

PODREDUMBRE RADICAL Y TIZON DE LOS CEREALES EN LA ARGENTINA PRODUCIDA POR «GIBBERELLA ZEAЕ» («FUSARIUM GRAMINEARUM») ¹

Por JOSE M. CARRANZA ²

INTRODUCCION

En el mes de octubre de 1960 observamos que las parcelas de selectas y variedades testigos de cereales de la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de La Plata, mostraban un fuerte ataque de *Fusarium graminearum* Schw., especialmente sobre espigas de trigo y cebada, las que al estar cubiertas por el micelio y fructificaciones del hongo, presentaban un color blanco rosado.

Al arrancar las plantas enfermas, particularmente las de cebada, no tuvimos mayor dificultad porque tanto el cuello como el sistema radical se encontraban desintegrados. Esta circunstancia nos hizo suponer que estábamos, también, ante la presencia de un fuerte ataque de "pietín" (*Ophiobolus graminis* Sacc.). Sin embargo, la posterior observación del material coleccionado nos permitió hallar sobre el cuello de los ejemplares enfermos numerosos cuerpos negros, dispersos o agrupados, que resultaron ser peritecios de *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

El mismo cuadro volvió a repetirse en la temporada 1961/62

¹ El resumen del presente trabajo fue presentado en la Vª Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, realizada en la ciudad de Buenos Aires en el mes de noviembre del año 1961.

² Ingeniero agrónomo. Profesor adjunto de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata e Investigador asociado del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

con el agregado de que, además, teníamos referencias de la existencia de este problema patológico, simultáneamente, en otras zonas del país.

También, en el transcurso de la Vª Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, al considerarse los temas de la mesa "Trigo, arroz y otros cereales finos", tuvimos oportunidad de escuchar de parte de los técnicos extranjeros y argentinos la inquietud que les provocaba los daños producidos por *G. zeae* sobre las cosechas de cereales, a tal punto que en Chile y Brasil resultaba uno de los problemas que más preocupaba en la actualidad.

Este panorama nos incitó a profundizar los estudios acerca de esta enfermedad, ya conocida en nuestro país, pero que presentaba aspectos hasta el momento desconocidos o por lo menos no publicados. Era necesario pues, aclarar su verdadera sintomatología y etiología, incluyendo el comportamiento del agente causante frente a los distintos cereales y sus variedades comerciales.

Queremos hacer presente nuestro sincero agradecimiento al profesor ingeniero agrónomo Juan C. Lindquist, quien nos estimuló para realizar el presente estudio, formulándonos estimables y oportunas indicaciones en el transcurso del mismo y por su intervención en la revisión del texto; al profesor ingeniero agrónomo Héctor O. Arriaga por su permanente asesoramiento y suministrarnos los elementos requeridos para llevar a cabo las experiencias a campo; al ingeniero agrónomo Abel A. Sarasola por su valiosa colaboración al proceder a la lectura del texto, y al ingeniero agrónomo Bartolomé Schelotto, que nos facilitó las semillas de las variedades comerciales utilizadas en este trabajo.

NOMBRES DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad motivo de este trabajo se la conoce en nuestro país con el nombre de "Golpe blanco" o "Fusariosis" de los cereales, señalándose al trigo y a la cebada como los más perjudicados, y en particular por los daños que experimentan las espigas y granos del primero de los nombrados.

Disentimos con ambas denominaciones por lo que hemos adoptado la utilizada al intitular el presente trabajo, por las razones que pasamos a exponer seguidamente.

El nombre de "Golpe blanco" es, a nuestro entender, una adaptación de la conocida por los autores italianos como "la golpe bianca del frumento y del mais", también producida por *F. graminearum*, con el que tratan de destacar un determinado síntoma sobre las espigas de trigo y maíz.

En cuanto a la denominación de "Fusariosis" de los cereales, entendemos, también, que no resulta la más adecuada, puesto que como sostienen algunos autores, el llamar a una enfermedad tomando como base el nombre del agente que la produce puede llevar a confusiones ya que, en un momento dado, ese agente puede cambiar de nombre genérico.

La literatura extranjera, y particularmente los autores de habla inglesa, consideran diversas denominaciones para enfermedades semejantes a la estudiada por nosotros. Para ello han tomado en cuenta los órganos, o parte de los mismos que resultan dañados por el patógeno.

Seguidamente damos los nombres utilizados, señalándose al mismo tiempo, como dato ilustrativo, las especies de los géneros *Gibberella* y *Fusarium* responsables.

"Fusarium blight"	{	<i>Gibberella zeae</i>
	{	<i>Fusarium graminearum</i>
		<i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc.
		<i>F. culmorum</i> var. <i>cereale</i> (Cke.) Wr.
"Foot rot"		<i>F. culmorum</i> (W. G. Sm.) Sacc.
"Head blight"	{	<i>Calonectria graminicola</i> (Berk. et Br.) Wr.
	{	<i>F. nivale</i> (Fr.) Ces.
	{	<i>G. zeae</i>
	{	<i>F. graminearum</i>
		<i>F. avenaceum</i>
		<i>F. culmorum</i> var. <i>leteius</i> Sher.
		<i>F. culmorum</i> var. <i>cereale</i>
"Root rot"	{	<i>G. zeae</i>
	{	<i>F. graminearum</i>
		<i>F. avenaceum</i>
		<i>F. culmorum</i>
		<i>F. equiseti</i> (Cda.) Sacc.
		<i>F. moniliforme</i> Sheld.

- F. nivale*
F. oxysporum (Schl.) Snyder et Hansen
F. poae (Pk.) Wr.
F. scirpi Lamb. and Fautr.
F. scirpi var. *acuminatum* (Ell. et Ev.) Wr.
F. scirpi var. *compactum* Wr.
F. scirpi var. *longipes* (Wr. et Rg.) Wr.
F. solani (Mart.) App. et Wr.
F. solani var. *martii* (App. et Wr.) Wr.
F. sporotrichioides Sherb.
- “Scab” { *G. zeae*
 { *F. graminearum*
 F. culmorum var. *leteius*
 F. avenaceum
- “Seedling blight” { *G. zeae*
 { *F. graminearum*
 F. avenaceum
 F. culmorum
 F. culmorum var. *cereale*
 F. culmorum var. *leteius*

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

La enfermedad fue señalada por primera vez en la Argentina por Marchionatto (1928) sobre la variedad de trigo 38 MA., sobre muestras procedentes de Pehuajó, provincia de Buenos Aires. El mismo autor (1931) dice que en el año 1928 Lindquist halló sobre trigos cultivados en la Facultad de Agronomía de La Plata la forma peritéica perteneciente a *G. zeae*.

Blanchard y Carrera (1933), al estudiar las causas determinantes de pérdidas en los cultivos de trigo, señalan la presencia de *F. graminearum* sobre espigas y granos, indicando que los daños producidos son bastante graves.

Marchionatto (1934) manifiesta que en el Laboratorio de Fito-patología del Ministerio de Agricultura aislaron en repetidas ocasiones *G. zeae* de raíces, tallos, espigas y cariopses de trigos enfermos. Destaca que los daños son graves, pues disminuyen los rendimientos, afectando la calidad de la cosecha.

Carrera (1950), en la IVª Reunión de trigo, avena, cebada y centeno presenta un resumen de los trabajos llevados a cabo por la División de Fitopatología del Ministerio de Agricultura, encaminados a estudiar exhaustivamente la enfermedad producida por *F. graminearum*. Como resultado de esos trabajos preliminares, señala que la cebada resultó el cereal más susceptible, siguiéndole en orden decreciente el trigo, centeno y avena. En los huéspedes inoculados artificialmente obtuvo la forma peritécica *G. zaeae*.

Por su parte la bibliografía extranjera es muy amplia y la primera referencia acerca de la "Fusariosis" o "Scab" del trigo pertenece a Weed y Chester, quienes, según Adams (1920), la observaron en 1890 en EE.UU. sobre espigas.

En cuanto a la "Podredumbre del pie" o "Foot rot" fue estudiada por primera vez, también sobre trigo, por Cordley (1902), quien la observó sobre plantas enfermas provenientes de Oregon, EE.UU.

Con posterioridad muchos han sido los autores que se ocuparon del problema, estudiando detenidamente los diversos aspectos del complejo huésped-parásito-medio ambiente.

Las contribuciones de Dickson (1923) y Johnson y Dickson (1921) son muy importantes y han servido de punto de partida a las investigaciones realizadas en todo el mundo.

Arthur (1891) describe el ciclo biológico de *F. graminearum* como causante de la "Fusariosis" o "Scab" de los cereales.

Los trabajos de Adams loc. cit., Johnson y Dickson loc. cit. y Dickson (1923) destacan la importancia de los daños producidos sobre las cosechas de trigo en los EE.UU., particularmente los ocurridos en 1919, los que, según Dickson y Mains (1929), llegaron a estimarse en 2.000.000 tns. al resultar seriamente dañados los trigos invernales y primaverales. El mismo problema, siguen diciendo esos autores, volvió a repetirse en 1928, pero esta vez sobre trigo y cebada primaverales.

Koehler, Dickson y Holber (1924) señalan, por su parte, que en 1924 *G. saubinetti* resultó en el 98 % de los casos estudiados, responsable de la "Fusariosis" o "Scab" del trigo.

Henry (1924) dice que Bolley fue el investigador norteamericano que destacó la importancia de la podredumbre radical o "root rot" de los cereales, e indica por su parte que *F. grami-*

nearum fue el patógeno más virulento entre los organismos aislados de raíces de trigo.

Greaney y Bailey (1927) apuntan como hecho destacable la posible universalidad de la asociación entre los géneros *Fusarium* y *Helminthosporium*, circunstancia no advertida, hasta la fecha, por nosotros.

Sprague (1944) dice que a pesar de la importancia de *F. graminearum* como productor de la podredumbre radical del trigo, en el período 1940/41/42/43 sobre 22.832 aislamientos sólo lo constató en 26 oportunidades, siendo *F. equiseti* y *F. oxysporum* los más comúnmente encontrados.

Oswald (1947), (1949), (1950) estudió el problema en California, y luego de sucesivos trabajos establece que *F. graminearum* y *H. sativum*, entre otros, resultaron los organismos más comúnmente aislados de raíces de trigo y cebada. Trabajos semejantes de Gordon (1952), en Canadá, le permitieron aislar sobre 1579 muestras de trigo, 1042 de cebada y 1152 de avena diversas especies de *Fusarium*, destacando a *F. graminearum* y *F. culmorum* como las más importantes.

Urries (1953), en España, informa acerca de una podredumbre radical de los cereales que preocupó a los agricultores. Identificó *F. culmorum* y *Fusarium* spp.

Simmonds (1928), Christensen, Stakman e Immer (1929), Tu Chih (1930) y Christensen y Stakman (1935) han estudiado distintos aspectos de la sintomatología, comportamiento varietal, especialización fisiológica y la relación entre *Fusarium* spp. y *Helminthosporium* spp., respectivamente.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

En Argentina la presencia de la enfermedad ha sido señalada en toda la región cerealista.

En cuanto al extranjero, Simmonds loc. cit. y Sprague (1950) indican que *G. zae* ha sido señalada en Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Canadá, China, Dinamarca, EE.UU., Finlandia, Francia, Guatemala, India, Italia, Japón, Kenya, Países Bajos, Rusia, Sud Africa, Suecia y Tanganika, nómina a la que agregamos Austria, Brasil, Chile, España y Noruega.

MATERIAL Y METODOS

Material empleado: Las semillas de los cereales y sus variedades comerciales utilizadas en las experiencias detalladas más adelante fueron provistas por la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de La Plata y por la Chacra Experimental de Barrow de la Dirección de Agricultura del Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires.

Como la mayoría de los trabajos los realizamos en condiciones de invernáculo, efectuamos las siembras en cajones adecuados, de fácil manejo y, sobre todo, que no ofrecieran dificultades al ser desinfectados. En las primeras experiencias empleamos tierra, que luego reemplazamos por arena, puesto que este elemento nos permitía arrancar las plantas sin dificultad, extrayendo de esa forma el sistema radical con la totalidad de raíces y raicillas.

Los cajones, como también la tierra y arena, los desinfectamos antes de cada siembra, con N-metil ditiocarbamato de sodio, siguiendo la técnica recomendada para casos similares. Dejamos transcurrir un período no menor de 15 días antes de proceder a sembrar los granos.

Recurrimos a la solución nutritiva de Knopp cuando efectuamos la siembra en arena.

Sembramos los granos en hileras de 15 semillas y a razón de 10 hileras por cajón (lám. III, figs. 1 y 2). No los sometimos a tratamiento de desinfección, pero elegimos aquellos aparentemente sanos, eliminando los que mostraran defectos o síntomas sospechosos. Antes de cada siembra determinamos el poder germinativo de la semilla a emplear, para evitar errores al estimar las mermas en la germinación.

Aislamientos y medios de cultivo: La fuente de inóculo requerida para las distintas experiencias realizadas las obtuvimos de:

- a) Aislamientos de ascas y ascosporas de peritecios de *G. zeae* separados del cuello de plantas de cebada con podredumbre radical.
- b) Aislamiento de *F. graminearum* de espigas de cebada con manchas sobre las glumas.

- c) Aislamientos de *F. graminearum* de plantas de trigo y cebada con síntomas de podredumbre radical.
- d) Aislamientos de *F. graminearum* de granos blancos y chuzos provenientes de espigas de trigo.

El medio de cultivo utilizado, con mayor frecuencia, para tales fines fue agar de papa glucosado al 2 %, sobre el cual el organismo vegetó y fructificó normalmente. Los repiques los hicimos también sobre ese medio de cultivo y en el medio sintético de Coon's líquido o sólido¹.

Para las infestaciones del suelo adoptamos el medio recomendado por Bayles (1936) compuesto de harina de maíz 130 gr, arena 130 gr y agua 130 ml, que distribuimos en cajas de Petri y esterilizamos, posteriormente, en autoclave.

Inoculaciones: La técnica seguida a tal efecto fue simple y de resultados satisfactorios.

Cultivado el organismo en el medio de Bayles, procedimos a incorporarlo al suelo desinfectado anteriormente. El contenido de las cajas de Petri lo desmenuzamos en pequeñas partículas para distribuirlo y mezclarlo homogéneamente con la tierra o arena, según los casos.

Hecho esto, regamos ligeramente los cajones, cubriéndolos con vidrios o papel celofán durante 48 horas.

A la semana, sobre la superficie de los cajones, comenzaban a aparecer los peritecios de *G. zeae*, que poco después cubrían el suelo de un manto oscuro (lám. III, figs. 1 y 2).

¹ Medio líquido sintético de Coon's:

Agua destilada.....	1 lt.
Sucrosa y sacarosa.....	7,2 grs.
Dextrosa.....	3,6 »
Sulfato de magnesio.....	1,23 »
Fosfato ácido potasio.....	2,72 »
Nitrato de potasio.....	2,02 »
Agar (para solidificar).....	12,00 »

SINTOMATOLOGIA

El organismo causante, con excepción del sistema foliáceo, ataca a todos los órganos de los diferentes huéspedes en los distintos estados de desarrollo.

En base a ello podemos distinguir dos períodos: a) *de pre-emergencia y emergencia*, y b) *de post-emergencia*. En el primer caso se produce la muerte de las plántulas antes de emerger y en el segundo después de la emergencia, el ataque a raíces y cuello en plantitas y plantas adultas y tizón de nudos y espigas.

Cada uno de los casos señalados pueden presentarse sobre un mismo huésped en forma aislada o conjunta. Es decir que, por ejemplo, en el trigo pueden resultar atacados por separado el sistema radical, el tallo o las espigas o simultáneamente dañadas raíces, tallos y espigas.

Síntomas de pre-emergencia y emergencia: Se producen en el período comprendido entre la siembra y la emergencia de las plántulas, en cuyo transcurso el hongo invade los granos inmediatamente después de sembrados, desintegrando los tejidos y produciendo la muerte de las plántulas. Al generalizarse la emergencia se advierte una apreciable disminución en la cantidad de plantas nacidas.

Esta es una de las razones de las pérdidas que sufren los cultivos de cereales al resultar los granos dañados por la acción de hongos fitopatógenos e insectos.

Los granos destruídos quedan cubiertos de numerosos peritecios.

Síntomas de post-emergencia. Raíces: Un cuidadoso examen del sistema radical de plantitas y plantas, permite observar podredumbre y necrosis, total o parcial, de raicillas y raíces.

La primera manifestación aparece en las raíces primarias o seminales, las que muestran los tejidos desintegrados y de color pardo. La base del tallo, por debajo de la superficie del suelo, y el cuello sufren también los efectos de la enfermedad, observándose podredumbre, necrosis y oscurecimiento de los tejidos. El hongo puede alcanzar el interior del tallo debilitándolo y predisponiendo a las plantas al vuelco.

Tallo: Generalmente los síntomas quedan localizados entre la región del cuello y el primer nudo.

En las plantitas aparece una mancha oscura, de aspecto húmedo, que debilita los tejidos produciendo la caída de las mismas. Se observan, también, las fructificaciones asexuales y al producirse la muerte de esos tejidos aparecen los peritecios, superficiales, visibles a simple vista. Este detalle permite diferenciar esta enfermedad del "pietín" de los cereales, ya que para observar los peritecios de *O. graminis*, implantados en los tejidos, es necesario recurrir a la ayuda de una lupa o microscopio.

En los ejemplares adultos el hongo ataca las partes del tallo en contacto con el suelo, alcanzando la infección hasta el primer nudo. Los tejidos enfermos aparecen de color pardo-amarillento y la muerte de los mismos interfiere el normal intercambio entre las raíces y la parte aérea, provocando la muerte de las plantas. Cuando se trata de arrancarlas, por lo general, las raíces quedan en gran parte en el suelo al desintegrarse los tejidos del cuello.

Sobre esos tejidos necrosados aparecen, también, los peritecios del hongo o bien pueden cubrirse de micelio y conidios que les otorgan una coloración blanco-rosada.

En la región de los nudos, los tejidos resultan, en algunas ocasiones, invadidos por el hongo, advirtiéndose la presencia de micelio y fructificaciones asexuales (lám. I, fig. 1). Los nudos se debilitan y el tallo puede llegar a quebrarse.

Espigas: Los síntomas sobre estos órganos han sido observados hasta el momento, sobre trigo y cebada.

Sobre aquél, los efectos de la enfermedad determinan que algunas espiguillas se sequen prematuramente sin haber llegado a formarse el grano. El contraste entre el color verde de los tejidos sanos y el amarillo claro de los necrosados, confiere a las espigas un aspecto característico (lám. I, fig. 2).

El primer síntoma evidente de la infección es la aparición de una mancha al principio de aspecto húmedo y luego de color pardo, que generalmente coincide con el punto de penetración del parásito.

Si el tiempo es seco, la infección queda circunscripta al punto de penetración; por el contrario, si las condiciones son de elevada humedad ambiente, la infección se generaliza y las espiguillas se

cubren de abundante micelio algodonoso, ligeramente rosado, que puede llegar a extenderse a gran parte de la espiga. Los conidios se forman en gran cantidad en la base de las espiguillas, lugar donde se acumula la humedad de la lluvia y del rocío.

Los granos que alcanzan a formarse en esas espigas, muestran características distintas. En algunos casos son chuzos y de color blanco, y en otros, chuzos solamente (lám. II, fig. 1). El color blanco está dado por una delgada capa de micelio que los cubre exteriormente. Histológicamente el hongo alcanza a invadir el pericarpio, llegando hasta la capa de aleurona sin interesar al albu-men amiláceo.

En cuanto a las espigas de cebada los síntomas que presentan difieren de los del trigo. La infección se manifiesta por pequeñas manchas de color pardo que aparecen en la base o en el centro de las glumelas o directamente sobre el raquis, extendiéndose en todas direcciones a partir del punto de infección (lám. I, fig. 3). Los granos formados en esas espigas resultan chuzos y manchados (lám. II, figs. 2 y 4).

Estos síntomas son muy semejantes a los producidos por *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. sobre las espigas de cebada, de manera que no existiendo otro signo de la enfermedad deberá recurrirse al examen microscópico o al aislamiento, para determinar de qué organismo se trata.

ETIOLOGIA

Hemos visto que la literatura extranjera señala como responsables de enfermedades semejantes a la estudiada por nuestra parte a diversos organismos, inclusive de diferentes géneros. En Argentina hemos comprobado en los casos incluidos en este trabajo, que la podredumbre radical y tizón de los cereales es producida por el hongo *Gibberella zeae* y su estado conídico *Fusarium graminearum*.

En la naturaleza el micelio del hongo tiene color blanco o blanco-rosado; en cambio, en agar de papa glucosado al 2 %, sobre el que vegeta normalmente, produce primeramente colonias blancas, algodonosas, que se oscurecen paulatinamente hasta llegar al color rojo púrpura. Igual color le confiere al substrato.

En esas colonias se forman los esporodoquios que soportan a los conidios; no hay formación de microconidios y clamidosporas. En cultivos de 5 meses de edad, en agar de papa glucosado al 2 % y en el sintético de Coon's observamos la presencia de peritecios, hecho aún no señalado en el país. En el medio de Coon's esas fructificaciones no alcanzaron a formar ascas.

Los peritecios son globosos, rostrados, libres o agrupados en un estroma de consistencia carnosa y de color azul violáceo. Miden $270-148 \times 234-125 \mu$ (lám. V, fig. 2). Ascas numerosas, en fascículos, clavuladas, hialinas de $66-44 \times 11-7,5 \mu$ llevan 8 ascosporas hialinas, fusiformes, suavemente curvadas, con 3 septas, midiendo $29-15 \times 3,7-2,5 \mu$ (lám. V, figs. 1 y 3).

Los conidios, que se forman en mayor cantidad en la naturaleza, son hialinos, falcados o dorsiventrales, de paredes delgadas con 1 a 7 septas, comúnmente de 3 a 5, midiendo de $48-22 \times 6-3,7 \mu$, término medio $38,9 \times 4 \mu$ (lám. V, fig. 4).

PROPAGACION Y PERPETUACION

La enfermedad se propaga por medio del estado conidico, que como hemos visto, se forma sobre los nudos y espigas. Si el tiempo es húmedo hay mayor cantidad de conidios que son dispersados por el agua de lluvia y el viento, distribuyéndolos sobre el cultivo.

La perpetuación puede realizarse de formas distintas:

- a) Por medio de micelio alojado en los granos, glumas y restos de raquis, que son distribuidos durante la siembra.
- b) Por el micelio que sobrevive en los tejidos muertos en el suelo.
- c) Por la forma peritética que se encuentra en el rastrojo del cultivo del año anterior.

En el primer caso la infección proviene directamente del grano sembrado o de sus envolturas, alcanzando al embrión o a la pequeña plántula.

En cambio en los casos b) y c) la infección proviene del suelo, invadiendo al grano inmediatamente después de sembrado.

RESULTADOS DE LAS INOCULACIONES

Las inoculaciones resultaron positivas en todos los casos, variando únicamente el comportamiento de cada uno de los cereales o de sus variedades comerciales.

Los resultados de las distintas experiencias están reflejados en los ensayos siguientes:

ENSAYO N° 1.

Inóculo: Procedente de aislamientos monoascospóricos de *G. zeae* de peritecios separados del cuello de plantas de cebada, con podredumbre radical.

Hospedantes: Trigo Sureño M.A. (89 %) ¹, Avena Stanton sel. Massaux (82 %), Cebada Buck 111 (94 %) y Centeno Insave F. A. (91 %).

Siembra: La realizamos en 4 cajones con 90 semillas de cada uno de los hospedantes arriba mencionados, destinando 2 para infectar el suelo y los 2 restantes para testigos. Los granos fueron sembrados 10 días después, cuando en las parcelas infestadas aparecieron los peritecios en la superficie.

Resultados: A los 15 días de efectuada la siembra comenzaron a aparecer las primeras plantitas, advirtiéndose que las parcelas contaminadas mostraban menor número de ejemplares germinados en relación a las testigos (ver cuadro 1).

Dos días después observamos los primeros síntomas de la enfermedad sobre el cuello de algunas plantitas, las que murieron poco después, quedando cubiertas de numerosos peritecios (lám. II, fig. 3).

Este primer ensayo nos permite afirmar que *G. zeae* es el causante de las diferencias existentes entre las parcelas inoculadas y las testigos.

¹ Los números entre paréntesis corresponden al % de poder germinativo de la semilla empleada.

CUADRO 1

Hospedante	Semillas sembradas	Semillas germinadas	Semillas no germinadas	Merma al germinar	Merma total
Trigo.....	90	78	12	13,3 %	
Testigo....	90	85	5	5,5 »	7,8 %
Cebada . . .	90	80	10	11,1 »	
Testigo....	90	83	7	7,7 »	3,4 »
Avena.....	90	48	42	46,6 »	
Testigo....	90	90	—	—	46,6 »
Centeno....	90	83	7	7,7 »	
Testigo....	90	88	2	2,2 »	5,5 »

En efecto, la germinación en los testigos tuvo estos porcentajes: trigo 94,4 %, avena 100 % y centeno 97,7 %, superiores a los obtenidos al determinar el poder germinativo. En el caso de la cebada el 92,2 % obtenido estuvo 1,8 % debajo del normal.

La merma total resultó de la diferencia existente entre las semillas no germinadas de las parcelas infestadas y las testigos. En esta oportunidad la avena resultó el cereal más perjudicado.

Separamos los granos no germinados de los cajones inoculados y testigos, aislando *F. graminearum* de aquellos, mientras que en los provenientes de los testigos no desarrolló organismo alguno.

ENSAYO Nº 2.

Con los resultados obtenidos en el primer ensayo ampliamos los objetivos de esta nueva serie de inoculaciones, de manera que nos propusimos determinar:

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| a) Mermas en la pre-emergencia | } Ver cuadro 2. |
| b) Mermas de post-emergencia | |
| c) Desarrollo foliáceo | } Ver cuadro 3. |
| d) Desarrollo radical | |

Inóculo: Procedente de a) Aislamiento de *F. graminearum* de plantas de cebada con síntomas de podredumbre radical, y b) Aislamientos monoascospóricos de *G. zeae* de peritecios se-

parados del cuello de plantas de cebada con podredumbre radical.

Hospedantes: Trigo Sureño M.A. (89 %), Avena Stanton sel. Mas-saux (90 %), Cebada Buck 111 (93 %) y Centeno Insave F.A. (98 %).

Siembra: La realizamos en 12 cajones con 225 semillas de cada uno de los hospedantes arriba mencionados, destinando 6 para infestar el suelo y los 6 restantes para testigos. Los granos los distribuimos en las 3 repeticiones en hileras al azar, de 15 semillas cada una, por parcela. Como en oportunidad del Ensayo nº 1, los granos fueron sembrados al aparecer los peritecios sobre la superficie de los cajones infestados.

Resultados: A los 15 días nacen las primeras plantitas, con apreciables diferencias a favor de los testigos. De inmediato aparecen los primeros síntomas en las plantitas emergidas: podredumbre en el cuello, cubriéndose los tejidos enfermos de abundante micelio blanco-rosado y formándose poco después los peritecios.

También en esta oportunidad pudimos advertir que los daños causados por el hongo en la pre-emergencia eran importantes, comparando la cantidad de semillas germinadas entre las parcelas infestadas y las testigos.

Debemos aclarar que los testigos marcados con (*) sufrieron los perjuicios de un factor ajeno al ensayo, que determinó una destrucción prematura de semillas en algunas de las hileras, de manera que la cantidad de granos germinados resultó inferior al normal obtenido en oportunidad de determinar el poder germinativo de cada uno de los cereales.

El trigo con 35,6 % de merma en la pre-emergencia, resultó el cereal más perjudicado, siguiéndole la avena con 11,5 %, la cebada con 6,7 % y el centeno con 4,5 %.

En el primer ensayo fueron avena y trigo, en ese orden, los más dañados con 46,6 % y 7,8 % de mermas, respectivamente, mientras que la cebada y el centeno tuvieron porcentos semejantes a los obtenidos en esta ocasión.

CUADRO 2

Hospedante	Semillas sembradas	Pre-emergencia		Post-emergencia		Mermas		Merma total
		Semillas germinadas	Semillas no germinadas	Plantas sanas	Plantas muertas	Pre-emergencia	Post-emergencia	
Trigo.....	225	117	108	101	16	48,0 %	7,1 %	42,7 %
Testigo.....	225	197 *	28	195	—	12,4 »	—	
Cebada.....	225	197	28	179	18	35,6 »	7,1 »	14,7 »
Testigo.....	225	212	13	212	—	12,4 »	8,0 »	
Avena.....	225	190	35	165	25	5,7 »	—	22,6 »
Testigo.....	225	216	9	216	—	6,7 »	8,0 »	
Centeno.....	225	198	27	173	25	15,5 »	11,1 »	15,6 »
Testigo.....	225	208 *	17	205	—	4,0 »	—	
						11,5 »	11,1 »	
						12,0 »	11,1 »	
						7,5 »	—	
						4,5 »	11,1 »	

La causa del comportamiento distinto del trigo y avena en los ensayos realizados, a pesar de tratarse de las mismas variedades, la vinculamos con la temperatura ambiente reinante en oportunidad de efectuarse ambas experiencias. En el primer ensayo la temperatura media fue de 19° C, mientras que en el segundo fue de 14° C.

Por otra parte, al analizar el comportamiento varietal veremos que en la pre-emergencia la variedad de trigo Sureño M.A. resultará mucho más susceptible que la avena Stanton sel. Massaux, en iguales condiciones de temperatura a la reinante en este segundo ensayo.

En la post-emergencia las mermas las estimamos calculando la cantidad de plantas muertas. Avena Stanton sel. Massaux y centeno Insave F. A. con 11,1 % de mermas resultaron los cereales más perjudicados. La cebada Buck III tuvo 8 % de merma y el trigo Sureño M. A. 7,1 %.

De esta manera la merma total la obtuvimos sumando los parciales de la pre y post-emergencia, resultando el trigo Sureño M.A. con 42,7 % el más dañado, siguiéndole avena Stanton sel. Massaux, con 22,6 %, centeno Insave F.A. con 15,6 % y por último la cebada Buck III con 14,7 %, resultando ser, en este ensayo, el cereal con mayor resistencia.

Con respecto a los objetivos c) *Desarrollo foliáceo* y d) *Desarrollo radical*, los reflejamos en el cuadro siguiente, resultante del cálculo promedio de las 1446 plantas sobrevivientes en cultivo (518 de los cajones infestados y 928 de los testigos).

CUADRO 3

Hospedantes	Largo de hojas en cms.		Nº de hojas		Largo de raíces en cms.		Nº de raíces	
	Test.	Inoc.	Test.	Inoc.	Test.	Inoc.	Test.	Inoc.
Trigo.....	0,392	0,335	4	3,9	0,098	0,096	3,7	3,4
Cebada.....	0,345	0,304	3,7	3,6	0,094	0,081	5,5	5,5
Avena.....	0,231	0,201	2,9	2,5	0,063	0,050	2,8	2,8
Centeno.....	0,308	0,282	4,2	4,4	0,100	0,083	5,2	5,2

El análisis del cuadro precedente nos permite afirmar que el largo de hojas y raíces de las plantas testigos es superior al de las provenientes de las parcelas infestadas. Estas diferencias quedaron confirmadas en la práctica, porque las plantas criadas en suelo contaminado vegetaron con dificultad (lám. III, figs. 1, 2 y 3), las hojas mostraban menor tamaño y el sistema radical poco desarrollo (lám. IV, figs. 1 a 4).

En este sentido las diferencias promedios del largo foliar variaron entre 2,6 cms para el centeno Insave F. A. y 5,7 cms para el trigo Sureño M.A.; en cuanto al largo de las raíces el centeno Insave F. A. demostró ser el más perjudicado, con 1,7 cms de merma y el trigo Sureño S. A., con 0,2 cm, el menos dañado. Cebada Buck 111 y avena Stanton sel. Massaux tuvieron una diferencia de 1,3 cm en relación con los testigos.

Con respecto al número de hojas y raíces no advertimos diferencias apreciables, puesto que tanto las plantas que vegetaban en suelo infestado como las testigos, tuvieron en este sentido un comportamiento similar.

ENSAYO N° 3. — *Comportamiento varietal.*

Con el deseo de comprobar el comportamiento de algunas variedades comerciales de trigo, avena, cebada y centeno, planeamos este tercer ensayo empleando 11 variedades de trigo, 3 de avena, 6 de cebada y 2 de centeno.

Hicimos esta nueva experiencia sobre la base de las efectuadas precedentemente, distribuyendo las variedades al azar, en 3 repeticiones.

Inóculo: Procedía de cepas obtenidas de: a) aislamiento de *F. graminearum* de granos chuzos de trigo; b) aislamientos de *F. graminearum* de plantitas de avena inoculadas artificialmente y c) ascosporas de *G. zeae* procedentes de peritecios formados sobre plantas de cebada inoculadas artificialmente.

Siembra: A los 13 días, después de formados los peritecios, sobre la superficie de los cajones, en hileras de 15 semillas de cada variedad.

Observaciones: Confirmamos las observaciones llevadas a cabo en los ensayos anteriores, es decir, que a los 15 días comenzamos

a ver las primeras plantitas con síntomas y sobre todo una marcada diferencia en el desarrollo entre los cajones inoculados y los testigos.

Los resultados obtenidos quedan reflejados en el cuadro siguiente:

CUADRO 4

Hospedantes	Pre-emergencia y emergencia			Post-emergencia			Merma total a+b
	Inoc.	Test.	Merma a	Inoc.	Test.	Merma b	
	%	%	%	%	%	%	
<i>Trigo</i>							
Buck Quequén.....	8,8	2,2	6,6	17,7	—	17,7	24,3
Klein Crédito.....	15,5	11	4,5	22,1	—	22,1	26,6
Klein 157.....	17,7	4,4	13,3	13,3	—	13,3	26,6
Buck Pampero.....	13,3	2,2	11,1	17,7	—	17,7	28,8
Klein Rendidor.....	6,6	4,4	2,2	26,6	—	26,6	28,8
Gral. Roca M. A.....	13,3	4,4	8,8	24,4	—	24,4	33,2
Vilela Mar.....	11	4,4	6,6	26,6	—	26,6	33,2
Klein Petiso.....	46,6	8,8	37,8	31	—	31	68,8
Buck Atlántico.....	53,2	4,4	48,8	22,2	—	22,2	71
Magnif Guaraní.....	54,4	—	54,4	26,6	—	26,6	81
Sureño M. A.....	88,8	8,8	80	8,8	—	8,8	88,8
<i>Avena</i>							
La Previsión 13.....	—	—	—	4,4	—	4,4	4,4
Buenos Aires 107....	6,6	—	6,6	7,7	—	7,7	14,3
Stanton sel Massaux..	17,7	6,6	11,1	39,9	—	39,9	50,1
<i>Cebada</i>							
Maltería 150.....	11,1	11,1	—	—	—	—	—
La Previsión 19.....	2,2	—	2,2	—	—	—	2,2
Maltería Heda.....	2,2	2,2	—	6,6	—	6,6	6,6
Buck 111.....	17,7	11,1	6,6	8,8	—	8,8	15,4
Buenos Aires 109....	2,2	4,4	+2,2	19,9	—	19,9	17,7
Negra Manfredi.....	6,6	4,4	2,2	17,7	—	17,7	19,9
<i>Centeno</i>							
Manfredi Suquía SAG.	93,3	68,8	24,5	2,2	—	2,2	26,5
Insave F. A.....	53,3	4,4	48,9	28,8	—	28,8	77,7

Los resultados obtenidos en este ensayo nos permiten hacer las siguientes consideraciones:

Trigo: Las variedades que mejor se han comportado son Buck Quequén con 24,3 % de merma total, Klein Crédito y Klein 157 con 26,6 %, Buck Pampero y Klein Rendidor con 28,2 %. Las más perjudicadas resultaron Klein Petiso con 68,8 %, Buck Atlántico con 71 %, Magnif Guaraní con 81 % y Sureño M.A. con 88,8 %.

Con respecto al comportamiento de pre-emergencia, emergencia y post-emergencia podemos destacar que en los dos primeros estados Klein Rendidor con 2,2 %, Klein Crédito con 4,5 %, Buck Quequén y Vilela Mar con 6,6 % resultaron las variedades menos dañadas. En la post-emergencia todas las variedades sufrieron mermas significativas entre 17,7 % para las variedades Buck Quequén y Buck Pampero y 31 % que alcanzó Klein Petiso. Sureño M.A. tuvo sólo 8,8 % de merma en este período, pero al resultar tan perjudicado en la pre-emergencia y emergencia, sólo alcanzaron a sobrevivir algunas pocas plantas que pudieron, posteriormente, superar la acción de *G. zeae*.

Avena: Tuvimos oportunidad de ensayar 3 variedades, resultando La Previsión 13 la más resistente, sin daños en los primeros períodos y sólo 4,4 % en la post-emergencia. Buenos Aires 107 también se comportó satisfactoriamente con parciales de 6,6 % y 7,7 % totalizando 14,3 % de merma. Stanton sel. Massaux sufrió un daño total de 50,1 %.

Cebada: Las 6 variedades ensayadas se comportaron bien. Maltería 150, sin daños, La Previsión 19 y Maltería Heda con 2,2 % y 6,6 % de merma, respectivamente, resultaron las mejores. En cuanto a las restantes, se comportaron en forma muy pareja, siendo la más perjudicada la variedad Negra Manfredi con 19,9 % de merma.

En la pre-emergencia y emergencia Maltería 150, Maltería Heda, La Previsión 19 y Buenos Aires 109 sufrieron daños insignificantes, mientras que Buck 111 con sólo 6,6 % fue la más dañada. En post-emergencia Maltería 150 y La Previsión 19 no tuvieron mermas, comportándose bien las variedades Maltería Heda y Buck 111 con 6,6 % y 8,8 %, respectivamente.

Centeno: Sólo pudimos disponer de dos variedades y aunque Manfredi Suquía SAG tuvo 26,5 % de daños contra 77,7 % de Insave F. A., aquel porcentaje debe tomarse con reservas, puesto que la semilla de aquella variedad resultó de bajo poder germinativo, de manera que en la parcela testigo el 68,8 % de los granos no germinaron. Ese factor debe haber influido, también, sobre la parcela inoculada, por lo que al germinar en ella sólo el 6,6 % de los granos sembrados en las tres repeticiones, las pocas plantas nacidas pudieron sobrevivir en su gran mayoría sufriendo 2,2 % de merma en la pot-emergencia.

Pensamos que de haber germinado mayor número de semillas, las plantas nacidas pudieron haber sido perjudicadas en mayor proporción por el parásito, como ocurrió en el caso de Insave F.A., que en post-emergencia tuvo una merma del 28,8 %, que sumados a los 48,9 % en la pre-emergencia y emergencia, alcanzan a un daño total de 77,7 %.

CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas y los resultados obtenidos en las diversas experiencias, demuestran que *Gibberella zeae* (Schw.) Petch. (= *Fusarium graminearum* Schw.) es el causante de un complejo cuadro sintomatológico sobre trigo, avena, cebada y centeno y que puede llegar a producir daños estimables en cualquiera de los estados del desarrollo de los cereales indicados.

Por ello la denominación de "Podredumbre radical y tizón de los cereales" dada por nosotros a esta enfermedad, la consideramos ahora, más adecuada y la proponemos para reemplazar a la de "Fusariosis" o "Golpe blanco" con que se le conocía.

Sobre el sistema radical *G. zeae* produce necrosis de raíces y raicillas, y tizón sobre nudos y espigas. Las pequeñas plántulas pueden ser destruidas antes, durante y después de la emergencia, provocando una considerable disminución del número de plantas nacidas en el cultivo.

En las plantas adultas influye también, desfavorablemente, en el desarrollo foliáceo y radical. Los granos formados en las espigas atacadas quedan chuzos y cubiertos de un micelio blanquecino.

Esos granos, los restos del año anterior que quedan en el cultivo y los peritecios, que se forman con frecuencia en la naturaleza, son

las principales fuentes de perpetuación y propagación del organismo.

Acerca del comportamiento individual, podemos decir que la cebada resultó el cereal que se comportó en mejor forma frente a *G. zeae*, incluyendo los períodos de pre-emergencia, emergencia y post-emergencia. Los restantes, por su parte, demostraron tener una llamativa susceptibilidad, sobre todo en la pre-emergencia, puesto que en la etapa posterior los daños fueron similares para centeno, trigo y avena, manteniéndose dentro de un porcentaje semejante de 13 %, 13,9 % y 14,2 %, respectivamente.

Estas cifras quedan reflejadas en la siguiente síntesis final:

Cultivos	Mermas de pre-emergencia y emergencia	Mermas post-emergencia	Merma total
Cebada	3,6 ‰	8,7 ‰	12,3 ‰
Centeno	15,1 »	13,0 »	28,1 »
Avena	20,9 »	14,2 »	35,1 »
Trigo.....	22,6 »	13,9 »	36,5 »

Pretendemos que todo lo expuesto deba ser tomado en cuenta para considerar a *G. zeae* como un factor adverso más en los trabajos de mejoramiento que llevan a cabo los fitotecnistas, teniendo en cuenta las diferencias apreciables que muestran las variedades ensayadas frente al patógeno, atribuibles a caracteres intrínsecos de cada una de ellas.

Resumen.— Las parcelas de selectas y variedades testigos de la Cátedra de Cerealicultura de la Facultad de Agronomía de La Plata, mostraron durante la temporada 1960-61, especialmente sobre espigas de cebada, un fuerte ataque de *Fusarium graminearum* Schw. cuyo micelio, al cubrirlas, les daba un ligero tinte blanco-rosado. Los granos provenientes de esas espigas dañadas resultaron, también, perjudicados, quedando manchados de color pardo-oscuro, chuzos o cubiertos de un micelio blanquecino.

Al intentar arrancar aquellas plantas, no ofrecieron mayor dificultad, puesto que el cuello del tallo y el sistema radical estaban necrosados. Sobre aquél se observaban abundantes fructificaciones, en formas de puntos negros, que resultaron ser peritecios de *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

Los aislamientos monoascos y monoascospóricos de *G. zeae* dieron origen a la forma asexual *F. graminearum*. También aislamos la forma conídica de las espigas y granos de cebada y trigo.

Las distintas cepas se cultivaron en un medio preparado con harina de maíz y arena y posteriormente incorporadas al suelo, que fuera previamente desinfectado con N-Metil ditiocartamato de sodio. A la semana, sobre la superficie comenzaron a formarse los peritecios. En ese momento se procedió a sembrar los granos de trigo, avena, cebada y centeno; en las parcelas testigos se sembraron, también, igual cantidad de semillas de los cereales mencionados.

Al comenzar la germinación, se observó en las parcelas inoculadas una considerable merma en el número de plantitas nacidas en relación a las de las parcelas testigos.

Las que germinaron mostraron una sensible disminución en el desarrollo foliáceo y radical, terminando por morir muchas de ellas. Los tejidos, a la altura del cuello de las plantitas, se cubrieron de numerosos peritecios.

Las que sobrevivieron vegetaron pobremente; debido principalmente al escaso desarrollo del sistema radical; había muerte de raíces seminales y en consecuencia menor superficie de observación.

La experiencia se repitió en dos oportunidades más, en la última de las cuales se estudió el comportamiento de 11 variedades de trigo, 3 de avena, 6 de cebada y 2 de centeno.

Luego de las distintas experiencias realizadas, la cebada con una merma total del 12,3 %, resultó ser el cereal que mejor se comportó frente a *G. zeae*, siguiéndole el centeno con 28,1 %, avena con 35,1 % y trigo con 36,5 %.

Summary. — *Root rot and blight of cereals in Argentine produced by "Gibberella zeae" ("Fusarium graminearum")*. — The selection of cereal breeding plots and test varieties of the Faculty of Agronomy of La Plata, during the 1960/61 season, showed, especially on barley spikes, a severe attack of *Fusarium graminearum* Schw., the mycelium of which, on covering them, presented a slight white-pink color. The grains from those spikes were also damaged, being stained, dark-grey spotted, wrinkled, or covered by a whitish mycelium.

The plants did not offer any difficulty on removing because the stem crown and the root system were necrotic. On the crown tissues there were some fruit bodies, black-spot like, which resulted to be peritecia of *Gibberella zeae* (Schw.) Petch.

The isolated monoascus and monoascospores of *G. zeae* gave origin to the asexual form of *F. graminearum*. The conidial form of the spikes and kernels of barley and wheat was also isolated.

G. zeae and *F. graminearum* were cultivated in a medium prepared with maize flour and sand, and then incorporated to the soil, previously disinfected with N-metil dithiocarbamate of sodium. A week later, the peritecia were shown on the surface. At the time the grains of wheat, oat, barley and rye were planted; in the test plots was sown, the same quantity of seeds of the above mentioned species.

After germination started, a reduction of the number of seedlings in the inoculated plots was observed, in relation to the test plots.

Those which germinated showed a notorious decrease in the foliar and root systems development, many of which died. The crown tissues were covered by numerous peritecia.

The survivals grew poorly, due principally to the little development of the root system; there were some primary roots dead, and consequently less absorption.

The experience was repeated twice more. In the last one the behaviour of 11 varieties of wheat, 3 of oat, 6 of barley and 2 of rye was studied.

After the research was conducted, barley, with a total reduction of 12,3 %, demonstrated to be the cereal with the best behaviour against *G. zaeae*, followed by rye with 28,1 %, oat with 35,1 % and wheat with 36,5 %.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, J. F., 1921. *Observations on wheat scab in Pennsylvania and its pathological histology.* — *Phytopathology* 11: 115-124.
- ARTHUR, J. C., 1891. *Wheat scab.* — *Indiana Agric. Exp. Sta. Bull.* 36: 129-132.
- ATANASOFF, D., 1920. *Fusarium blight (scab) of wheat and other cereal.* — *Jour. Agric. Res.* 22: 1-32.
- BAYLES, B. B., 1936. *Influence of environment during maturation on the disease reaction and yield of wheat and barley.* — *Jour. Agric. Res.* 53: 717-748.
- CARRERA, C. J. M. y E. E. BLANCHARD, 1933. *Causas que originan pérdidas en los cultivos de trigo en el sur de la provincia de Buenos Aires, este y norte de La Pampa.* — *Bol. mens. Min. Agric. y Gan. Rep. Argentina.* XXXII: 1-10.
- CABRERA, C. J. M. y MARÍA J. M. DE GIBERTI, 1947. *Pruebas experimentales realizadas con "Fusarium graminearum" Schw.* — *Min. Agric. y Gan. Rep. Argentina, Inst. San. Veg.* III (25): 7 págs.
- CARRERA, C. J. M., 1950. *El golpe blanco o "Fusariosis" de los cereales.* — *Memoria IVª Reunión de Trigo, Avena, Cebada y Centeno:* 55.
- 1954. *El género "Fusarium". Estudio e identificación de especies de la República Argentina y países limítrofes.* — *Rev. Inv. Agric. Rep. Argentina,* VIII (4): 311-456.
- CHRISTENSEN, J. J., E. C. STAKMAN AND F. R. IMMER, 1929. *Susceptibility of wheat varieties and hybrids to fusarial head blight in Minnesota.* — *Minn. Agric. Exp. Sta. Techn. Bull.* 59: 24 págs.
- CHRISTENSEN, J. J. AND E. C. STAKMAN, 1935. *Relation of "Fusarium" and "Helminthosporium" in barley seed to seedling blight and yield.* — *Phytopathology* 25: 309-327.
- CORDLEY, A. B., 1902. *A foot-rot of wheat.* — *Oregon Agric. Exp. Sta.* 14th. Ann. Rpt.: 66-67.
- DICKSON, J. G. AND E. B. MAINS, 1929. *Scab of wheat and barley and its control.* — *U. S. Dept. Agric. Farmer's Bull.* 1599.

- GODOY, E. F., H. J. SAVOIA y S. E. GARBINI, 1950. *La sanidad de los trigos y linos en las subregiones trigueras. II (parte norte) y III.* — IDIA, Rep. Argentina (25, 26, 27): 5.
- GORDON, W. L., 1939. *Fusarium species associated with diseases of cereals in Manitoba.* — *Phytopathology* 29: 7-8.
- GORDON, W. L. AND R. S. SPRAGUE, 1941. *Species of Fusarium associated with root rots of the gramineae in the Northern Great Plains.* — U. S. Dept. Agric., *Plant Dis. Repr.* 25: 168-180.
- GORDON, W. L., 1952. *The occurrence of Fusarium species in Canada. II Prevalence and taxonomy of Fusarium species in cereal seed.* — *Can. Jour. Bot.* 30: 209-251.
- GREANEY, F. J. AND D. L. BAILEY, 1927. *Studies in cereal diseases. II Root-rots and foot-rots of wheat in Manitoba.* — *Dom. Can., Dept. Agric. Bull.* 85: 32 págs.
- HENRY, A. W., 1924. *Root rots of wheat.* — *Minn. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 22.
- JOHNSON, G. AND J. G. DICKSON, 1921. *Wheat scab and its control.* — U. S. Dept. Agric., *Farm Bull.* 1224.
- JOHNSON, C. L. AND F. J. GREANEY, 1942. *Studies on the pathogenicity of Fusarium species associated with root rot of wheat.* — *Phytopathology* 32: 670-684.
- KOEHLER, B., J. G. DICKSON AND J. R. HOLBERT, 1924. *Wheat scab and root rot by Gibberella saubinetti in relation to crop successions.* — *Jour. Agric. Res.* 27: 861-879.
- MARCHIONATTO, J. B., 1928. *Memoria del Laboratorio de Patología Vegetal.* — *Deción Lab. Min. Agric. y Gan. Rep. Argentina:* 9-10.
- 1931. *Las "fusariosis" del trigo y del maíz.* — *Bol. Min. Agric. y Gan. Rep. Argentina, XXX (3):* 189-191.
- 1934. *Enfermedades del trigo poco conocidas y radicadas en la región oeste de la zona triguera.* — *Bol. Min. Agric. y Gan. Rep. Argentina, XXXVI (1):* 293-299.
- OSWALD, J. W., 1947. *Fungi causing root rots of cereal in California.* — *Phytopathology* 37: 845.
- 1949. *Cultural variation, taxonomy and pathogenicity of Fusarium species associated with cereal root rots.* — *Phytopathology* 39: 359-373.
- 1950. *Etiology of cereal root rots in California.* — *Hilgardia* 19 (15): 447-462.
- PUGH, G. W., HELEN JOHANN AND J. G. DICKSON, 1933. *Factors affecting infection of wheat heads by Gibberella saubinetti.* — *Jour. Agric. Res.* 46: 771-797.

- SIMMONDS, P. M., 1928. *Seedling blight and foot rot of oats, caused by Fusarium culmorum (W. G. Smith) Sacc.*—Dom. Can., Dept. Agric. Bull. 105.
- 1941. *Root rots of cereals.* — Bot. Rev. 7: 308-332.
- SNYDER, W. C. AND H. N. HANSEN, 1945. *The species concept of Fusarium with reference to Discolor and other sections.* — Am. Jour. Bot. 32: 657-666.
- SPRAGUE, R. 1944. *Root rots of cereals and grasses in North Dakota.* — No. Dak. Agric. Exp. Sta. Bull. 332.
- 1950. *Diseases of cereal and grasses in North America.* — 538 págs. Ronald Press Co., New York.
- TU, CH., 1930. *Physiologic specialization in Fusarium spp. causing headblight of small grains.* — Minn. Agric. Exp. Sta., Techn. Bull. 74.
- ULLSTRUP, A. J., 1935. *Studies on the variability of pathogenicity and cultural characters of Gibberella saubineti.* — Jour. Agric. Res. 51: 145-162.
- URRIES, M. J., 1953. *Acerca de una podredumbre de las raíces, que este año afectó gravemente a algunos sembrados de cereales.* — An. Inst. Bot. A. J. Cavanilles, Madrid, XII: 14 págs.

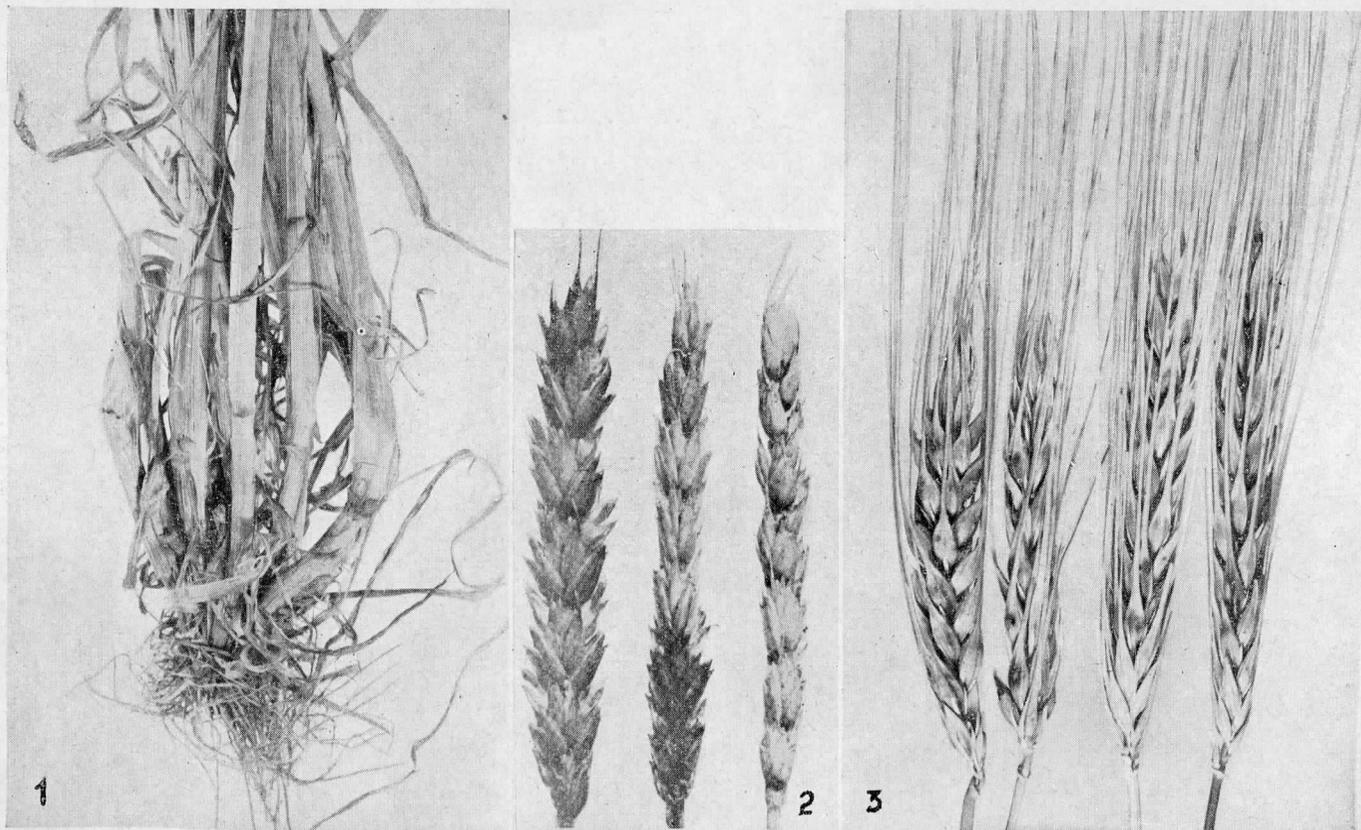


Fig. 1. — Planta de cebada infectada naturalmente por *Giberella zeae*, mostrando los nudos oscurecidos e invadidos por la forma cóndica (*Fusarium graminearum*). Sobre el macollo de la derecha se han formado los peritecios. Fig. 2. — A la izquierda espiga de trigo sana y las restantes de la derecha con los síntomas provocados por *F. graminearum*, quedando parcial o totalmente blancas. Fig. 3. — Espigas de cebada con manchas de color pardo oscuro sobre las glumelas.

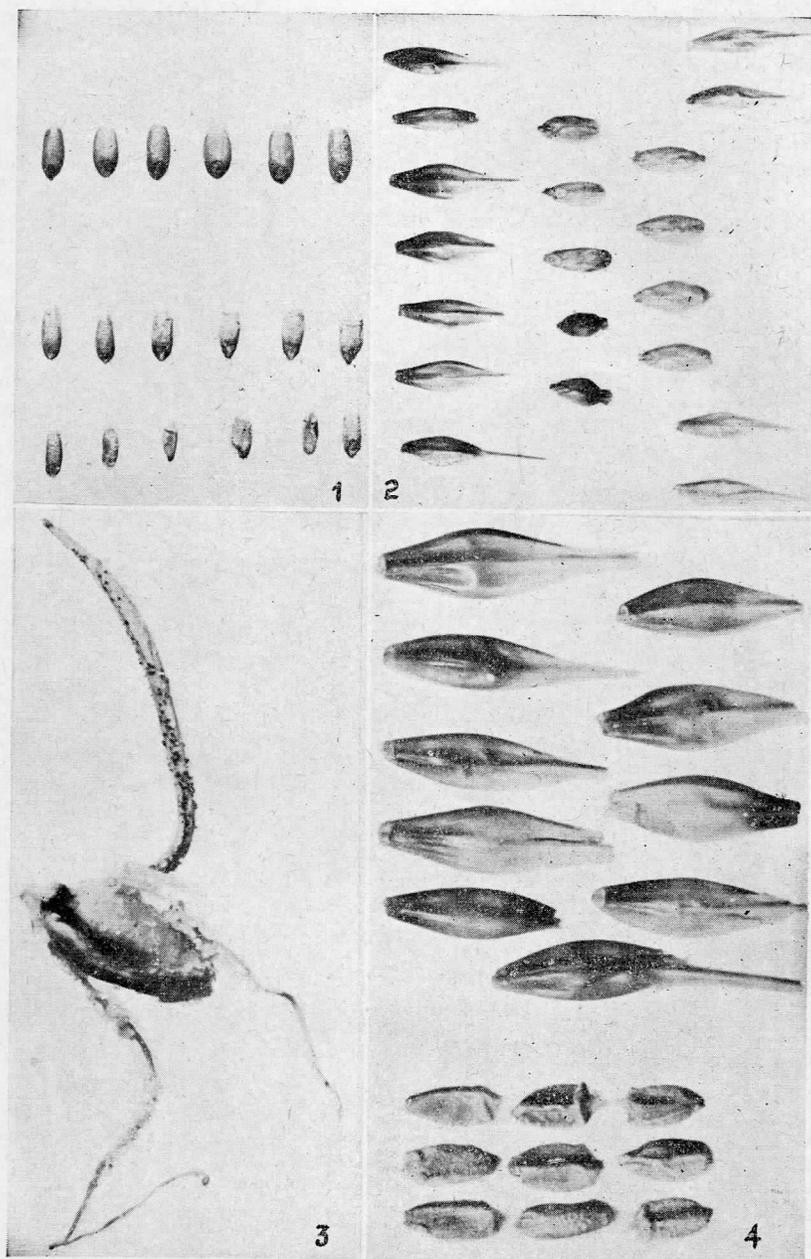
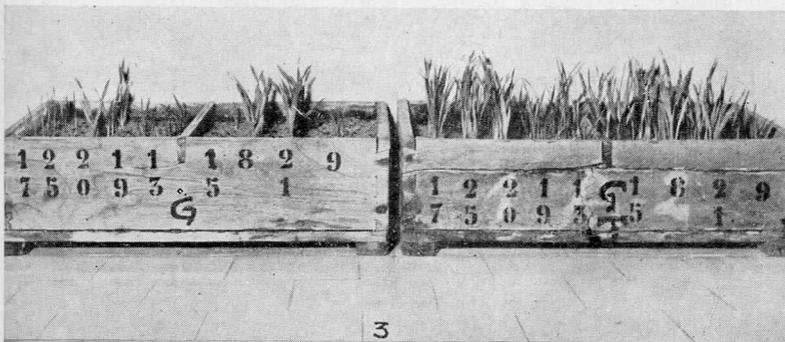
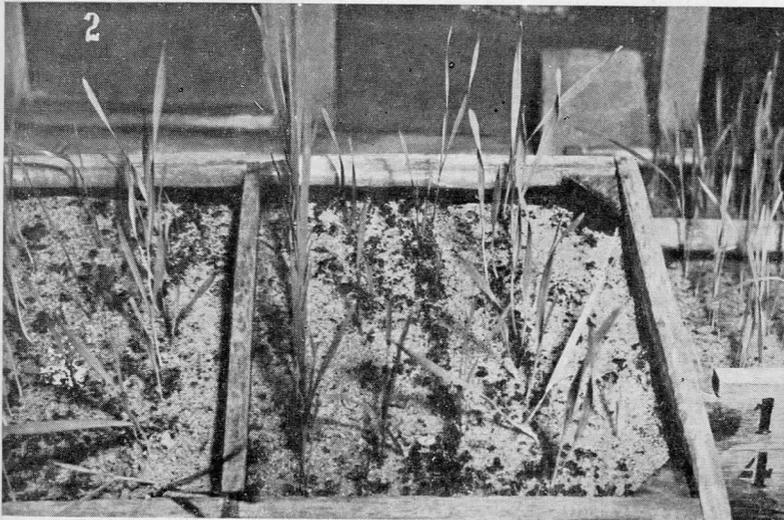
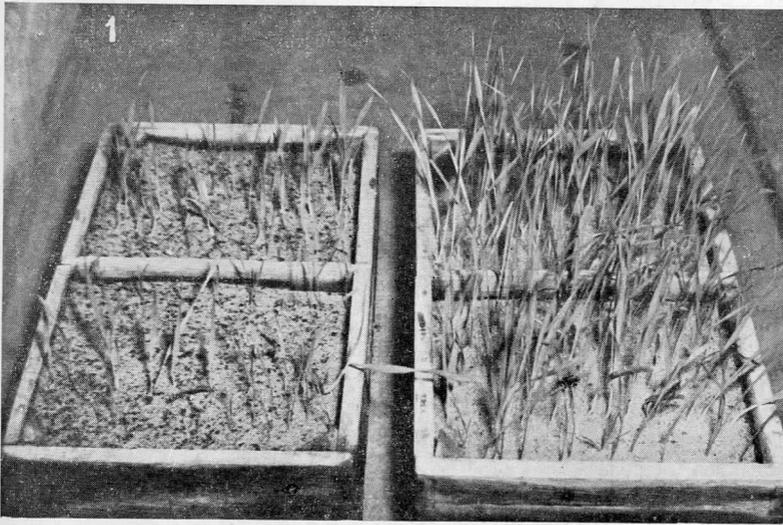


Fig. 1. — Daños provocados por *Gibberella zeae* sobre granos de trigo ; en la hilera superior granos sanos ; en la intermedia granos blanquecinos y parcialmente chuzos y en la inferior granos chuzos. Fig. 2. — Efectos sobre granos de cebada ; a la izquierda, manchas producidas sobre las glumelas ; en el medio granos manchados y chuzos, y a la derecha granos con glumelas y desnudos, formados en espigas sanas. Fig. 3. — Plántula de trigo invadida y destruída por *G. zeae* en infección artificial, mostrando los peritecios formados sobre el tallue'o. Fig. 4. — Granos de cebada y trigo con los síntomas señalados más arriba.



Figs. 1 y 2. — Cajones empleados en las experiencias de inoculaciones. Sobre la superficie de los mismos se observan claramente los peritecios formados. Fig. 3. — A la izquierda, plántulas de cereales criadas en suelo infectado; a la derecha los testigos. Destácase la diferencia de desarrollo y el menor número de ejemplares entre ambas parcelas.

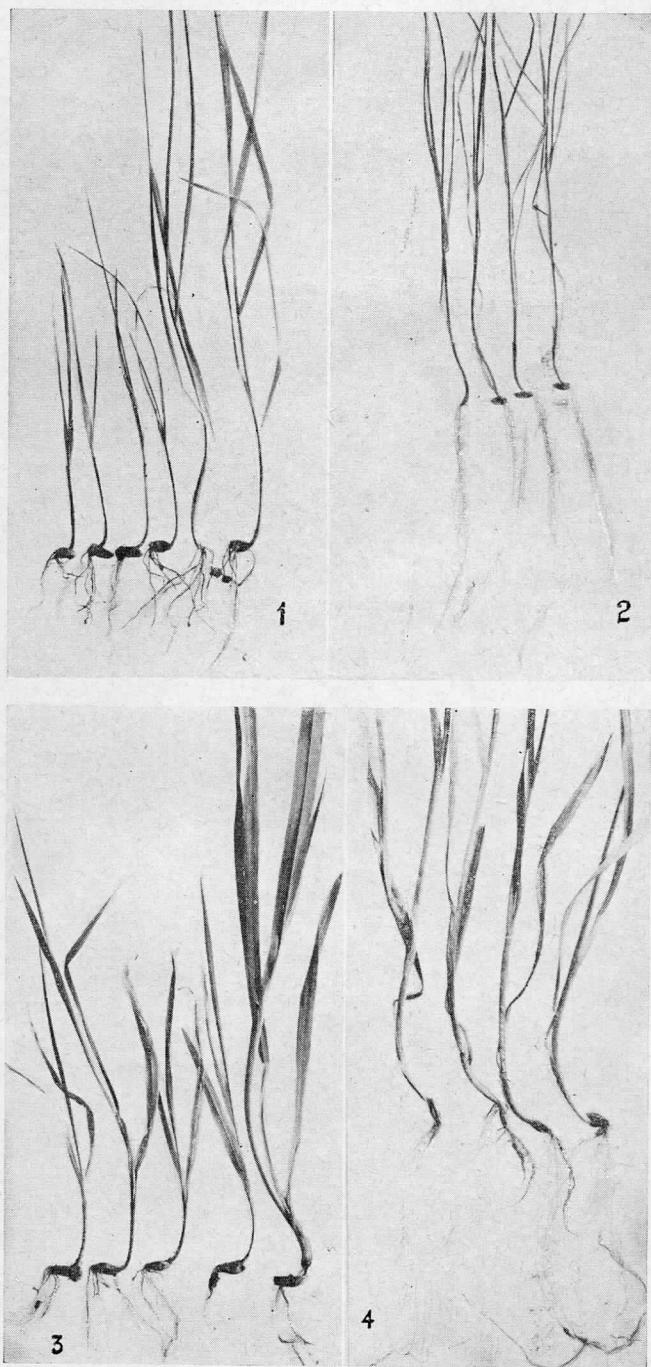


Fig. 1.—Plántulas de trigo criadas en el suelo infectado con *Gibberella zeae*, mostrando un reducido sistema radical y desigual desarrollo foliáceo. Fig. 2.— Testigos. Fig. 3.— Plántulas de cebada con los mismos daños señalados precedentemente. Fig. 4.— Testigos.

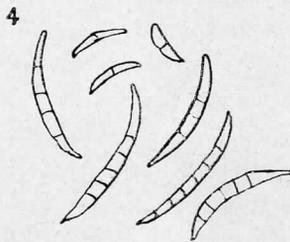
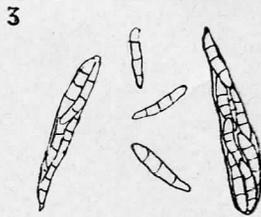
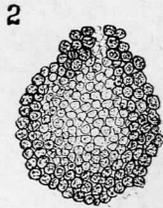


Fig. 1. — Fotomicrografía de ascas y ascosporas de *Gibberella zeae* (aproximadamente 720 aumentos). Fig. 2. — Peritecio de *G. zeae* (aprox. 300 aumentos). Fig. 3. — Ascas y ascosporas de *G. zeae* (aprox. 500 aumentos). Fig. 4 Conidios de *Fusarium graminearum* (aprox. 500 aumentos).