



Gradualmente el material fué aumentando hasta contar con muestras de 22 localidades del país.

Los ensayos fueron planeados sobre dos rumbos paralelos — estrechamente ligados — pero con finalidad convergente: el análisis biológico del agente patógeno y, por la otra, la obtención de líneas puras inmunes de maíz.

No obstante la idea generalizada de pertenecer el carbón del maíz, en la R. Argentina, a la especie *U. zea*, hubimos de someter el material destinado a los ensayos, a un análisis sistemático. Fueron así registrándose, en el transcurso del trabajo, la presencia de clamidosporas de carbón con caracteres diferentes de los típicos de *U. zea*. Las reducidas proporciones y la presencia constante de las diversas formas fueron interesando cada vez más nuestra atención hacia las mismas. Una muestra de carbón procedente de Humahuaca (abril de 1934), reveló tal comportamiento patógeno y una proporción relativamente tan elevada de una de las formas «extrañas», que fué suficiente para inducirnos a dilucidar debidamente la naturaleza de orden sistemático de éstas, indispensable, desde ese momento, para la conveniente orientación de la tarea inmunológica. Este hecho nos puso en el camino de la identificación del *Sorosporium reilianum* (Kühn) Mc Alpine, de establecer algunos de sus caracteres biológicos y de su distribución geográfica, como, asimismo, de señalar la aparición, casi constante en nuestra colección, de un tipo de clamidospora con caracteres típicos del *Ustilago Fisheri* Pass. y, además, de numerosas formas intermedias y combinadas de estos tres carbonos.

#### IDENTIFICACIÓN SISTEMÁTICA

1. *Antecedentes históricos.* — El carbón del sorgo y del maíz, conocido con el nombre de *Sorosporium reilianum* (Kühn) Mc Alpine, ha sido descrito por primera vez por Kühn (9) en 1875 para sorgo, con el nombre de *Ustilago Reiliana* y en 1876 Passerini (14) identifica esta especie sobre el maíz. En el mismo año Saccardo (16) también lo menciona para maíz y sorgo, destacando especialmente el carácter de las clamidosporas, agregadas en forma de glomérulos, y sugiere por ello su semejanza con *Sorosporium*, semejanza sobre la que también llamó la atención Norton (11) en 1896.

Busse (1), al registrar la presencia de glomérulos en *U. Reiliana* (Kühn) avanza algo más en su diferenciación sistemática, sosteniendo que se trata de un tipo intermedio entre los géneros *Ustilago* y *Sorosporium*.

Las alusiones de semejanza de los autores citados, encontraría una justificación en la opinión de Dietel (2), quien en 1900 sostiene que estos dos géneros no son netamente distinguibles, continuando sin embargo considerando la especie en cuestión como perteneciente al género *Ustilago*. Ha sido Mc Alpine (10) quien en 1910 pasa el *Ustilago Reiliana* al género *Sorosporium*, con la designación, desde entonces subsistente, de *Sorosporium reilianum* (Kühn) Mc. Alpine. El carácter sistemático fundamental por el que separa el género *Ustilago* del de *Sorosporium* consiste, como se sabe, en la propiedad del *Sorosporium* de formar glomérulos.

Spegazzini (17) da a conocer un nuevo carbón que ataca a las espigas de maíz, encontrado en Salta en 1881, al que da el nombre de *Ustilago abortífera*; los caracteres por él descritos establecen, sin embargo, su semejanza total, o casi total, con *Ustilago Reiliana* de entonces, hoy *Sorosporium reilianum*. No se encuentran referencias bibliográficas que mencionen haber sido hallado nuevamente en la R. Argentina.

La aparición, ya mencionada, en nuestro material de carbón de maíz, de formas que hacían sospechar la presencia de *Sorosporium reilianum* en el país, planteó la conveniencia de aclarar el carácter sistemático y la naturaleza biológica de aquellas formas y de establecer su relación con *Ustilago abortífera* Speg.

El otro carbón de maíz, localizado, al parecer, en el maslo, es el causado por *Ustilago Fisheri*, encontrado y descrito por Passerini (14) en Parma (Italia). Se distingue por sus clamidosporas pequeñas, de 3 a 6  $\mu$  de diámetro, de color gris violáceo-purpúreo a negro violado, a episporio con papillas muy pronunciadas.

2. *Material y método.* — El material analizado en el presente trabajo está constituido por una colección de espigas, panojas y de otros órganos de la planta del maíz atacados con carbón, pertenecientes a 22 localidades, ubicadas en las diversas regiones ecológicas abarcadas por la vasta área maicera del país. En el cuadro N° 1 están resumidos los antecedentes del mismo. Fué recolectado con la colaboración del

M. de Agricultura de la Nación, por intermedio de la División de Agrónomos Regionales y de la de Fitotecnia (1).

CUADRO N° 1. — *Procedencia y fecha de recolección del material de carbón analizado*

N° de registro de la colecc.	Localidad	Fecha de la recolección	Cantidad de material estudiado
139 a 140	Rosario (S. Fé) . . .	1934	6 espigas
141 > 143	Formosa . . . . .	1933	2 >
144 > 146	Salta . . . . .	1934	3 >
149 > 155	Mendoza . . . . .	1934	4 espigas y 2 panojas.
156 > 162	Río Cuarto (Córdoba)	1934	4 espigas y 2 panojas.
164 > 166	San Isidro (B. A.) . .	1934	3 > > 1 >
167 > 170	Pergamino . > > . .	1934	3 > > 1 >
171 > 173	Delta . . . . .	1934	3 > >
174 > 176	Tucumán . . . . .	1934	3 >
178 > 184	Mercedes (B. A.) . . .	1934	3 > > 3 >
185 > 188	Córdoba . . . . .	1934	4 >
189 > 191	Tandil (B. A.) . . . .	1934	3 >
192 > 193	Mercedes (S. L.) . . .	1934	2 >
195 > 199	Llavalol (B. A.) . . .	1934	4 > > 1 >
227 > 231	Guatraché (L. P.) . .	1933	3 > > 2 >
110	Lobos (S. Luis) . . . .	1931	1 > > 2 >
50 > 51	Rafaela (S. Fé) . . . .	1931	2 >
220 > 224	C. Suárez (B. A.) . . .	1934	5 >
80	Olivera (B. A.) . . . .	1931	1 >
204 > 214	Humahuaca (Jujuy)	1934	3 > > 9 >
236 > 238	Fac. Agr. Vet. Bs. As.	1935	2 > > 1 >
234 > 242	Fac. Agr. La Plata . .	1935	4 > > 1 >
235	La Estanzuela . . . .	1934	1 >
	R.O. de Uruguay . . . .	1933	2 >
234	Venezuela . . . . .	1934	1 >

Tanto en la recolección como en la conservación del mismo, se mantuvo debidamente aislado cada órgano y cada procedencia.

Las preparaciones para el análisis microscópico fueron hechas desprendiendo cortes del contenido de las agallas con su envoltura entera y sobre cortes longitudinales y transversales.

(1) Expresamos nuestro agradecimiento a los numerosos colegas que han prestado tan valiosa colaboración, especialmente a los agrónomos regionales y jefes de estaciones fitotécnicas, como así mismo a los Ings. SANTIAGO BOAGLIO, Director del Inst. Fitotécnico de Llavalol, al Ing. JUAN P. GOMEZ, profesor de la Escuela de Orientación Agrícola de Humahuaca (Jujuy), al Ing. BARTOLOMÉ SCHELOTTO, Director de Agricultura de Venezuela, al Ing. H. Giordano, Jefe fitotécnico de Rafaela, y al Ing. R. Ramella id. de Pergamino.

El recuento de los distintos tipos de carbones observados fué hecho sobre cuatro a seis preparaciones para cada ejemplar. Los aislamientos de clamidosporas se hicieron empleando el micromanipulador « Mipu » según Jansen y Peterfi, siguiendo la técnica de Barber y Chamber.

Los ensayos de germinación de las clamidosporas se hicieron en cámara húmeda y a 25°C. Para los cultivos en medio sólido, se empleó agar-papa dextrozado con un pH de 7. Estos ensayos se realizaron con material clamidospórico procedente de Humahuaca, correspondiente al N° 208 de nuestro registro.

Las inoculaciones se realizaron en tres series compuestas: 1ª, por « población » de carbón en el que se encuentran todos los tipos; 2ª, con mezcla de 15 colonias monoclamidospóricas del tipo *Sorosporium reilianum* procedentes de la « población » de Humahuaca y 3ª, con cultivo de una colonia monoclamidospórica de tipo *Sorosporium reilianum*, sembrada en medio líquido Ranker ocho días antes de la inoculación. Se utilizaron líneas puras de maíz Cuarentón Colorado — comprobadas previamente como receptivas para el carbón — realizándose las infecciones en invernáculo con ambiente saturado, a temperaturas de 25° cent. C, más o menos.

Las dos primeras series fueron inoculadas sobre 25 plantitas cada una, habiéndose empleado un número igual de plantas testigos.

El material de maíz está constituido por líneas autofecundadas, en F<sub>6</sub>, de Cuarentón Colorado de La Estanzuela (R. O. del Uruguay), cedido gentilmente por ese Instituto.

Las observaciones microscópicas fueron hechas con microscopio Zeiss, con un aumento correspondiente a ocular 10× y a un objetivo de 40. Los dibujos fueron realizados con cámara clara. Las microfotografías corresponden a un aumento de 280× y 310×.

### 3. Caracteres del material estudiado.

a) *Caracteres sistemáticos.* — Constatada la heterogeneidad del material de carbón antes aludida, se procedió, ante todo, a recoger observaciones sobre los caracteres de orden sistemático correspondientes a los tipos integrantes del mismo. Las observaciones microscópicas permiten describir los distintos tipos como en la **Tabla I**.

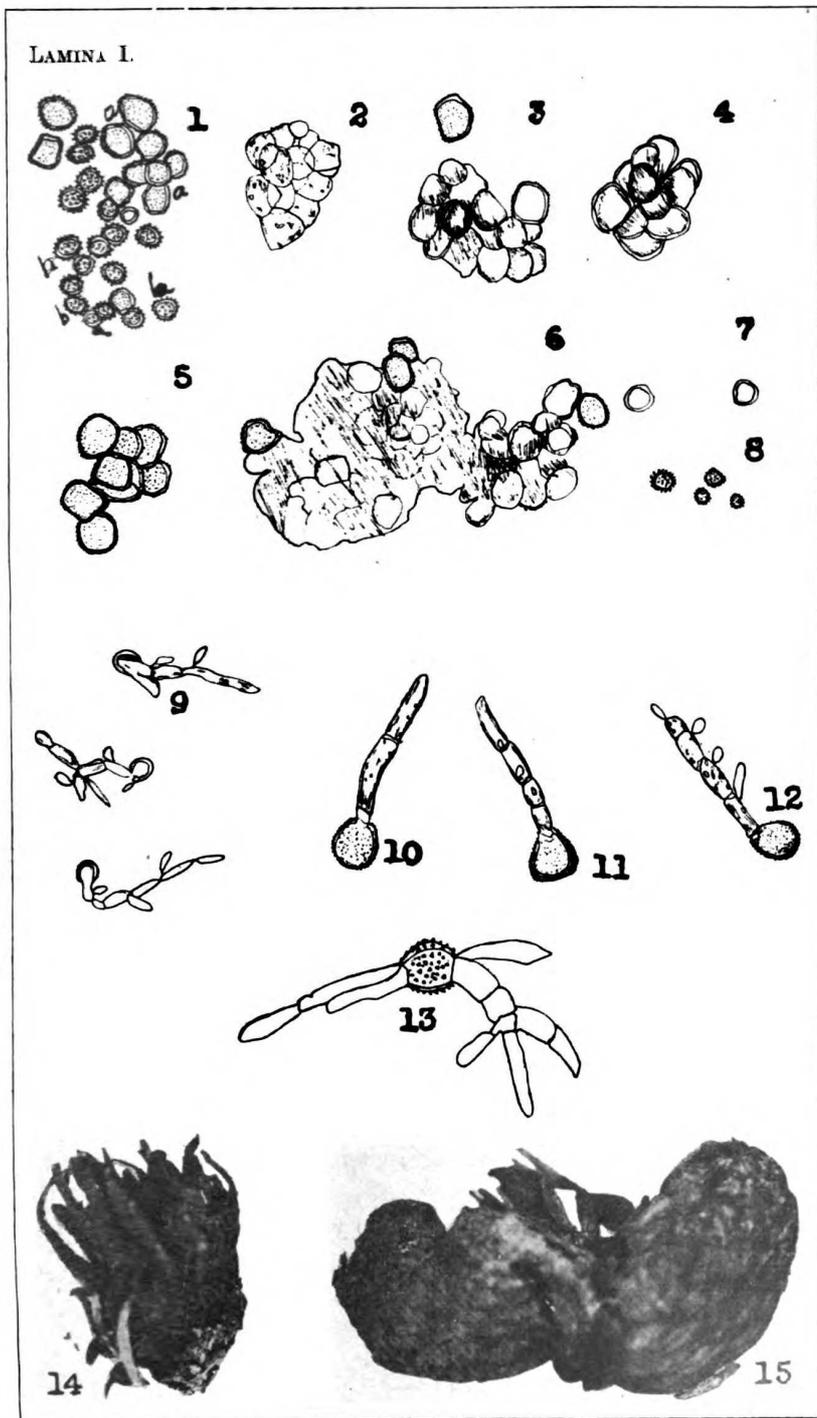
*Tipo 1.* — Clamidosporas típicas de *U. zea* (Láminas I y III, figura 1 a) con los caracteres siguientes: soras que se forman en los distintos órganos de la planta, formando hinchazones irregulares desde un milímetro de diámetro hasta decímetros, cubiertas por una falsa membrana blancuzca, formada por células de la planta huésped semigelatinizadas, clamidosporas marrón y rojizo, elípticas o esféricas, equinuladas, de 9-11  $\mu$ ; el diámetro mayor llega a veces hasta 15  $\mu$  (5).

Este carbón aparece en las 24 procedencias analizadas, habiéndose encontrado puro en muy pocos casos. Sin embargo, merece destacarse el caso de Córdoba, cuyas cuatro espigas analizadas pertenecen casi totalmente a este carbón (99 %), siguiéndole el de San Isidro y Olivera con 98 %. Llama la atención el hecho de que los más altos porcentajes, de 95 % arriba con *U. zea*, corresponden a muestras constituidas por espigas y no por panojas, si bien algunas pocas muestras constituidas igualmente por espigas, arrojarán proporciones de las más bajas para este carbón; Humahuaca con 60 % de *U. zea*, es la más pobre en este carbón.

El aspecto externo de las agallas corresponde al que se describe para *U. zea*, con excepción del color, el cual, si bien es predominantemente blancuzco-grisáceo, suele encontrarse algunas con un ligero color rosado (*Fusarium* sp.?). La única muestra con agallas típicas de *S. reilianum* fué la N<sup>o</sup> 212, única también, en toda la colección, conteniendo exclusivamente clamidosporas de este género.

*Tipo 2.* — Clamidosporas de color marrón oscuro a marrón negrozco, de forma esférica, elíptica o irregularmente poligonal, con ángulos obtusos; episporio desde liso a densamente verrucoso; con tamaño de 5 a 16  $\mu$  (Lám. I, figs. 1 y 5; Lám. II, fig. 3 y Lám. V, fig. A); estas clamidosporas se encuentran libres o agrupadas en glomérulos apretados, de forma más o menos oval a ligeramente elíptica o esférica irregular y de 50 a 100  $\mu$  sobre el diámetro mayor (Lám. I, figs. 2, 3 y 4; Lám. V, fig. A). Este tipo de clamidosporas en glomérulos se encuentra con mucha frecuencia adherido a una membrana de aspecto hialino, de color marrón ligeramente rojizo y casi siempre del color de estas clamidosporas (Lám. I, figura 6). En esta figura puede verse una membrana a través de la cual se observa, por transparencia, glomérulos muy jóvenes y en su





LAMINA II. — Microfotografía correspondiente a una población de carbones de maíz sobre panojas, en la que se observa:

- Fig. 1. Tipo *U. zeae*.
- Fig. 2. » *U. Fisheri* Pass. (?).
- Fig. 3. Glomérulos con clamidosporas maduras del tipo *S. reilianum*.
- Fig. 4. » jóvenes de *S. reilianum*.

LAMINA III. — Formas que se observan en colonias originadas por siembras monoclamidospóricas de *S. reilianum*, en agar-papa dextrosado.

- Fig. 1. Clamidosporas lisas y verrucosas características de *S. reilianum*.
- Fig. 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Clamidosporas lisas y ligeramente verrucosas, con prolongaciones que semejan promicelios. En las figuras 3 y 4 se observa en el promicelio formas semejantes a esporidias.
- Fig. 8, 9, 10, 11, 12 y 13. Hifas.
- Fig. 14. Clamidosporas intecalares en formación.
- Fig. 15. » con tres prolongaciones.

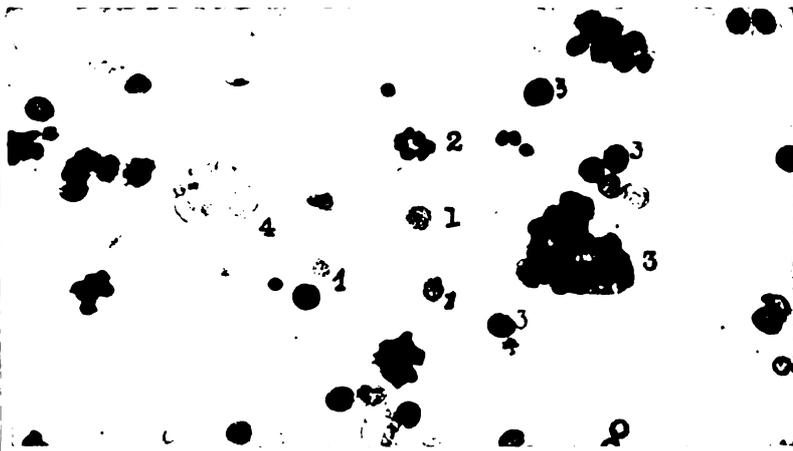
gura 8; Lám. II, fig. 2). Estas clamidosporas suelen encontrarse adheridas a fragmentos de tejidos de color violeta oscuro, casi negro. Aparecen tanto en espigas como en panojas. Merece destacarse el material carbonoso proveniente de Formosa, el que contiene aproximadamente un 20 % de clamidosporas de ese tipo (cuadro N° 2); en las otras procedencias las proporciones son mucho más bajas, faltando totalmente en algunas.

Los caracteres de este tipo corresponden a los descriptos por Saccardo (16) y Ferrari (4) para *U. Fisheri* Pass.

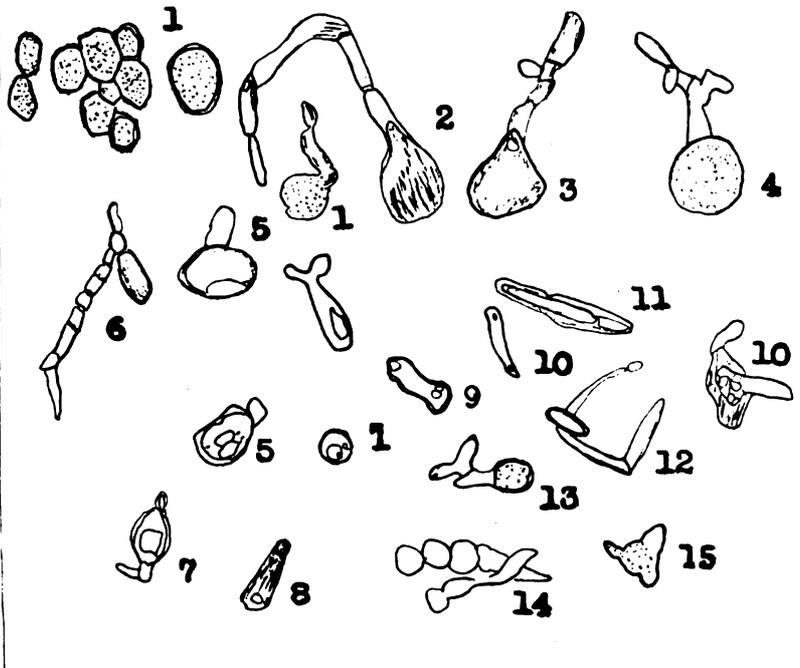
Como se ve en el cuadro N° 2, en las 24 procedencias se ha encontrado solo un ejemplar (panoja) con carbón perteneciente a *S. reilianum* exclusivamente.

Junto a los tipos precedentes se presentan, con cierta frecuencia, formas intermedias entre los caracteres descriptos para aquellos, y otros con caracteres combinados en lo que a color, forma, tamaño y aglomeración se refiere, como si se tratara de combinaciones genéticas de los dos géneros y de las tres especies mencionadas. Ejemplos: glomérulos de clamidosporas de *U. zeae*; glomérulos de clamidosporas lisas, de color de *U. zeae*; clamidosporas de forma, tamaño y revestimiento de *U. zeae* y color de *Sorosporium reilianum* (marrón oscuro); clamidosporas de tamaño y revestimiento de *U. Fisheri* y color de *Sorosporium reilianum*; clamidosporas de color y revestimiento de *Sorosporium reilianum* y tamaño de *U. Fisheri*.

LAMINA II.



LAMINA III.



CUADRO N° 2. — *Distribución geográfica de U. zae, S. reilianum y U. Fisheri (?) y proporción a proximada para cada localidad.*

N° del Reg. de Colecc.	Procedencia	Muestras analizadas		proporción apróx. de cada forma				Observaciones
		Espigas	Panoja	U. zae	U. Fisheri (?)	S. rei- lianum	otras formas	
				%	%	%	%	
139 a 140	Rosario (S. Fé)	6	»	85	5	5	5	* una panoja con 100 % de S. reilianum
141 » 143	Formosa . . . .	2	»	70	20	6	4	
144 » 146	Salta . . . . .	3	»	95	—	5	—	
147 » 155	Mendoza . . . .	4	2	65	5	25	5	
156 » 162	Río Cuarto . . .	4	2	85	—	10	5	
164 » 166	San Isidro (B.A.)	3	»	98	—	2	—	
167 » 170	Pergamino » »	3	1	85	2	10	3	
171 » 173	Delta . . . . .	3	»	75	5	20	—	
174 » 176	Tucumán . . . .	3	»	75	10	15	—	
178 » 184	Mercedes (B.A.)	3	3	85	5	6	4	
185 » 188	Córdoba . . . .	4	»	99	1	—	—	
189 » 191	Tandil (B. A.)	3	»	82	5	5	8	
192 » 193	Mercedes (S.L.)	2	»	80	—	20	—	
195 » 199	Llavallol (F.C.S.)	4	1	90	—	10	—	
235	La Estanzuela . (Uruguay)	2	»	90	2	5	3	
227 » 231	Guatraché (L.P.)	3	2	80	—	15	5	
50	Rafaela (S. Fé)	2	»	95	—	5	—	
110	Lobos (S. L.) . .	1	»	90	10	—	—	
220 » 224	C. Suárez (B. A.)	5	»	85	5	8	2	
80	Olivera (B. A.)	1	»	98	2	—	—	
204 » 214	Humahuaca (Ju- juy) . . . . .	3	9	60	2	30	8	
236	Fac. Agr. (B. A.)	2	1	95	—	2	3	
242	Fac. Agr. (L. Pl.)	4	1	85	3	2	10	
234	Venezuela . . .	1	»	95	—	4	1	

Además de todas estas formas se encuentran en gran cantidad, células de aspecto clamidospórico, lisas, redondas, de tamaño variado de 5 a 15  $\mu$ , libres o agrupadas, casi todas estériles, pues sólo se ha logrado hacer germinar tres clamidosporas en cámara húmeda (Lámina I, fig. 9).

b) *Caracteres culturales.* — Para observar algunos de sus caracteres culturales, fueron sembradas repetidas veces, en cámara húmeda, clamidosporas de los tres tipos correspondientes a las tres especies

(c) (La Plata).

mencionadas e inclusive de varias de las formas intermedias y combinadas. Han germinado gran número de cada tipo, con excepción de las clamidosporas del tipo liso, color y forma de *U. zae*, del cual se obtuvo tres germinadas sobre cuarenta (Lám. I, fig. 9). En todas las demás se observó una esterilidad variable entre 10 y 25 %.

Al germinar las clamidosporas del tipo *Sorosporium*, emiten un grueso promicelio tabicado, de 3 a 4 septas, generalmente de 4, de cada una de las cuales brotan esporidias (Lám. I, figs. 10, 11 y 12), tipo de germinación que corresponde a los géneros *Ustilago* y *Sorosporium*.

En algunos casos, tanto en clamidosporas del tipo *U. zae* como del tipo *Sorosporium reilianum* se observan germinaciones bipolares (Lám. I, fig. 13).

De los cultivos monoclamidospóricos, hechos en agar-papa dextrado, con los diversos tipos mencionados, merece destacarse la aparición constante de hifas y de clamidosporas en el tipo *S. reilianum*. Las observaciones microscópicas de trozos de estas colonias, revelan la presencia de clamidosporas típicas de *S. reilianum* (Lám. III, fig. 1), algunas lisas y otras ligeramente verrucosas y hasta de forma poligonal u ovalada, muchas de ellas con una prolongación de carácter hasta ahora indeterminado; parece tratarse, en ciertos casos, de un promicelio, especialmente por su carácter tabicado y por llevar una esporilla en algunas septas (Lám. III, figs. 3, 4, 5, 6, 7). Estas prolongaciones tienen el mismo color que las clamidosporas de donde parecen originarse; su diámetro es más reducido y la longitud es mayor que el promicelio proveniente de clamidosporas de agallas. Algunas de estas prolongaciones hacen sospechar que pudiera tratarse de hifas fusionadas, originantes de las clamidosporas (Lám. III, figs. 10, 12, 15). Las clamidosporas procedentes de este medio y las que semejan con promicelio, fueron sembradas en cámara húmeda y mantenidas en estufas a 25°C durante más de 10 días, sin haberse podido observar germinación, ni formación de esporídeas.

Las hifas observadas en estos cultivos, tienen el mismo aspecto que las observadas en cortes de agallas en formación (Lám. III, figuras 8 y 9).

Estas clamidosporas y estas hifas no han sido observadas en zonas jóvenes de la colonia, sino en zonas viejas.

La propiedad de formar clamidosporas, como carácter cultural en *S. reilianum*, ha sido observada por Potter (13)

c) *Comportamiento patógeno.* — Dado el carácter tan heterogéneo de nuestro material de carbón, típico de una « población » de híbridos en disgregación, se planteó la necesidad de dilucidar experimentalmente su naturaleza genética. Este análisis debía lógicamente definir, con su resultado, la naturaleza de las formas más extrañas y aclarar la causa del comportamiento patógeno excepcional de los casos que fueron apareciendo durante los ensayos de inmunidad que venimos realizando.

En las diversas series de infecciones artificiales realizadas con numerosas « poblaciones », sobre una colección de líneas autofecundadas de maíz en alto grado de pureza, señaláronse algunas por su gran virulencia sobre todas las variedades y líneas inoculadas, destacándose sobre todas, una « población » de carbón procedente de Humahuaca, por un tipo de ataque letal a los 5 días de inoculada (Lám. IV.) Esta « población » es, precisamente, la que al análisis microscópico se ha revelado como la más heterogénea y con mayor proporción de clamidosporas del tipo *S. reilianum* (30 %), (cuadro N° 2). Estos hechos indujeron a dar comienzo al análisis mencionado sobre la « población » de Humahuaca, conduciéndolo sobre tres series paralelas:

*Serie I:* un cultivo de « población » de Humahuaca, inoculado en plantitas de maíz de 15 centímetros de altura y a nivel del cono vegetativo (cuadro N° 3).

*Serie II:* un cultivo originado por 15 clamidospora del tipo *Sorosporium reilianum*, procedentes de la misma muestra e inoculadas en la misma forma y sobre las mismas líneas que la serie I (cuadro N° 3).

*Serie III:* un cultivo monoclamidospórico del mismo tipo *S. reilianum*, inoculado en una sola línea del maíz (cuadro N° 3)

Todas estas inoculaciones fueron realizadas con cultivos provenientes de agar-papa dextrosado, sembrados en Ranker líquido maltosado, ocho días antes de la inoculación.

Las inoculaciones se realizaron en invernáculo, sobre 5 líneas de maíz de la variedad Cuarentón Colorado de La Estanzuela, en sexta generación de autofecundación y sobre 4 a 6 plantitas de cada línea.

La serie I confirmó, una vez más, el grado de virulencia destructivo que para la población de Humahuaca fué registrado. Al quinto día de la inoculación, las plantitas presentan un marchitamiento

CUADRO N° 3. — *Comportamiento patógeno de una población de carbón procedente de Humahuaca y de una mezcla de clamidosporas separadas de la misma procedencia, sobre líneas autofecundadas de maíz Cuarentón Colorado, de 28 días de edad (en invernáculo), 1934.*

N° de inoc.	Líneas		N° de pl. (†) inoc. (‡)	pl. testigo	Mat. inoc.	Fecha de inoc.	Comportamiento patógeno	pl. testigo.
	N°	F. (G)			U. zeae S. reilianum U. Ficheri (‡) (Humahuaca)			
1. 135	293	6	2	2	2	4-X	9-X, marchita. 15-X, muere sin frutific.	Sana
1. 136	>	>	>	>	>	>	9-X, marchita. 15-X, muere sin frutific.	>
1. 137	>	>	>	>	>	>	9-X, marchita. 15-X, muere sin frutific.	>
1. 140	294	6	2	2	>	4-X	Ataque muy virulento. 10-X, muere sin frut. Igual que 1. 140.	Sana
1. 141	>	>	>	>	>	>	Ataque muy virulento. 10-X, muere sin frut. Igual que 1. 140	>
1. 142	>	>	>	>	>	>	Ataque muy virulento. 10-X, muere sin frut. Igual que 1. 140.	>
1. 145	295	6	2	2	2	4-X	Ataque virulento, fulminante. 9-X, muere sin frutificación. 9-X, marchita. 13-X, muere sin frutificación. Igual que 1. 146.	Sana
1. 146	>	>	>	>	>	>		>
1. 147	>	>	>	>	>	>		>
1. 150	296	6	2	2	2	4-X	1 planta con agallas limbares. La otra más sana el 10-X. 17-X muertas. 8-X, marchitas. Aparece una agalla. 18-X, mueren.	Sana
1. 151	>	>	>	>	>	>		>
1. 151a	>	>	>	>	>	>		>
1. 152	>	>	>	>	>	>		>

(†) plantas.

(‡) inoculadas.

(Sigue)

CUADRO N° 3. (Continuación)

	N° de inoc.	Líneas		N° de pl. (1) inoc. (2)		Mat. inoc. U. <i>seae</i> S. <i>reilianum</i> U. <i>Fischeri</i> (?) (Humahuaca)	Fecha de inoc.	Comportamiento patógeno	pl. testigo
		N°	F. (G)	N° de pl. (1) inoc. (2)	pl. testigo				
SERIE I	1. 155	296a	6	2	2	2		Aspecto quemado. 10-X, cae. 12-X muertas. Una cae; la otra flácida el 8-X. 12-X, muere sin frutificar. Igual que 1. 156.	Sana > > >
	1. 156	>	>	>	>	>	>		
	1. 157	>	>	>	>	>	>		
SERIE II	1. 138	293	6	2	2	comb. de 15 clamid. de S. <i>reilianum</i> .	4-X	Ataque virulento. 15-X, aparece frut. 30-X, muere. Igual que 1. 138.	Sana > >
	1. 139	>	>	>	>		>		
	1. 143	294	6	2	2	Idem.	>	Ataque menos virulento que 1. 140, 10-X. Languidece y muere con frutific. el 25-X. Igual que 1. 143.	> > — >
	1. 144	>	>	>	>	Idem.	>		
	1. 148	295	6	2	2	Idem.	>	Marchitamiento súbito, muere sin frutificar. 8-X, marchita. 30-X, muere con fructificación.	> > > >
	1. 149	>	>	>	>	Idem.	>		
1. 153	296	6	2	2	Idem.	>	10-X, caídas. 16-X, mueren. 10-X, caídas, forman agallas. Mueren, 35-X.	> > > >	
1. 154	>	>	>	>	Idem.	>			
SERIE III	1. 158	296a	6	2	2	1 colonia de S. <i>reilianum</i>	> >	Forman agallas limbares y en el cono vegetivo y mueren el 5-VI. Igual que 1. 158.	> > > >
	1. 159	>	>	>	>	Idem	>		

(1) plantas.  
(2) inoculadas.

LAMINA IV.



LAMINA IV. — Plantitas de maíz (Cuarentón Colorado) inoculadas artificialmente con una población de carbón procedente de Humahuaca, de efecto fulminante. (Serie III.)

brusco y pronunciado, desde la extremidad de las hojas hasta la zona de inoculación: se quiebran, caen y mueren a los diez días, más o menos, sin formación de soras y sin que aparecieran manchas cloróticas, ni necróticas, fuera de la zona inoculada. Hacen excepción, al cuadro descrito, una planta en la que apareció una agalla sobre el limbo y otra que se mantuvo sana hasta el sexto día inclusive, muriendo ambas a los 14 días. Todos los testigos de esta serie se mantuvieron indemnes de todo ataque. Este grado de virulencia corresponde a un tipo y a una intensidad excepcionales e inconfundibles (Lám. IV).

La serie II ha sido afectado por un tipo diferente de ataque y con grado de virulencia menor. No se observó el marchitamiento de la serie anterior y en casi todas las plantitas inoculadas aparecieron soras. Una sola planta mostró marchitamiento del tipo de la serie I, aunque no tan intenso, pero muriendo sin aparición de agallas y otra presentó los síntomas de comportamiento típicos de la serie I. Las plantas testigos se mantuvieron indemnes.

En la serie III las cuatro plantas inoculadas con cultivo monoclamidospórico, presentaron ataque semejante al de la serie II (cuadro N° 3).

OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS SOBRE AGALLAS LIMBARES,  
PROCEDENTES DE LA SERIE III

Las observaciones microscópicas y agallas de las series II y III, originadas por clamidosporas del tipo *S. reilianum* únicamente, revelaron una heterogeneidad de formas semejantes a la descrita para la « población » de Humahuaca, con predominio acentuado de *U. zcae*, siguiendo, en orden decreciente y en mucho menor número, clamidosporas con caracteres intermedios y combinados, libres o en glomérulos; formas con caracteres de *S. reilianum*; formas que parecerían intermedias entre *U. Fischeri* (?) y *U. zcae*, en cuanto al carácter del episporio, siendo raras las clamidosporas típicas de *U. Fischeri*.

En el cuadro N° 4 y en la lámina V, figs. 1 y 18, se registran las formas encontradas en cortes de agallas provenientes de la serie III, habiéndose tan solo anotado las formas mejor caracterizables en relación a los tres carbonos que se mencionan en este trabajo.

CUADRO N° 4. — Principales formas determinadas en un análisis microscópico del contenido de una agalla producida por infección artificial de un cultivo monoclamidospórico con fenotipo de *Soroporium Reilianum* (inoc. 1.158).

Forma	N°	Color de	Forma	Episporio	Tamaño de	Estado de agregación
1		U. zaeae	poligonal	espinescente	S. reilianum	libre
2		» »	»	liso	U. zaeae	»
3		» »	circular	»	U. Fisheri(?)	»
4		» »	poligonal	verrucoso	intermedio	»
5		» »	circular	liso	U. Fisheri(?)	»
6		» »	»	lig. verrucoso	U. zaeae	glomérulo
7		» »	»	» »	U. Fisheri(?)	»
8		» »	»	» »	U. zaeae	»
9		S. reilianum	»	espinescente	» »	libre
10		» »	»	intermedio entre U. z y S. r (?)	» »	»
11		» »	poligonal	liso	intermedio	»
12		» »	circular	»	U. zaeae	»
13		» »	»	»	intermedio	»
14		» »	poligonal	verrucoso	S. reilianum	glomerulo
15		» »	»	lig. verrucoso	U. Fisheri(?)	libre
16		» » » »	circular	» »	» » »	»
17		U. Fisheri(?)	»	U. Fisheri (?)	» » »	»
18		» » »	»	intermedio entre U. z. y U. F.	» » »	»

Sin pretender fijar proporciones exactas, ni mucho menos — aspecto que no ha sido abordado en este trabajo — se dan las siguientes cifras porcentuales, tan sólo para dar una idea, más o menos aproximada, sobre la presencia de las distintas formas: *U. zaeae*, alrededor de 85 %; *S. reilianum* un 2 %; *U. Fisheri* 1 % y 8 % de las otras formas.

Los cortes realizados sobre agallas en formación, a los siete días después de inoculadas las plantitas de las series II y III, mostraron, en observación microscópica, pequeños glomérulos en formación, encontrándose además, dentro de una misma célula y junto a los glomérulos, clamidosporas maduras del tipo *U. zaeae* (Lám. V, figs. 19 y 20).

En los mismos cortes observados, *U. zaeae* se presenta como caracterizado por un crecimiento y maduración más precoz que *S. reilianum*.

LAMINA V. — A) Clamidosporas y glomérulos correspondientes a *S. reilianum* en estado puro, observado sobre panojas procedente de Humahuaca.

B) Clamidosporas y glomédulos de *Ustilago abortifera*, material «tipus» sobre el que describió Spegazzini su especie.

C) Distintas formas que aparecen en la descendencia de una clamidospora del fenotipo *S. reilianum*.

(Serie III, inoc. N° 1.158).

Fig. 1. Clamidospora de *U. zeae*, gigante.

Fig. 2. » lisa, forma poligonal, color de *U. zeae*.

Fig. 3. » » ovalada y » » » »

Fig. 4. » espinecente, forma irregular, color de *S. reilianum*.

Fig. 5. » lisa, circular, color de *U. zeae*, tamaño de *U. Fisheri* (?).

Fig. 6. » color de *U. zeae*, espinecente, color de *U. Fisheri*.

Fig. 7. » color de *U. Fisheri* (?), ovalada, espinecente (*U. zeae*) tamaño de *U. Fisheri* (?).

Fig. 8. Clamidospora color de *S. reilianum*, espinecente (*U. zeae*), tamaño intermedio.

Fig. 9. » » » forma circular, espinecencia y tamaño de *U. zeae*.

Fig. 10. » color de *U. Fisheri* (?) forma y tamaño de *S. reilianum*, lisa.

Fig. 11. » » *U. zeae*, forma poligonal, tamaño de *U. zeae*.

Fig. 12. » de *U. Fisheri*, forma poligonal, lisa, tamaño intermedio.

Fig. 14. » típica de *S. reilianum*.

Fig. 15. » color de *U. Fisheri* verrucosa y tamaño de *U. Fisheri* (?).

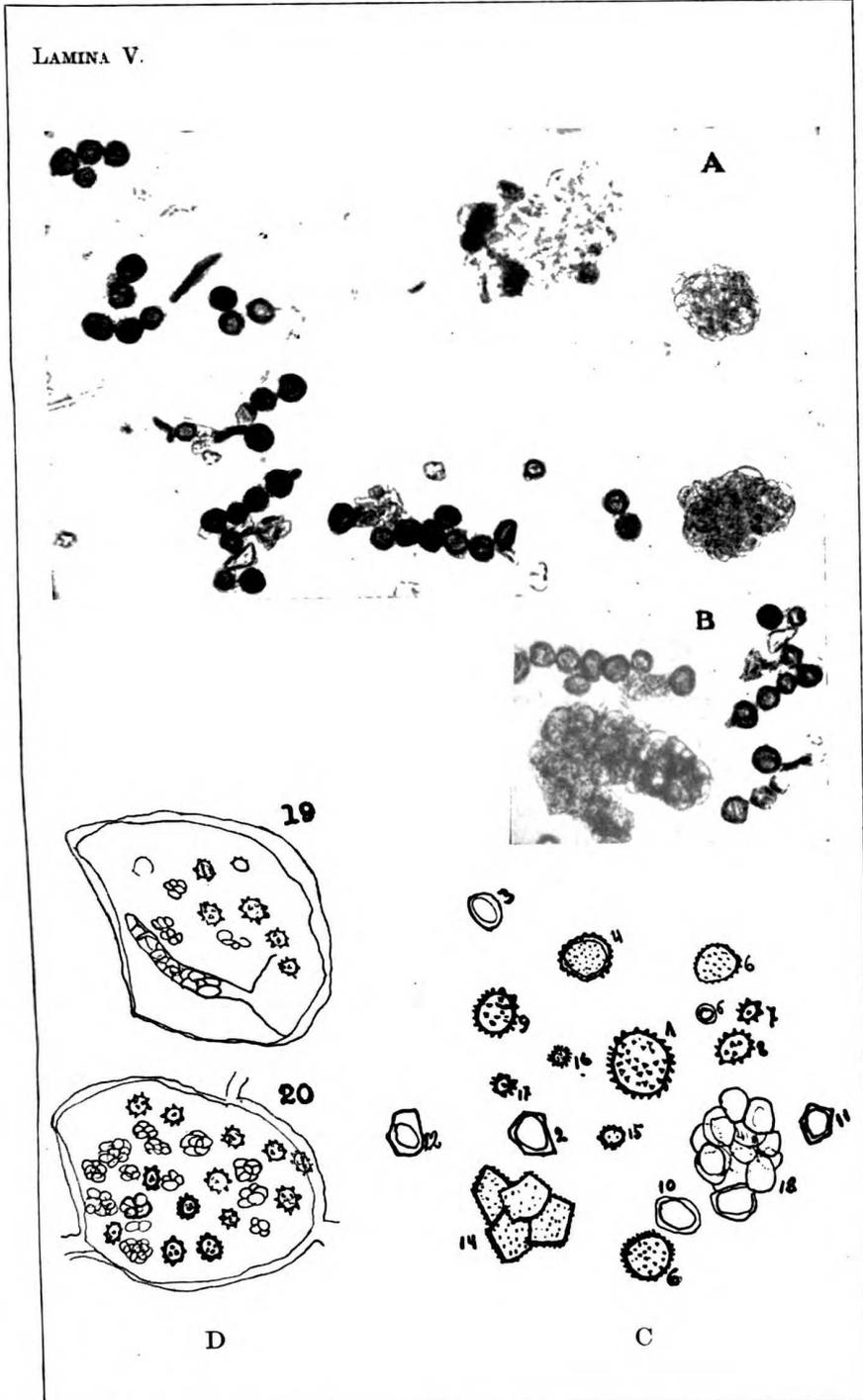
Fig. 16. » típica de *U. Fisheri* (?).

Fig. 17. » color y tamaño de *U. Fisheri* (?) espinecencia de *U. zeae*.

Fig. 18. Glomérulos con clamidosporas de color de *U. zeae*, circulares y poligonales, con episporio liso.

D) Fig. 19 y 20. Cortes longitudinal y transversal de una agalla en formación, originada por una inoculación monoclamidospórica del fenotipo *S. reilianum* (Serie III), en los que se observan glomérulos jóvenes de *S. reilianum*, junto a clamidosporas maduras de *U. zeae*.

LAMINA V.



#### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1º *Caracteres sistemáticos.* — El cuadro que presenta el material de toda la colección analizada, en la que se encuentran representadas localidades tan distantes y opuestas, en lo geográfico y en lo ecológico, como Salta y Guatraché (Pampa), Formosa y Mendoza, Tucumán y Delta bonaerense, Córdoba y Buenos Aires, etc., indujo a extremar el cuidado en la observación de sus caracteres y proceder a una confirmación, objetiva y bibliográfica, de los elementos que pudieran permitir establecer el carácter de aquella heterogeneidad.

Conviene establecer ante todo, que el aspecto externo de las agallas sobre espigas, panojas, tallos, limbos, etc., de nuestra colección de material de carbón, corresponde al *U. zaeae*, con la excepción única, hasta ahora, del caso de la panoja carbonosa con *S. reilianum* al estado puro, procedente de Humahuaca. Ni en el material de la colección procedente de los cultivos, con la excepción mencionada, ni en nuestros planteles de infección, constituidos por más de 8.000 plantas inoculadas artificialmente, se ha observado la presencia de internodios superiores y panojas carbonosas que presentaran el aspecto externo asignado para *S. reilianum*.

No es raro encontrar, en los maizales del país, agallas con carbón, más o menos rosadas, sobre todo en su estado juvenil, el que suele esfumarse en la maduración. Tal color rosado de las agallas, si bien suele verse mencionado en algunas descripciones de *S. reilianum*, consideramos que no ha sido suficientemente definido como carácter diferencial con *U. zaeae*.

Se sabe que la acumulación de antocianinas en los tejidos afectados por agentes de diverso orden, constituye una reacción defensiva muy común en las plantas, habiendo nosotros podido observar numerosos casos de tal reacción en maíces infectados artificialmente y hasta como característica propia de ciertas líneas.

Los caracteres microscópicos y culturales descriptos permiten afirmar, sin lugar a dudas, que, en general, el carbón de maíz existente en la Argentina no pertenece ni a una especie ni a un género puros.

Ya se ha dicho que en todo el material estudiado se constató dominancia preponderante de clamidosporas señaladas como del tipo *U. zaeae*, pero hay más: ni en una sola de las tan numerosas prepara-

ciones observadas ha sido posible encontrar una proporción más pareja con las otras formas, no obstante la precaución con que se procedió al recoger las clamidosporas. Se observó material de las diversas zonas de las agallas, desde el centro hasta la cara interna de la membrana envolvente, mediante raspajes. Dicha dominancia se ha repetido siempre con la persistencia de un carácter uniforme y general, defraudando el propósito de encontrar la clásica excepción confirmatoria, con abstracción hecha para *S. reilianum*. Este detalle y el de no haberse tampoco encontrado dominancia total de ninguna de las otras formas descritas, salvo algunos pocos casos de *U. zcae*, permite pensar que la amplitud de la colección o la diversidad de las procedencias, con ser tan grande, no ha sido lo suficiente como para incluir todas las posibilidades que lógicamente pueden existir.

En cuanto a la identidad del hasta ahora denominado tipo de *U. zcae*, corresponde establecer que se trata del bien conocido carbón común de maíz, cuyos caracteres han sido mencionados en el texto.

El predominio de *U. zcae* en la masa heterogénea de clamidosporas no contradice, sino que está en concordancia con los caracteres mencionados para las agallas.

En las observaciones efectuadas en las diversas zonas agrícolas del país, desde el Norte de Salta y de Misiones hasta la región de los lagos cordilleranos, no recordamos haber observado plantas carbonosas cuyos síntomas hicieran sospechar la presencia de otro carbón que no fuera el común.

El otro tipo de carbón que sigue en frecuencia al *U. zcae* y que hasta ahora referimos como tipo de *S. reilianum*, reúne caracteres sistemáticos que lo identifican con el *S. reilianum* (Kühn) Mc. Alpine (10). La presencia de los glomérulos, la forma, color, revestimiento y tamaño de las clamidosporas y el aspecto de las agallas, corresponden exactamente a los del material de *S. reilianum* obtenido de los E. U. de Norte América.

Constatada así la presencia de *S. reilianum* en la Argentina, procedimos a compararlo con el *U. abortífera* Speg., utilizando muestras del material original y en base a la descripción que hace Spagazzini (17) para esta especie de carbón, la que, por cierto, ya lo aproximaba mucho al, en aquel tiempo, denominado *U. Reiliana* (Kühn); la identidad resultó completa: el mismo carácter y tamaño

de los glomérulos y los mismos caracteres de las clamidosporas. A continuación se transcribe la descripción original de Spegazzini para *U. abortífera* y la descripción que se encuentra en Saccardo (16) para *U. Reiliana* (Kühn), al que, por su carácter de formar glomérulos, Mc Alpine (10) lo pasó al género *Sorosporium* en 1910

**Ustilago abortífera** Speg. (17).

« Diag. Inflorescentiae infectae regulariter tumefactae bracteis tectae; sori ovaria implectentes, pellicula semihialina vestiti, intus fusco atrii pulverulenti, odorem foetidum pollentes; sporae mediocres globosae laeves fuligineae subopacae ».

En observaciones agrega: « Specie venenosa apud aborigenis ad filtrum abortiferum parandum adhibita; ab *U. maydis* (D. C.) Cda et *U. Reiliana* (Kühn) longissime abhorrens nec quidem comparanda ».

**Ustilago Reiliana** (Kühn) (9,16):

« Pustulis bulbatis, variae magnitudinis, rotundatis vel ovatis, primi membranula albida clausis, dein ea lacerata subnudis; pulvere sporarum atrobrunio; sporis plerumque irregulariter sphaeroideis; rarius subangulatis vel breviter ellipticis, 9-15  $\mu$  diam., subpellucidis, bruneis, aculeotis minutissimis dense ornatis ».

« Hab. in paniculis Zeae maydis, Sorghi Vulgaris in Alemania, Italia, Hungria, etc. ».

« Sporae primitus in massulas, 40-50  $\mu$  diam., congestae. Ob hanc notan species haec forte ad genus *Sorosporium* ducenda videtur. Nonnulli auctores sporas describunt leves ».

Como surge de la comparación de ambos textos, no hay lugar a dudas de que esas dos especies pertenecen a un mismo género y especie, si bien, como es natural, el parecido de las descripciones no es, con todo, tan grande como el de los ejemplares tipos comparados, donde no puede ser mayor.

Los únicos caracteres que en la descripción aparecen como propios para *U. abortífera* son: opacidad en vez de reluscencia, lisura del episporio, olor fétido de la masa de carbón, propiedades abortífera y ataque exclusivo sobre espigas. En lo que respecta a la opacidad y a la lisura, no han podido ser constatadas por nosotros en el mismo material original que sirvió a Spegazzini para determinar su especie, pareciendo, por el contrario, en un todo idéntico al que observamos en las siguientes muestras: *U. Reiliana* (Kühn) sobre panoja de sorgo, existente en el Inst. Spegazzini (año 1878 y sin procedencia se-

ñalada) y en las muestras ya mencionadas de *S. reilianum* procedentes de E. U. de Norte América; en éste, lo mismo que en el de Spegazzini, dominan, por el contrario, clamidosporas con episporio verrucoso.

Por lo que se refiere al olor fétido, no sabemos en qué grado se diferenciaba del ligero olor que se desprende de los otros carbones de maíz, pero eso sí, corresponde mencionar que en nuestra colección las agallas que contenían mayor proporción de *S. reilianum* desprendían un ligerísimo olor que parecía recordar al del ácido acético. En cuanto a las propiedades abortíferas, podrían tener cierto valor sistemático si se precisara un grado diferencial suficiente con el que se suele atribuir a muchos carbones, propiedad que se menciona también para el *S. reilianum* de otras partes (Australia). En cuanto a su exclusividad para espigas, parece más que dudosa, en primer término, por haber encontrado nosotros este mismo hongo al estado puro en panojas, y, en segundo lugar, la localización spegazziniana no implica un carácter específico, desde que los modernos estudios biológicos en carbón del maíz, revelaron la existencia de biotipos con localización, sino exclusiva, preferente para diversas regiones y órganos de la planta, entre otros la espiga, estos últimos, los más perjudiciales (Hoover).

Es presumible la existencia de algunas formas, más bien fisiológicas, de *S. reilianum* en la Argentina, que puedan originar leves diferencias. Ya Passerni (14) en 1900 diferenciaba una: *U. reiliana*, forma *zeae* y Reed (15) establece experimentalmente la existencia de una forma fisiológica de *S. reilianum* para maíz y de otra para sorgo.

Consideramos suficientemente probado que el carbón de la espiga de maíz, considerado como *U. abortífera* Speg., no es otro que *S. reilianum* (Kühn) Mc Alpine, por lo que proponemos pase a ser considerado como *S. reilianum* (Kühn) Mc Alpine.

Lo que llama la atención es el hecho de no haber encontrado más que una sola muestra pura de *S. reilianum*. Una revisión detenida de los maizales argentinos podrá definir debidamente esta cuestión.

La formación de clamidosporas en medio artificial, observada en cultivos monoclamidospóricos de *S. reilianum*, constituye un carácter biológico cultural que completa más, si cabe, su diagnóstico y que refuerza la seguridad de su existencia en el país. En los cultivos de

*U. zcae*, mismo en muy viejos, nunca hemos podido observar la formación de clamidosporas típicas, sino tan solo formas con caracteres singulares, de contenido espesado, envuelto en una membrana lisa y gruesa, de forma irregular, a veces ligeramente coloreada, dando la impresión de corresponder a formas de resistencia; por lo demás, las aludidas clamidosporas de *S. reilianum*, si bien morfológicamente idénticas a las que se producen en la planta, no parecen estar dotadas del principal atributo fisiológico, cual es el de la reproducción. Su poder de germinación en cámara húmeda ha sido nulo, no habiéndose podido observar germinadas ningunas de las múltiples puestas a germinar.

**U. Fisheri Pass.** (?)— La presencia de clamidosporas del carbón del maslo (*U. Fisheri* Pass.) y de fragmentos de soras, ambos del color marrón violáceo y a veces con un tono gris acentuadamente violáceo, mezclada con las otras clamidosporas dentro de la misma sora, acusa su presencia en la República Argentina, no obstante no haberse encontrado en estado puro. Estas clamidosporas globosas, de color gris violáceo purpurecente (4), con ligeras fluctuaciones, a veces, hacia algunos de estos tonos, el episporio con prominencias papilares densas, más o menos delgadas y pronunciadas, con su tamaño reducido de 4 a 6  $\mu$  no permite confundirlo con ninguno de los dos carbones mencionados. Dichas clamidosporas se encuentran en menor proporción que la de *S. reilianum*, destacándose Formosa con un porcentaje de 20 % de tales clamidosporas.

**Polimorfismo.**— El polimorfismo digenérico triespecífico, con caracteres intermedios y combinados, de las tres especies de carbón mencionadas, presente en gran parte en las procedencias analizadas, y la descendencia proveniente de una clamidospóra de un fenotipo de *S. reilianum*, permite considerar nuestro carbón del maíz como una población excepcionalmente heterogénea, en la que, además de las formas características para las tres especies de carbón mencionadas, se encuentra una serie de formas teóricamente previsibles como segregantes de un cruzamiento entre las mismas.

Para definir experimentalmente dicho origen, se procedió al análisis de la descendencia, partiendo de clamidosporas con los caracteres de *S. reilianum*. Los aislamientos practicados con micro-

manipulador, confieren la seguridad necesaria para el carácter monoclamidospórico de los cultivos inoculados.

El análisis del material de agallas correspondiente a las inoculaciones N° 1158 y 1159 (cuadro N° 3) reveló la reaparición de todas las formas descritas en el cuadro N° 4: dominancia predominante, como siempre, del *U. zae*; mucha menor frecuencia de formas de *S. reilianum*; relativamente escasa presencia del tipo *U. Fisheri* y numerosas clamidosporas con caracteres intermedios y combinados. Este ensayo define el carácter genético de las clamidosporas del *S. reilianum* empleado, como perteneciente a un fenotipo heterocigota del mismo y como un híbrido digenérico triespecífico, en concordancia con lo que podía ya inferirse de las observaciones iniciales.

La preponderancia de *U. zae* en las agallas provenientes de la infección monoclamidospórica del fenotipo mencionado, la dominancia en un grado tan extremo, con respecto a las demás formas, como el registrado en todo el material de la colección procedente de los cultivos, plantea un caso tan singular como interesante. ¿Se trata de una segregación de un híbrido, de carácter multifactorial? Nuestra interpretación actual de los hechos observados se limita a formular una hipótesis de un fenómeno más complejo. La hibridación existe, como hecho fuera de discusión, pero el grado en que se produce, o mejor dicho, en que se manifiesta, parece ser restringido. Las clamidosporas de los distintos carbones mezclados, producirían infección simultánea sobre la misma planta, fructificando conjuntamente en los mismos órganos o regiones de la planta, conservando sus individualidades respectivas. La adyacencia de tejidos, de la planta huésped, alojando hifas o clamidosporas de géneros y especies diferentes (aspecto aparentemente observado por nosotros), adquiriría, así, la apariencia de una quimera sectorial con dominancia de *U. zae*, debida a igual dominancia originaria de la infección, o del material patógeno.

Otro factor que contribuiría a originar tal dominancia, podría constituirlo un proceso desigual en el ciclo evolutivo de las clamidosporas de los diferentes carbones, con una mayor precocidad para *U. zae*, de manera que los más tardíos fructificarían y madurarían en proporción más o menos limitada y escasa, según el juego de condiciones externas e internas correspondientes. Esta hipótesis encuentra un punto de apoyo en un hecho observado en cortes de agallas en formación (infección 1158-1159, cuadro N° 3): juntos a glomérulos en

comienzo de formación, todas de *S. reilianum*, **abundaban clamidosporas maduras** de *U. zae* (Lám. V, figs. 19 y 20)

Caben, por cierto, otras suposiciones, pero sólo estudios ecológicos y citogenéticos resolverán el problema de nuestro carbón de maíz, que queda así planteado.

El heterotalismo de *U. zae* y *S. reilianum* está experimentalmente comprobado. En este primer ensayo del análisis de la población de nuestros carbones, mediante el estudio genético de la descendencia, se dió preferencia al fenotipo de *S. reilianum*, en atención al hecho de que Hanna (6), en un intento de hibridación experimental, practicado con combinaciones monoesporidiales de *U. zae* y *S. reilianum* de sexos opuestos, cultivados en invernáculo y en campo, no obtuvo, en ningún caso, frutificación. En base a tales resultados, Hanna (6, página 437), considera improbable la hibridación entre *U. zae* y *S. reilianum*, si bien acepta « a priori » la posibilidad de que puede producirse bajo ciertas condiciones, en base a la similitud de los mismos y al hecho de que ambos aparecen con frecuencia en la misma planta. Consideramos que el supuesto de Hanna ha encontrado su confirmación en nuestros carbones y a favor de condiciones favorables para la hibridación. Las mismas consideraciones cabrían para la hibridación de *U. zae* y *S. reilianum* con *U. Fisheri* (?).

Las relaciones genéticas relatadas establecen, por otra parte, el grado de parentesco existente entre los géneros *Sorosporium* y *Ustilago*, entre *Ustilago* y *Sphaceloteca*, desde que Tyter y Shumway (19), en un trabajo reciente, informan haber obtenido, experimentalmente, la hibridación entre *Sorosporium reilianum* y *Sphaceloteca Sorghi*.

Los híbridos interespecíficos, tanto en Ustilaginales como en otras criptógamas, constituyen un fenómeno cada día más frecuente y mejor analizado, pero, asimismo, los híbridos intergenéricos, generadores pródigos de nuevas formas, van subiendo discretamente al cartel de las actualidades biogenéticas, con el consiguiente escándalo para los sistemáticos de antaño.

LA DIVERSIDAD SISTEMÁTICA Y LA COMPLEJIDAD GENÉTICA DE NUESTROS CARBONES DEL MAÍZ, COMPLICAN DE UN MODO EXTRAORDINARIO EL YA DE POR SÍ ARDUO PROBLEMA DEL MEJORAMIENTO DE NUESTROS MAÍCES COMERCIALES, SI SE QUIERE COMBINAR EL FACTOR DE INMUNIDAD CON LOS OTROS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA. **La extrema**

virulencia, con efecto letal fulminante (cuadro N° 3), característica, entre otras, de una muestra de carbón procedente de Humahuaca, debe vincularse, a nuestro juicio, a la circunstancia mencionada, porque es el material que contiene, junto a *U. zae*, la mayor proporción de *S. reilianum*, a más de *U. Fisheri* (?) y de formas intermedias y combinadas en proporciones bien altas.

#### CONCLUSIONES

1° El carbón, que ataca al maíz en la República Argentina, Uruguay y Venezuela, está formado por *U. zae*, *S. reilianum* y *U. Fisheri* (?);

2° Estas especies no han sido encontradas predominantemente en estado puro (con excepción de una muestra de Humahuaca con *S. reilianum* y de algunas pocas con *U. zae*); el material clamidospórico está constituido por una masa heterogénea de las tres especies y de formas con caracteres intermedios y combinados. Es presumible que una investigación más amplia revelará la existencia de *U. Fisheri* en estado puro;

3° La mencionada heterogeneidad, constatada en una muestra procedente de la República de Venezuela, pero nunca mencionada en la bibliografía de E. U. de Norte América, induce a atribuirle, con mucha probabilidad, un carácter cuando menos sudamericano, hasta tanto nuevos estudios aporten pruebas en contra;

4° El análisis de la descendencia de un fenotipo de *S. reilianum* establece, de un modo indubitable, que se trata de un híbrido con segregación de clamidosporas típicas para los tres carbonos, lo cual implica la posibilidad del cruzamiento natural entre los mismos;

5° *Ustilago abortífera* Speg. queda identificado como *Sorosporium reilianum* (Kühn) Mc Alpine, debiendo ser considerado como sinónimo de éste;

6° Las clamidosporas de *S. reilianum*, que aparecen en medio artificial, resultaron estériles en cámara húmeda, y

7° El tipo de ataque y grado de virulencia de ciertas poblaciones de carbón están vinculados estrechamente al polihibridismo de los mismos.

RESUMEN

El carbón que ataca al maíz en la República Argentina era considerado, hasta ahora, como causado exclusivamente por el *Ustilago zae* (Beckn) Ung. y por *Ustilago abortífera* Speg., el que, encontrado en Salta, no había sido nuevamente observado durante el medio siglo transcurrido desde su descripción (1881).

Se dispuso de la amplia colección de material patógeno utilizada en trabajo de inmunología; las 22 localidades de las que procede, cubren gran parte del territorio argentino, incluyendo la región maicera central y periférica. Se dispuso, además, de muestras procedentes de la R. O. del Uruguay y de la R. de Venezuela.

Se procedió a un estudio de carácter sistemático, biológico y parasitario, mediante el análisis microscópico, ensayos culturales e infecciones artificiales, realizándose la separación de formas con el auxilio de micromanipulador.

Queda revelada, en primer término, la naturaleza heterogénea y compleja del material analizado. En los mismos órganos afectados, y dentro de las mismas agallas, se encuentran mezcladas con amidosporas de *Ustilago zae*, *Sorosporium reilianum* y *Ustilago Fisheri* (?), no habiéndose encontrado más que una sola muestra de *S. reilianum* en estado puro. *U. zae* domina numéricamente, en proporción elevadísima; junto a las formas típicas, encuéntrase numerosas con caracteres intermedios y combinados.

Un estudio preliminar, mediante infecciones artificiales, sobre la descendencia de un fenotipo de *S. reilianum*, reveló corresponder a un híbrido en segregación, con producción de fenotipos correspondientes de *U. zae*, *S. reilianum* y *U. Fisheri* (?), y de formas con caracteres intermedios y combinados, reproduciendo este fenotipo toda la heterogeneidad sistemática de nuestros carbones del maíz.

Se ha establecido la relación existente entre el tipo de ataque y el grado de virulencia de la población de Humahuaca con el grado de heterogeneidad sistemática y genética del material patógeno.

Este cuadro de los carbones de la República Argentina parece ser extensivo a otros países sudamericanos, siendo probable que abarque todo el continente. Material procedente no sólo de la R. O. del Uruguay, sino también de la R. de Venezuela, resultó de naturaleza idéntica al de la R. Argentina.

La hibridación de los géneros y especies mencionados aparece como un hecho demostrado. Las condiciones del medio externo e interno, el mecanismo de la infección natural y el proceso evolutivo de los fenotipos han de ser los factores decisivos que determinan ese carácter singular de nuestros carbones del maíz.

Ha quedado constatado que el proceso de formación de las clamidosporas de *U. zae* es más rápido que el de *S. reilianum*.

Repetidos ensayos de germinación en cámara húmeda, han demostrado la esterilidad de las clamidosporas que aparecen en el medio artificial.

Queda también establecida la identidad de *U. abortifera* Speg. con *S. reilianum* (Kühn) Mc Alpine, debiendo considerárselo como un sinónimo de éste.

#### SUMARY

The smut that attacks maize in the Argentine was considered up to now, exclusively caused by *Ustilago zae* (Beckm) Ung. and *Ustilago abortifera* Speg., found in Salta, which was not observed again during the half century which has elapsed since its description (1881).

The ample pathological matter available was used for purposes of immunity; the 22 localities from whence these came cover a great part of Argentine territory, including the central and perimetrical corn regions. Samples proceeding from the Republics of Uruguay and Venezuela were also used.

A careful systematic biological and parasitical study was started using microscopic analysis, cultural practices and artificial infections, the separation of forms being obtained with the assistance of a micromanipulator.

In the first place, the heterogeneous and complicated condition of the matter was revealed. In the affected organs, and in the galls, a mixture of clamidospores of *Ustilago zae*, *Sorosporium reilianum* and *Ustilago Fischeri* (?) was found; only one sample of *S. reilianum* in a pure state was found.

Numerically, *U. zae* was the greater, in a very large proportion. Together with the typical formations, numerous of an intermediate and combined character were discovered.

A preliminary study, by means of artificial infections, carried out on a descendance of a fenotip of *S. reilianum*, revealed that it corresponded to hybrid in segregation, together with fenotips corresponding to *U. zae*, *S. reilianum* and *U. Fischeri* (?) and with formations of intermediate and combined characters, this fenotips reproducing all the systematic heterogeneity of our smuts of Corn.

An existing relationship has been established between the type of attack and grade of virulency of the population of Humahuaca with the type of systematic heterogeneity, genetical and pathological matter.

This statement of the smuts of the Argentine seems to extend to other South American Countries, it is even possible that it may affect the whole conti-

nent. Matter proceeding not only from the Uruguay but also from Venezuela turned out to be almost identical to that of the Argentine.

The of the genus and species mentioned hibridization appears as a demonstrated fact.

The conditions of the internal and external environment, the mechanism of the natural infection and the evolutive process of the fenotypes, should be the decisivs factors which should determine the peculiar character of our maize. It has been stated that the process of formatian of clamidospors of *U. zae* is the most rapid, in respect to *S. reilianum*.

Repeated attempts of germinations in damp chamber have demonstrated the sterility of the clamidospors which appear in the artificial media.

The identity has also been established of the *U. abortifera* Speg. with *S. reilianum* and should be considered as a synonymous to *same*.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- (1) BUSSE W. 1904. «Untersuchungen über die Krankheiten der Sorghum-Hirse». *In Arb. K. Gsndtsamt. Biol. Abt.*, Bd. 4 Heft 4, p. 319. (Cit. por POTTER).
- (2) DIETEL B. 1900. Hemibasidii (Ustilagineae und Tilletiineae). In *Engler Adolf. and Prantl K. A. E. Die Natürlichen Pflanzenfamilien T. 1*, p. 1-24. Cit. por POTTER.
- (3) FISHER H. 1887. *Ustilago Reiliana Kühn (citado en Aperçu Systématique des Ustilagus di Valkheini)*.
- (4) FERRARIS T. 1915. «I Parassiti Vegetali». *Trattato di patologia é terapia vegetale*. 2ª edición, pág. 523. Milano.
- (5) GUSOV H. T. and H. CONNERS M. A. 1929. «Studies in cereal diseases. Smut diseases of cultivated Plants» *Their cause and Control*. Dominion of Canada. Department of Agriculture. Bull. N° 81, pág. 319.
- (6) HANNA W. F. 1929. «Studies in the Physiology and Cytology of *Ustilago zae* and *Sorosporium reilianum*. *Phytopathology*. Vol. 19, N° 5, pág. 415.
- (7) HAUMAN L. y PARODI L. R. 1921. «Los parásitos vegeales de las plantas cultivada en la República Argentina». *Rev. Fac. Agr. y Vet.* Buenos Aires. T. III. p. 242.
- (8) HERSBERG P. 1895. «Vergleichende Untersuchungen über han Landwirstchaftlich Wichtige Flugbrandarten». (Inaugural disertation) reprinted in Zopf W. F. *Beiträge. Zur Physiology und Morphology niederer Organismen*. Heft 5, pág. 1-36. Leipzig. (Cit. por POTTER).
- (9) KUHN J. 1875. «*Ustilago Reiliana*». In *Rabenhorst, G. L. Fungi Europaei Eri-sacati*. Dresdae. Ed. nova. S. 2, cent. 20 N° 1998. Cit. en POTTER.
- (10) MC. ALPINE D. 1910. *The Smuts of Australia*, pág. 181. (Cit. por POTTER y GUSOV).
- (11) NORTON. 1896. A Study of the Kansas Ustilagineae, especially with regard to their germination. *Trans. Acad. Sci. St. Louis V. 7*. N° 10 (Cit. por POTTER).
- (12) OUDEMANS. 1929. *Enumeration Sistemtica Fungorum*. V. 1, pág. 699.

- (13) POTTER A. H. 1914. Head Smut of Sorghum and maize. *Journal of Agricultural Research*. V. 11, pág. 339-375.
- (14) PASSERINI GIOVANI. 1876. *Ustilago reiliana* Kuhn. In *Rabenhortsg. g. h. Fungi Europæi*.
- (15) REED M. GEORGE, MARJORIE SWAVEY and LAURA ALMA KOLK. 1927. «Experiments Studies on Head Smut of corn an sorghum». *Bull. Torrey Bot. Club*. 54: 295-310.
- (16) SACCARDO, P. A. 1876. «*Ustilago reiliana* Kuhn». *Sill. fung.* V. VII, part. II pág. 471.
- (17) SPAGAZZINI C. «*Ustilago abortifera* Speg. (n-Sp.) *Fungi Argentini* N. V. C.», *Ann. del Museo Nac. Bs. As. Serie II, T. VI*, pág. 207, 1899.
- (18) SAUNDERS A. R. «Maize in south Africa. Control N. Agency S. Africa 1930. pp. 165-67.
- (19) TYTER CH. and SHUMWAY CLYDE P. 1935. «Hibridization between *Sphaceo theca* Sorghi and *Sorosporium reilianum*». *Phytopatology*. Vol. 25. N° 3, pág. 377.

~~REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA. LA PLATA. TOMO XX. Nº 2.-~~  

---

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA. LA PLATA. TOMO XX. Nº 2.-

"Los Carbones del maíz en la Argentina". por E. y J.Hirschhorn.

- 1.- pág 112. Cuadro Nº 1. renglón 21:238 no vale.  
,, ,, ,, ,, ,, ,, 22:número 23<sup>4</sup> no vale.
- 2.- pág 113. último renglón debe decir: cópicas permiten distribuir los -  
distintos tipos como en el cuadro 2.-
- 3.- pág 114. Fig 4. debe decir clamidosporas lisas, donde dice clamidospo-  
ras verrucosas.  
,, ,, . Borrar los últimos dos y medio renglones, a partir de "La úni  
ca....."
- 4.- pág 18. Al pié de la explicación de la Lám.IV, agregar: Las plantitas  
testigos permanecen sanas y erguidas.-

-----