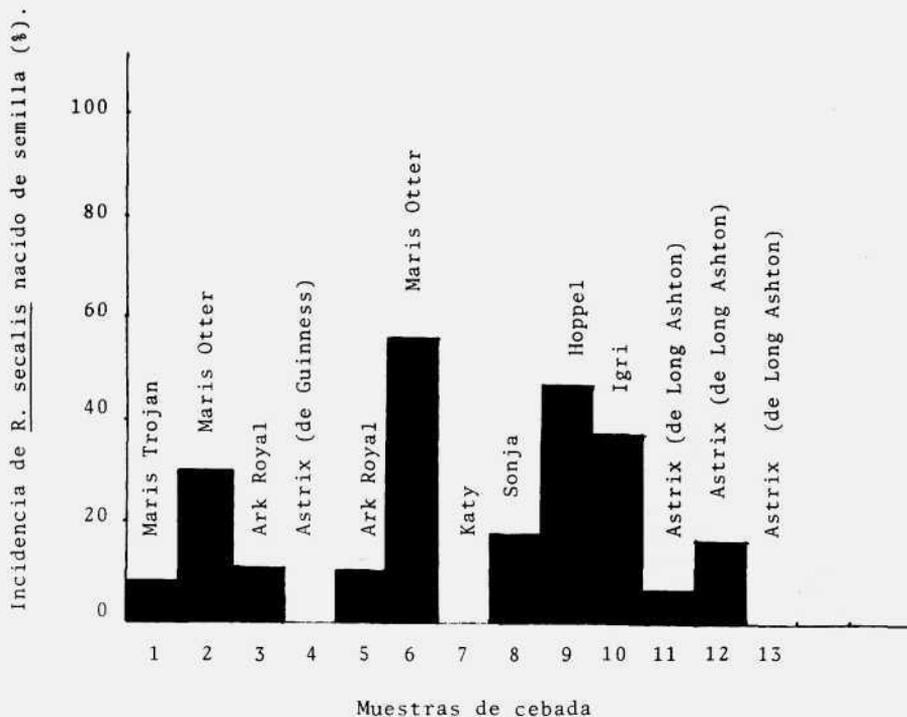


Figura 4: Frecuencia de infección por *R. secalis* en semilla de variedades británicas de cebada, desinfectadas superficialmente.

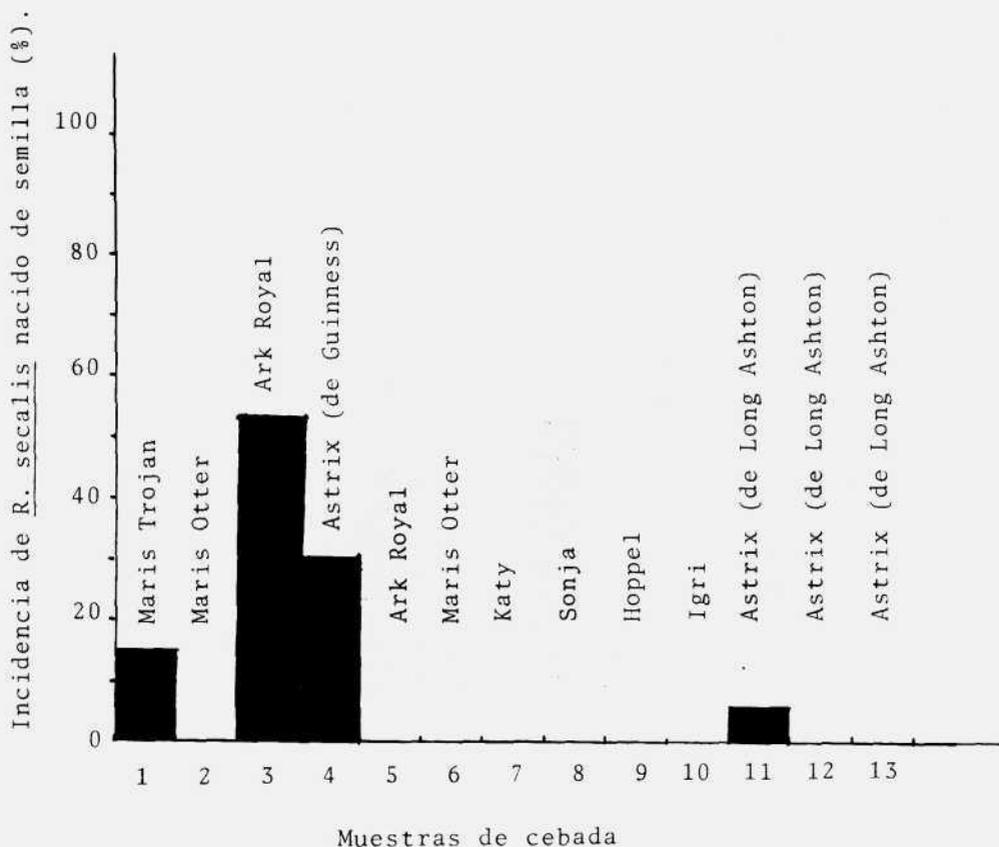


Figura 5: Frecuencia de infección por *R. secalis* en semilla de variedades británicas de cebada no desinfectadas superficialmente.

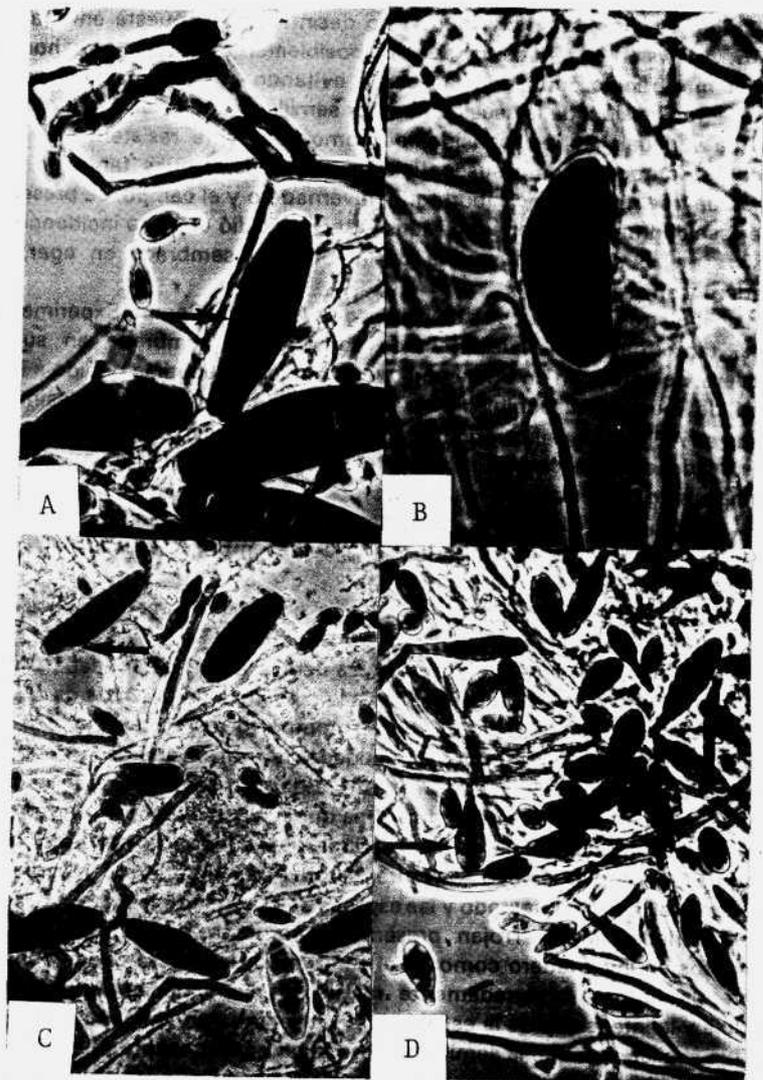


Figura 6: Micoflora encontrada en la cebada mexicana. A: *Dreschlera* sp. Línea 9626-G; B: *Bipolaris* sp. Variedad Tlaxcala; C: *Helminthosporium* sp. Línea 9591; D: *Alternaria alternata*. Línea 9220-B.

Maris, Otter y Hoppel fueron las que tuvieron más daño por *R. secalis* en la semilla desinfectada y sembrada en agar; en la no desinfectada y puesta en agar no se obtuvo *R. secalis* en estas dos variedades, posiblemente porque otro hongo se desarrolló más rápido pudriendo la semilla evitando su germinación, pero fue evidente la transmisión de la escaldadura por semilla de todas las variedades en el campo. La variedad Hoppel considerada como altamente resistente en el este británico se comportó como susceptible en el suroeste, pues tanto en semilla desinfectada y sembrada en el laboratorio, invernadero y el campo, se presentó un 40% de escaldadura. En la variedad Maris Otter coincidió una alta incidencia entre 55 y 80% de *R. secalis* en semilla desinfectada y sembrada en agar, en el invernadero y en el campo.

Los registros de la muestra de la variedad Astrix del Campo Experimental de Guinness, tanto de semilla desinfectada como de la sembrada en suelo de invernadero, se perdieron en un incendio y no pudieron repetirse debido a la poca cantidad de muestra disponible, pero los datos de la semilla no desinfectada sembrada en AEML y la del campo mostraron concordancia, pues ambas tuvieron una alta incidencia de escaldadura. La falta de algunos datos de la variedad Astrix de Guinness se compensan con los datos proporcionados con las 4 muestras de la misma variedad Astrix de LARS, cuyas semillas estaban un poco dañadas en las pruebas de laboratorio, pero en invernadero y en el campo, *R. secalis* se transmitió en forma evidente.

Las variedades Sonja y Astrix que aparecieron consignadas como resistentes por el Departamento de Agricultura Británico (Tabla 1), se comportaron como susceptibles en el suroeste inglés, quizá debido a que la cantidad de inóculo a la que estuvieron expuestas fue mayor, o a la presencia de una raza de *R. secalis* diferente. Asimismo la variedad Katy se comportó como susceptible en el invernadero y en el campo. En estas 3 variedades la transmisión de la escaldadura por semilla fue menor, pues la enfermedad fue baja en semilla desinfectada y no desinfectada y sembrada en EMLA, mientras que en el invernadero y en el campo el daño resultó grande, por lo que se deduce que aunque la transmisión de la escaldadura por semilla estuvo presente, hubo otras fuentes de inóculo en el campo, como el rastrojo infectado y las esporas en el agua salpicada.

La variedad Maris Trojan presentó poco daño en semillas, tanto en experimentos en invernadero como en el campo, por lo que se puede considerar resistente; la Igri es moderadamente resistente. La variedad Ark Royal fue susceptible y la intensidad de la escaldadura presentada en el invernadero y en el campo fue similar. Aunque la semilla sembrada en agar presentó poco *R. secalis*, se puede considerar que el hongo se transmite por semilla, pues el hecho de que estuviera presente en el invernadero indica que proviene de semilla, pues ahí no hay otras fuentes de inóculo.

El grado de infección de la semilla depende de la diseminación del inóculo

por lluvia salpicada desde hojas infectadas, de la severidad de la escaldadura del cultivo, de la susceptibilidad de la espiga y de las condiciones climáticas prevalecientes favorables para la infección.

Durante 1977, cuando ocurrieron brotes severos de escaldadura de cebada en el suroeste de Inglaterra, los síntomas de *Rhynchosporium* se presentaron más evidentes en las espigas en desarrollo y fueron fácilmente encontrados en muestras de grano. Las condiciones climáticas templadas y húmedas durante el desarrollo de la espiga obviamente favorecieron la infección.

Los estudios acerca de la micoflora de las semillas de cebada escaldadas, mostraron durante las pruebas a las colonias de hongos que crecieron de las muestras de semillas, los cuales fueron *Fusarium*, *Alternaria* y *R. secalis* los más frecuentes y *Rhizopus*, *Botryotrichum*, *Penicillium* y *Cephalosporium* menos frecuentes en Inglaterra. La micoflora encontrada en México, en las variedades de cebada trabajadas, corresponde a *Helminthosporium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Ustilago nuda*, *Fuccinia hordei*, *Rhizopus*, *Dreschlera*, *Penicillium*, *Bipolaris*, *Fusarium* y muy poco *R. secalis* (Fig. 7 A-D).

Se ha encontrado que el cultivo de *R. secalis* en medio artificial es difícil (Kay y Owen, 1973), debido a la inhibición de este patógeno por otros hongos, particularmente *Fusarium* y *Alternaria*; se pudieron observar conidios de *R. secalis* en medio artificial y se confirmó su viabilidad e identificación por inoculación en plantas sanas. El hecho de que *Rhynchosporium* crezca asociado a otros hongos en la naturaleza hace difícil su aislamiento (Ali, 1975).

En el presente trabajo se vió que la temperatura fue elevada (entre 20 y 30°C) y las semillas germinaron y crecieron rápidamente, sobrepasando el crecimiento lento del patógeno; pero cuando las semillas infectadas crecieron a temperaturas más bajas (menos de 14°C), similares a las que hay en el establecimiento de la cebada de invierno, hubo más escaldadura en las plántulas. Puede ser que la infección en semillas sea un problema de la cebada de invierno, cuando el crecimiento y el establecimiento del hongo es lento, pues en cebada de primavera aún con semilla muy infectada el crecimiento rápido de la cebada puede aventajar a la colonización por el patógeno. Cuando las semillas infectadas de 8 variedades fueron sembradas en un campo que no había tenido nunca cereales, más del 30% de los macollos de cada una de las variedades estuvieron muy escaldados en estado de crecimiento 31 (Zadoks *et al.*, 1974), con excepción de las variedades Hoppel (41% de macollos infectados), Igri (con un 39%) y Maris Trojan (con 33%), que tuvieron menos daño. Esto confirma la importancia de la infección primaria de *Rhynchosporium* en la semilla de la cebada de invierno (Tabla 3).

Jenkins y Jemmett (1967) indicaron que una cantidad pequeña de escaldadura es suficiente para iniciar una epifitía en condiciones favorables. En todas las parcelas de este estudio hubo suficiente infección y los registros

TABLA 2. Incidencia de las infecciones provenientes de semilla bajo condiciones de propagación húmeda y de suelo en invernadero.

Muestra	O/o de macollos infectados	O/o de área foliar dañada			X de daño total (O/o)
		4	Hojas * 5	6	
Maris Trojan	10	0	0	0.5	1.6
Maris Otter	10	0	0	0.5	1.6
Ark Royal	100	2	31.5	38.5	24.0
Ark Royal	70	3.5	21.5	3.5	13.6
Maris Otter	70	3.0	2.0	3.0	3.8
Katy	60	0	0	2.0	1.1
Sonja	20	0	3.0	3.0	1.0
Hoppel	40	0	3.5	6.0	7.9
Igri	20	0	0	1.0	1.7
Astrix (LARS)	40	0	0	0	0
Astrix (LARS)	30	9.0	0	1.5	11.6
Astrix (LARS)	40	0	0	0	0

\* = Los números de las hojas se consideran tomando a la hoja bandera como 1.

TABLA 3. Severidad de la infección por *R. secalis* en el campo de inóculo proveniente de semilla

Muestra	O/o de macollos infectados	Registro del promedio de área afectada de 50 hojas en estado de crecimiento 31 (Escala de Zadoks)				
		Bandera	2	Hojas 3	4	5
Maris Trojan	32.7	0	0	5.0	12.9	—
Maris Otter	73.7	0	0	7.0	16.0	—
Ark Royal	95.7	0	1	14.5	32.5	—
Astrix (Guinness)	70.5	0	0	1.9	8.0	—
Ark Royal	81.0	0	2	20.0	24.0	—
Maris Otter	67.0	0	1	17.2	20.0	—
Katy	77.0	0	2	13.7	23.0	—
Sonja	58.0	0	1	7.2	17.0	26.6
Hoppel	41.3	0	0	0.5	5.0	12.0
Igri	39.0	0	0	0.5	5.5	11.5
Astrix (LARS)	76.3	0	0.5	6.5	17.0	24.2
Astrix (LARS)	67.7	0	0.2	5.2	19.5	23.3
Astrix (LARS)	85.7	0	0	8.0	11.0	22.0

subsecuentes mostraron un potencial epifítico en condiciones climáticas favorables en 1978.

## LITERATURA CITADA

- Ali, S.M., 1974. Factors influencing infection, colonization and symptom expression in barley by *Rhynchosporium secalis*. *Aust. J. Agric. Res.* 25: 9-20.
- Ali, S.M., 1975. Improved technics for culturing *Rhynchosporium secalis*, the causal organism of scald disease in barley. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 41: 65-67.
- Caldwell, R.M., 1937. *Rhynchosporium* scald of barley, rye and other grasses. *J. Agric. Res.* 55: 175-198.
- Habgood, R.M., 1971. The transmission of *Rhynchosporium secalis* by infected barley seed. *Plant Pathol.* 20: 80-81.
- Harper, F.R. y L.J. Piening, 1974. Barley diseases in south and central Alberta in 1971: distribution, severity and yield losses. *Can Plant Dis. Surv.* 54: 1-5.
- Hauptfleisch, K., 1929. Über den Einfluss von Saatbeizmitteln auf das Auftreten von *Marssonina graminicola* an der Gerste. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. Berlin.* 9: 27-28.
- Jackson, L.F. y R.K. Webster, 1976. Seed grasses as possible host sources of *Rhynchosporium secalis* for barley in California. *Plant Dis. Rep.* 60: 233-236.
- Jenkins, J.E.E. y J.L. Jemmett, 1967. Barley leaf blotch. *NAAS. Q. Rev.* 75: 127-132.
- Kay, J.G., 1971. Physiologic specialisation and seed transmission of *Rhynchosporium secalis*. Ph.D. Thesis. Univ. of Reading (Gran Bretaña)
- Kay, J.G. y H. Owen, 1973. Transmission of *Rhynchosporium secalis* on Barley grain. Leaf blotch. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 60: 405-411.
- Kristiansson, B. y B. Nilsson, 1975. Seed borne diseases on wheat and barley. *Sveriges Utsadesforen. Tidskr.* 85: 163-174.
- Lester, E., 1971. Cereal leaf disease control practicable and economic considerations. *Proc. 6 th. Br. Insectic. Fungic. Conf.*, pp. 643-647.
- Mathre, D.E., Ed., 1982. Compendium of barley disease. *Am. Phytopathol. Soc.* 27p.
- O' Donnell, J., 1981. *Effect of foliar diseases of spring barley on grain size and weight*. Ayr. UK. T.M. Gemmell, Londres.
- Pichler, F., 1954. Die wichtigsten Krankheiten der Gerste. *Pflanzenarzt* 7: 3-4.
- Reed, H.E., 1957. Studies on barley scald. *Bull. Tennessee Univ. Agric. Exp. St.* 268: 43.
- Skoropad, W.P., 1959. Seed and seedling infection of barley by *Rhynchosporium secalis*. *Phytopathology* 49: 623-626.

- Smith, N.J.G., 1937. Leaf scald of barley in South Africa. *South African J. Sci.* 34: 286-290.
- Swain, R.W. y S.C. Melville, 1973. Shrivelled grain or poor finishing of cereals. *ADAS. Q. Rev.* 11: 118-127.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang y C.F. Konzako, 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.