

PRIMER HALLAZGO DE HETERODERA ROSTOCHIENSIS
WOLL. SOBRE PAPAS SILVESTRES (*Solanum sect. Tuberarium*)
EN LA REPÚBLICA ARGENTINA Y SU SIGNIFICACIÓN
COMO PLAGA DE LAS ESPECIES CULTIVADAS¹

Dr. ENRIQUE BRÜCHER

ZUSAMMENFASSUNG. - Es wird das Vorkommen von *Heterodera rostochiensis* auf Wildkartoffeln in Argentina nachgewiesen. Die Möglichkeiten der Bekämpfung des Parasiten werden revidiert und als die aussichtsreichste Methode die Zuechtung resistenter Varietaeten herausgestellt, wobei sich die argentinischen Species *S. vernei* und *S. famatinae* als die wertvollsten erwiesen haben. Daraus geht hervor, dass Argentina das wichtigste Herkunftsland für Resistenz-Gene gegen den gefürchteten Kartoffel-Nematoden ist.

I. *Antecedentes*

El nematodo de la papa, "anguilula dorada" (*Heterodera rostochiensis*), es considerado actualmente como el enemigo número uno de las grandes plantaciones de papa en Europa, provocando la "Kartoffelmüdigkeit der Boeden" (= cansancio de los suelos para papas). Según STELTER (1955) las mermas causadas en cultivos de papas pueden llegar hasta el 50 %, calculándose en Inglaterra la pérdida por acre, en diez dólares (PETERS, 1953)².

La situación respecto a este parásito se considera en Europa y otros países principales de producción de papas, de tal gravedad que se está imponiendo una legislación fitosanitaria muy severa.

Sobre el origen y la expansión de este peligroso nematodo no existen datos seguros hasta ahora. Se sabe solamente que fue observado por ZIMMERMANN (1913) en un jardín de Rostock (Alemania), de donde proviene el nombre específico dado por el zoólogo WOLLENWEBER.

Con respecto a la llegada de *Heterodera rostochiensis* a Europa

1 Entregado para su publicación el día 5 de octubre de 1961.
2 Anualmente sobrepasan los 2.000.000 de libras.

existen solamente suposiciones, pero es muy probable que el parásito entrara inadvertidamente con envío de papas indígenas para fines de cruzamiento durante el último siglo. La expansión de *anguilula dorada* en Europa se efectuó en forma alarmante y rápida. Ya en el año 1917 se encuentra en Inglaterra; en 1922 en Suecia (Sodermanland) y en Irlanda. En 1941 alcanzó a llegar hasta Estados Unidos de Norteamérica (puerto y alrededores de Long-Island donde se logró su aislación con enormes esfuerzos) pero sin extenderse hasta ahora al interior. En 1941 se conocen infecciones con *Heterodera* en Holanda, 1946 en Finlandia y 1948 en Francia y Bélgica. Austria y España fueron invadidas por *anguilula dorada* en 1951, igualmente como parte de la Unión Soviética. Desde 1955 se conocen focos de infección en el Oriente (Israel 1955), Grecia y Africa (Algeria). Según SCHICK (1959) *Heterodera rostochiensis* se está extendiendo a lo largo del ferrocarril transiberiano por Rusia Central hasta, actualmente, el Sur de Manchuria en Asia.

No cabe la menor duda que la zona de gran cultivo de papas dentro de la República Argentina (Sur de la Provincia de Buenos Aires) está igualmente amenazada por este enemigo número uno de la papa, más aún cuando sabemos que *Heterodera* está invadiendo muy rápidamente los cultivos de papas en Méjico desde 1953, habiendo sido encontrado por BAXAN DE SEGURA (1953) también en cultivos de papa de Perú. En vista de todo eso, parece menester ocuparse también en nuestro ambiente con este parásito y elaborar los métodos de protección para la zona principal de producción de papas en nuestro país.

II. Biología del Parásito

a) Ciclo biológico

El ciclo vital de nuestro nematodo es complicado y todavía no aclarado en detalles. Se sabe que *Heterodera rostochiensis* es un gusano muy pequeño (1,3 mm de largo) y algo parecido al nematodo de la remolacha, *H. schachtii*, causando daños similares a los provocados por éste. Las larvas (largo 0,5 mm, ancho 0,03 mm) entran en el parénquima de las raíces, donde provocan con sus toxinas, disturbios en el crecimiento celular, perjudicando el metabolismo en general. Dentro de las raíces, las larvas mudan de piel varias veces, hasta que los individuos machos salen con un tamaño de ± 1 mm, mientras que las hembras quedan dentro de las raíces, aumentando mucho el tamaño del abdomen con los ovarios. El radio de acción de *Heterodera rostochiensis* alrededor de las raíces es solamente 10-20 centímetros. Las hembras forman óvulos dentro de las raíces quedando el abdomen cubierto con una cutícula gruesa de color do-

rado, después de su muerte. Así, hay que subrayar que los quistes dorados no son huevos, sino restos de hembras muertas, llenas hasta con 400 huevos (véase Fig. 1). Cada huevo fértil da origen a una muy pequeña larva encorvada que puede mantenerse enquistada durante mucho tiempo (años), con vida. El grado de infección se evalúa por la cantidad de huevos o larvas existentes por unidad de volumen de tierra. Los síntomas ya se ostentan cuando hay más de 100 larvas por cm^3 . Los métodos europeos (FENWICK 1940, KIRCHNER 1954, DEN OUDEN 1954), para determinar la cantidad de quistes en el suelo, son rápidos y suficientemente seguros; sería menester preparar ya equipos técnicos en la República Argentina, que sepan aplicar estos métodos en el caso de una mayor extensión de la anguilula dorada hacia el Sur. Supongo

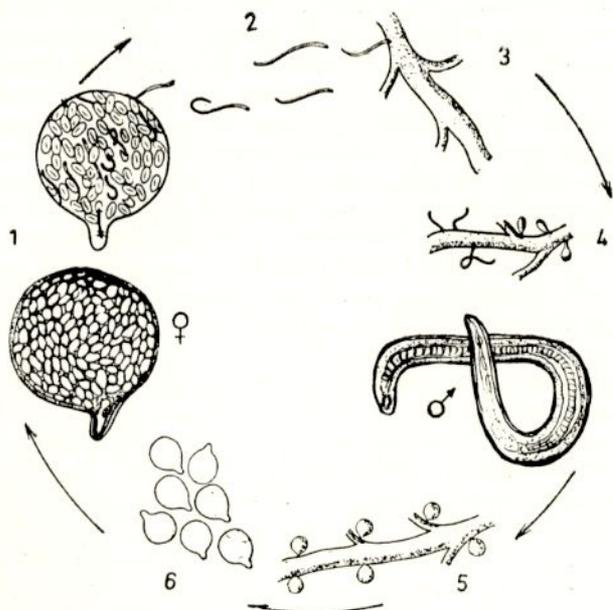


Figura 1. - Ciclo evolutivo esquemático de *Heterodera rostochiensis* según Sprau (1959), modificado.

- 1) Quistes con huevos y larvas.
- 2) Las larvas son atraídas por la secreción específica de las raíces de las Solanáceas.
- 3) Larvas entrando en las raíces.
- 4) Marcado dimorfismo sexual de las larvas. Las hembras permanecen dentro de los tejidos y los machos salen para fecundarlas.
- 5) Las hembras después de la fecundación, forman quistes con una cutícula dura y de color dorado, en las raíces.
- 6) Los quistes maduran y se desprenden de las raíces quedando en el suelo con 300-400 huevos que tienen vitalidad por muchos años.

que el parásito debe haber llegado ya a la zona de Balcarce con los envíos incontrolados de papas indígenas norteñas. En vista de que el dinamismo de poblaciones de *Heterodera* es extraordinariamente alto (factor de multiplicación al principio de la infección: 140, según REINMUTH y SCHMIDT 1959); que existe además de la propagación sexual, también partenogénesis, nos encontramos ante el peligro de una rápida invasión, más aún cuando no se hace rotación y se planta "papa después de papa" como se observa a menudo últimamente.

b) Probable origen autóctono del parásito

En nuestras discusiones con colegas norteamericanos y europeos sobre las relaciones biológicas entre *Heterodera rostochiensis* y las Solanáceas sudamericanas, hemos mantenido siempre la opinión de que el *genocentro*, e. d. la *cuna silvestre* de dicho parásito, no debe estar lejos de las regiones de una alta diversificación fisiológica y genética del grupo *Tuberarium* y de los lugares donde hemos coleccionado portadores de genes de resistencia natural contra este nematodo. Como ya explicamos en una publicación preliminar anterior (BRÜCHER 1960), hay que suponer que el verdadero origen de este nematodo sería Sudamérica y más precisamente, los altos valles de la zona limítrofe entre Argentina y Bolivia. Pero todas nuestras búsquedas durante años en las provincias norteñas con el fin de encontrar en los suelos y alrededores de las especies silvestres tuberíferas de *Solanum*, quistes de la *anguilula dorada*, fueron vanas, hasta que por primera vez en febrero de 1955, en el alto valle de Puramarca (Provincia de Jujuy) observamos *protuberancias* y *nudos* sobre raíces de una especie silvestre de *Solanum*, que nos parecieron causados por el *golden eelworm*. Pasaron años con esa duda, y recién en ocasión de nuestra "Expedición Internacional de Genocentros 1958", tuvimos oportunidad de confirmar definitivamente el hallazgo. Encontramos así en los suelos de Tascal, a 3.600 metros de altura, en la parte montañosa en el norte de los Nevados del Chañi, quistes típicos de *Heterodera rostochiensis* sobre una especie silvestre de *Solanum* (*sect. Tuberarium*). Algunas semanas más tarde, descubrimos otros focos de infección en la parte este del Departamento de Tilcara, en un valle que conduce de Abra Remate (4000 m de altura) hasta Durazno, y otro en un valle en el Norte del Cerro Sisilera (4700 m)². En ambos casos se encontraban los quistes de *Heterodera*

² El autor agradece también, en esta oportunidad, la valiosa colaboración prestada por miembros de la Expedición; Ing. Agr. MILTON GONZÁLEZ y el guía de montaña PEDRO CULCUY que se destacaron —aún bajo condiciones muy adversas en alta montaña— por su perseverancia y desinteresada colaboración.

rostochiensis en suelos húmiferos donde abundan *Solanum acaule*, *S. gourlayi* y *S. alticolum*. En el hallazgo del valle Durazno habían pequeños corrales con *S. vernei* en abundancia, pero además *S. infundibuliforme*, *S. acaule*, *S. alticolum* y una especie no determinada (en vía de descripción como spec. nov.) en los alrededores, y además cultivos abandonados de papas indígenas. El hallazgo del valle Durazno fue mandado para su definitiva comprobación al Instituto de Nematología de Holanda, siendo comprobada nuestra determinación de *Heterodera rostochiensis*, por el Director Dr. OOSTENBRINK, en carta del 24 de enero de 1959. Estamos convencidos de que con instalaciones adecuadas y personal adiestrado se pueden descubrir en las provincias de Salta y Jujuy muchos más focos naturales en especies silvestres de *Solanum* (sect. *Tuberarium*). Pero la comprobación de la existencia de estos quistes minúsculos sobre raíces en el suelo es tarea bastante ardua, cuando no se dispone de instrumental adecuado. Por eso hay que suponer que la extensión de *golden eelworm* en el Norte Argentino debe resultar mucho mayor que nuestros hallazgos casuales.

En el futuro hay que dedicar especial interés a todos los lugares donde se observen *manchas amarillas* dentro de poblaciones de papas indígenas (con plantas enanas o amarillentas), señal casi segura que la infección de *Heterodera* ya ha llegado a un alto grado. Se sobreentiende que estos efectos no se observan dentro de poblaciones de *S. vernei* o *S. famatinae* en razón de la inmunidad genética que poseen estas especies contra *Heterodera rostochiensis*.

En virtud de lo expuesto sobre una llamativa acumulación de genes de resistencia contra *Heterodera rostochiensis* en papas indígenas del Norte Argentino por un lado, y de los recientes hallazgos del nematodo en estado espontáneo en altos valles de la Provincia de Jujuy (lejos de zonas de gran cultivo de papas comerciales), por el otro, repetimos aquí lo ya publicado en forma preliminar en la Revista *Naturwissenschaften* (Vol. 47, pág. 21): "Así se está reforzando mi suposición anterior de que los Andes norteargentinos y la Precordillera serían, posiblemente, los *genocentros* de nuestro nematodo", sobre lo cual, actualmente no tenemos dudas.

Es conocida la convivencia de parásitos con su huésped (p. e. *Phyloxera - Vitis*, en Manchuria) lo que lleva una especialización fisiológica de razas de parásitos producidas con la continua selección natural (de mutaciones, híbridos, etc.), en los huéspedes cada vez más resistentes en el curso de la evolución. Así puede explicarse la sorprendente acumulación de genes de inmunidad contra el *golden eelworm* en las especies tuberíferas de *Solanum* desde Mendoza-La Rioja, en el Sur, hasta el Altiplano, en el Norte, con sus especies resistentes: *S. macolae*, *S. kurtzianum*, *S. famatinae*, *S. catamarcae*, *S. gourlayi*, *S. megistacrolobum*, *S. microdontum*, *S. vernei*, *S. tarijense*

y *S. sparsipilum*. No todos los biotipos y procedencias de las nombradas especies demuestran inmunidad total. Algunas resisten solamente a ciertas poblaciones del nematodo. Hasta los genes y el modo de la herencia del factor protector, son diferentes. Y en vista de la recombinación sexual que debe ocurrir entre las diferentes razas fisiológicas de *Heterodera rostochiensis*, hay que esperar que las especies de *Solanum* respondan continuamente con nuevas mutaciones y selecciones aún de mayor resistencia al ataque del parásito.

Valiosos resultados de esta carrera entre parásito y planta huésped, tenemos en ciertos clones de *S. jamatinae* y *S. catamarcae* que según DUNNET (véase cuadro N° 1) parecen superar en su grado de inmunidad aún al *S. vernei*. Pero de todos modos, como zona geográfica, no existe actualmente ningún país, fuera de Argentina, que haya provisto al mundo, con tantos genes de resistencia y especies inmunes al "enemigo número uno" de la papa cultivada.

CUADRO N° 1. GRADO DE INFECCION DE ESPECIES SILVESTRES ARGENTINAS SEGUN LA CANTIDAD DE QUISTES ⁶.

Especies argentinas de <i>Solanum</i> (sect. <i>Tuberarium</i>)	GRADO DE INFECCION (cantidad de quistes)							
	0	1-2	3-5	5-11	12-24	25-45	50-99	100-200
<i>S. vernei</i>	xxx	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. vernei</i> x <i>simplicifolium</i>	xxx	xx	x	—	—	—	—	—
<i>S. vernei</i> x <i>leptophyes</i>	—	xx	x	—	—	—	—	—
<i>S. vernei</i> x <i>chacoense</i>	x	—	—	xx	x	x	x	—
<i>S. acaule</i>	—	—	x	xx	xxx	—	—	—
<i>S. acaule</i> x <i>sanctae-rosae</i>	xxxxx	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. megistacrolobum</i>	xxx	x	x	xx	—	—	—	—
<i>S. simplisifolium</i>	x	xxx	x	x	—	—	—	—
<i>S. sanctae-rosae</i>	xxx	x	—	—	—	—	—	—
<i>S. chacoense</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. chacoense</i> x <i>vernei</i>	x	—	—	xx	x	x	x	xxxxxxx

⁶ Después de infección artificial con la línea "Duddington" de *Heterodera rostochiensis* (según J. M. DUNNETT, 1959, p. 112).

III. Métodos de lucha

a) Métodos químicos

Para combatir al parásito se ensayan actualmente tres procedimientos distintos: lucha química, lucha biológica y creación de variedades resistentes por hibridación a partir de especies silvestres inmunes. La lucha química ocasiona elevadas inversiones. Se aplican Diclorpropén, Etylenbromid, Cloropirina (en el suelo). La utiliza-

ción de fuertes descargas eléctricas para destruir los nematodos en el suelo, como fue ensayado en Rhodesia, no ha dado aún resultados positivos en gran escala. Además se usan en la lucha contra los *quistes* del nematodo sustancias de eclosión (hatching factor), p. ej. Ácido Anhidrotetron.

b) Métodos biológicos

También fue propuesta una lucha biológica, usando nematodos parasitarios, como *Mononchus*, o un pequeño insecto (*Collembola*), que persiguen a la *anguilula dorada*, y también con ciertos hongos, que atacan en la misma forma, los nematodos vivos.

Empero, todos estos procedimientos (véase literatura especializada en NOLTE 1958, OOSTENBRINK 1957, WALLACE 1956), no ofrecen el éxito deseado, quedando al final solamente una vía, segura aunque lenta: la creación de resistencia genética.

c) Métodos genéticos

Por vía de cruzamientos y posterior selección de combinaciones de buen rendimiento con resistencia hereditaria, se han hecho considerables progresos durante los últimos años en Holanda: (TOXOPEUS, OOSTENBRINK, HUIJSMAN), Alemania (GOFFART y ROSS, SCHICK, ROTHACKER, REINMUTH) y, especialmente en Inglaterra (ELLENBY, DUNNET, HOWARD). Según TOXOPEUS (1959), ya se dispondría en 1961 de algunos centenares de hectáreas con nuevas líneas y selecciones de papas comerciales con suficiente resistencia de campo contra *Heterodera rostochiensis*, en Holanda.

Siempre ha despertado especial interés el curioso hecho, de que son exclusivamente especies silvestres de la Cordillera Argentina y de las Sierras preandinas de La Rioja, Catamarca y Tucumán, las que ostentan genes de inmunidad contra *Heterodera rostochiensis*. La primera observación de una resistencia genética fue hecha por ELLENBY (1948), investigando la enorme cantidad de 1200 diferentes líneas de más de 60 especies de *Solanum*. Pudo encontrar (además de ciertas procedencias de *S. tuberosum*, ssp. *andigenum*), especialmente en un biotipo (CP 105) de *Solanum vernei* BITT. et WITTM., del Departamento Tilcara³, una alta resistencia contra el parásito.

Durante los últimos 5 años dedicamos preferente interés a la aclaración del genocentro de inmunidad contra *Heterodera rosto-*

³ La especie era entonces todavía mal descripta por HAWKES como *Solanum Ballsii* (véase BRÜCHER 1956), pero actualmente es aceptado en la literatura el nombre de *S. vernei*, como denominación correcta.

chiensis en el Norte de Argentina, como complemento de nuestras investigaciones sobre las especies indígenas de *Solanum* en Bolivia, Chile y Norte Argentino. Tales trabajos se realizaron en colaboración con los grandes centros de investigación de papas en Wageningen (Holanda), Erwin Baur Institut f. Züchtungsforschung in Köln Vogelsang (Alemania) Institut f. Pflanzenzüchtung d. Deutschen Akademie d. Landw. Wissenschaften zu Berlin y la Regional Potato Introduction en Estados Unidos de Norteamérica.

En nuestra colección de la Provincia de Catamarca, se destacaron primeramente las especies *Solanum famatinae* (Procedencia Andalgala, EBS Nr. 500) y *Solanum vernei* (Aconquina EBS 181 y EBS 195) por su pronunciada resistencia en ensayos de infección artificial (GOFFART y ROSS 1954).

HUIJSMAN (1957) trabajando con material todavía más amplio que contenía *S. chacoense*, *S. macolae*, *S. famatinae*, *S. accaule*, *S. simplicifolium*, *S. gibberulosum*, *S. commersonii*, todo de Argentina, llegó a la siguiente conclusión: "Un grado muy alto de resistencia se encontró en las siembras de *S. macolae* y *S. famatinae*. Todas las plantas investigadas estaban completamente libres de quistes. Las semillas de este material fueron facilitadas por el Dr. BRÜCHER de Tucumán". Un híbrido del Autor obtenido en Tucumán, cruzando *S. macolae* con la variedad indígena *Chacra 2*, que se remitió después al Instituto de Fitotecnia de Wageningen (Holanda) para pruebas en invernáculo, demostró también muy alta resistencia contra infecciones con *Heterodera rostochiensis*. (op. cit. p. 17).

A raíz de los resultados en los tests de resistencia con material de papas indígenas desde Méjico, Colombia, Perú y Bolivia, hasta Argentina, las investigaciones se inclinan decididamente al uso de procedencias argentinas, como base del mejoramiento fitogenético en la creación de variedades comerciales. En los trabajos recientes de ELLENBY, JONES, DUNNET, y HOWARD sobre diferentes razas fisiológicas del nematodo, se destacan especies silvestres argentinas por su superioridad en comparación con las líneas de *S. andigenum* (CP 1673) anteriormente usadas. "*Solanum vernei* from Argentine... equally resistant to aggressive and non aggressive populations" (DUNNET 1959). Además mostraron considerable inmunidad contra la raza más agresiva (Duddington population) de la *anguilula dorada*, las procedencias catamarqueñas: *Solanum famatinae*, *S. megistacrobium* y *S. sanctae rosae* (véase figura N° 2). Por otra parte hasta los híbridos de estas especies silvestres con otras formas argentinas mantuvieron esta resistencia genética. Con respecto a la Unión Soviética, dice el especialista en papas, académico LECHNOVITZ (1959), lo siguiente: "En la Unión Soviética el nematodo de la papa fue encontrado por primera vez en 1948... inmediatamente después de este descubrimiento, comenzaron tests de resistencia de diferentes

especies y variedades de papas. Entre las especies ensayadas se mostró resistente *Solanum vernei* (*S. Ballsii*). Investigadores polacos realizan desde 1958 en la Estación Experimental de Zamarte, ensayos de tests e hibridación con material argentino, destacándose, especialmente nuestro *S. vernei*. "En las fechas de control no se pudo en-

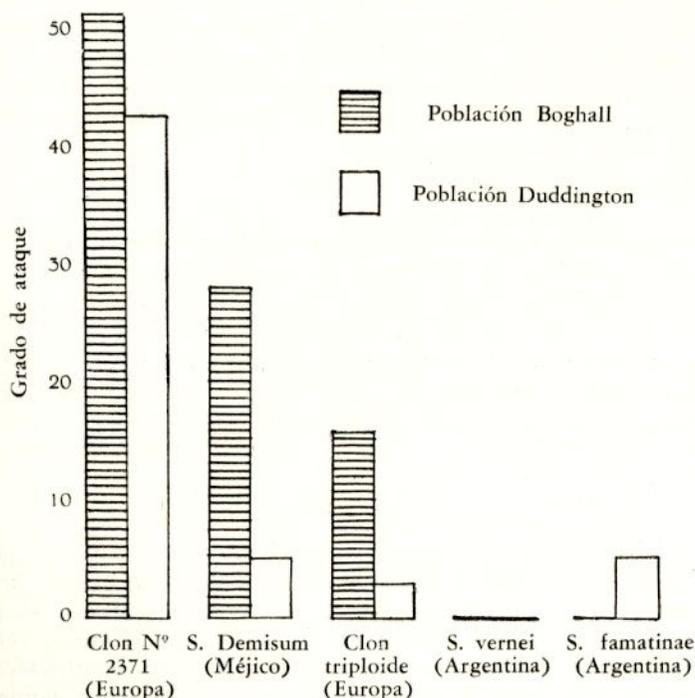


Figura N° 2. - Resistencia genética comparada de clones seleccionados en Europa y especies indígenas de la Argentina, para *Heterodera rostochiensis*.

contrar ningún quiste en *S. vernei*" (ROGUSKI 1959). "La creación de papas a base de *S. vernei*, resistentes al nematodo está en preparación" (SZULC 1959).

Los autores alemanes SCHICK, ROTHACKER, FOCKE (1959) en una serie de investigaciones e hibridaciones recientes, se inclinan decididamente al uso de procedencias argentinas de papas silvestres como base del mejoramiento fitogenético de la resistencia. "Los ensayos de tests de los años 1954 y 1955 nos dieron por primera vez una visión muy amplia sobre el elevadísimo grado de resistencia del material coleccionado por BRÜCHER" (ROTHACKER 1959).

El exitoso creador alemán de nuevas variedades con alto rendimiento, SCHICK (1959), dice lo siguiente: "Según nuestros resultados

CUADRO N° 2. *SOLANUM VERNEI* COMO MATERIAL PRINCIPAL PARA SELECCION DE RESISTENCIA CONTRA NEMATODOS ⁴

Materiales investigados.				Resistencia o susceptibilidad			
Colección K.S.K.L.	Especie	Procedencia	Total de plantas	Resistentes Cant.	Resistentes %	Susceptibles Cant.	Susceptibles %
542/1	S. vernei	Brücher	71	69	97	2	3
5441/1	S. vernei	Brücher	302	289	96	13	4
5441/4	S. vernei (Voldagsen)	Brücher	112	109	97	3	3
5441/5	S. vernei	Brücher	264	259	98	5	2
5441/6	S. vernei	Brücher	262	261	99	1	1
57100/13	S. vernei?	Brücher	165	134	81	31	19

preliminares, hay que diferenciar cuatro razas fisiológicas del nematodo, de las cuales ninguna puede atacar nuestra línea inmune de *Solanum vernei*" [procedente de Aconquija (Brücher)]

IV. Conclusiones

El hallazgo de *Heterodera rostochiensis* sobre papas indígenas en los altos valles del Norte Argentino establece, sin lugar a dudas, la presencia de un temible parásito, no conocido antes en el país, como plaga de probable origen autóctono. Se consideran los antecedentes conocidos sobre el mismo y después de someras consideraciones sobre su biología, se mencionan los métodos de lucha, poniendo énfasis sobre los métodos genéticos que conducen a la obtención de variedades resistentes, por cruza, usando la inmunidad comprobada de especies silvestres, con valiosos resultados, que permiten afirmar que ningún país en el mundo ha provisto con tantos genes de resistencia y especies inmunes a la *anguilula dorada*, como la Argentina.

La magnitud del peligro, plantea el problema imperioso de tomar medidas inmediatas para evitarlo, llamándose la atención a las autoridades competentes y a los plantadores de papas, sobre la amenaza inminente de invasión de los grandes centros paperos de la Provincia de Buenos Aires, Santa Fe, San Luis, Mendoza, y Río Negro, con la *anguilula dorada*.

⁴ según ROTHACKER (1959, p. 136).

⁵ Kartoffelsortiment des Institutes für Pflanzenzüchtung Gross-Lüsewitz.

RESUMEN

Se establece la presencia de *Heterodera rostochiensis* sobre papas silvestres en Argentina y se revisan los antecedentes de lucha contra la misma, postulándose los métodos genéticos como los más promisorios para eliminar sus estragos, mediante la obtención de nuevas variedades de papas resistentes al nematodo, perfilándose algunos clones de *S. vernei* y *S. famatinae* como superiores para tales fines. Esto permite considerar a la Argentina como principal región proveedora de genes de resistencia y especies inmunes a uno de los mayores enemigos de la papa, la *anguilula dorada*.

SUMMARY

The discovery of *Heterodera rostochiensis* on wild-potatoes in North-Argentine is described. The methods of the struggle against this parasite are being revised. Genetic methods by hybridisation with Argentine wild species of *Solanum* (*Tuberarium*) have been proved to be the most efficient, especially using the species *S. famatinae*, *S. vernei*. Actually Argentine is the principal region providing resistance genes against this nematode, one of the greatest enemies of potato cultivation.

BIBLIOGRAFÍA

- BAXAN DE SEGURA, C., 1953. *More about the golden nematode in Peru*. Plant Dis. Report 37, 326.
- BRÜCHER, H., 1956. *Critical observations on the taxonomy of Argentine wild potatoes*. II. *Solanum vernei* Bitt. & Wittm. and its synonym *Solanum Ballsii* Hawkes. Anales Dpto. Investig. Cientif. Univ. Nac. de Cuyo. Vol. 2. 1-13.
- 1959. *Kritische Betrachtungen zur Nomenklatur argentinischer Wildkartoffeln*. VI. Die Serie *Megistacroloba*. Der Züchter 29, 257-264.
- 1960. *Über das Wild-Vorkommen des Nematoden *Heterodera rostochiensis* in Nord-Argentinien*. Die Naturwissenschaften. Vol. 47. 21-22.
- DEN OUDEN, H. 1954. *Het bietencystenaaltje en zijn bestrijding*. Medel. v. d. Inst. v. rationele Suikerproductie Vol. 24.
- DUNNETT, J. M., 1958. *Variation in pathogenicity of the potato root eelworm*. Proc. of potato root eelworm Symposium. Gr. Lüsewitz. 107.
- 1959. *Scottish Plant Breeding Stat.* Pentlandfield, Annual Report 13-15.
- ELLENBY, C. 1948. *Resistance to the potato root eelworm*. Nature 164, 704.
- FENWICK, D. W., 1940. *Methods for recovery and counting cysts of *Heterodera schachtii* from soil*. Journ. Helminth. Vol. 18, 155-72.
- FOCKE, R. 1958. *Ein Versuch zur Klärung der Vererbung der Nematodenresistenz bei *Solanum vernei**. Nematoden-Symposium. Tagungsbericht Nr. 20. Berlin.
- GOFFART, H. & ROSS, H., 1954. *Untersuchungen zur Frage der Resistenz von Wildarten der Kartoffel gegen den Kartoffelnematoden*. Der Züchter 24. 193-202.

- JEFREMENKO, W. P., 1958. *Einige Untersuchungen über den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*) in der USSR*. Nematoden-Symposium. Tagungsbericht Nr. 20. Berlin.
- JONES, F. G., 1954. *First steps in breeding for resistance to potato root eelworm*. Ann. Appl. Biol. Vol. 41, 348-353.
- KIRSCHNER, H. A., 1954. *Eine Schnellmethode zur Untersuchung von Bodenproben auf den Besatz mit Kartoffelnematoden-Zysten*. Nachr. Bl. Dt. Pflanzenschutz. D. Berlin Vol. 8, 81-86.
- LECHNOWITSCH, W., 1958. *Ergebnisse der Prüfungen von Kartoffelarten auf Resistenz gegen den Kartoffelnematoden (*Heterodera rostochiensis*)*. Nematoden-Symposium, Tagungsbericht Nr. 20. Berlin.
- HUIJSMAN, C., 1957. *Veredeling van de aardappel op resistencie tegen *Heterodera rostochiensis**. Veenman & Zonen, Wageningen 1-84.
- NOLTE, H., 1958. *Die Aktivierung der Larven Zystenbildender Nematoden*. Sitzber. Deutsch. Akad. Wiss. Vol. 7, 1-27.
- OOSTENBRINK, M., 1957. *Nematoden in Verband mer de vruchtbaarheid van de grond*. Veenman & Zonen, Wageningen, 1-21.
- PETERS, B., 1953. *The golden nematode in Britain*. Americ. Pot. Journal. Vol. 30. 226-30.
- REINMUTH & SCHMIDT, 1958. *Fragen der Populationsdynamik von *Heterodera rostochiensis* sowie der ökologischen Beeinflussung des Kartoffelnematoden*. Tgbr. Nr. 20. D. Akad. Landw. Berlin.
- ROTHACKER, D. 1959. *Beiträge zur Resistenzzüchtg. gegen den Kartoffel-Nematoden*. Der Züchter Vol. 27. 124-31.
- 1958. *Nematoden-Resistenzzüchtung auf der Basis von *Solanum vernei* Bitt. & Wittm.* Nematoden-Symposium Tag. Ber. Nr. 20. Berlin.
- ROGUSKI, NIEGOLEWSKI & GRAMATOWSKI, 1958. *Einleitende Versuche an einer Kolektion von *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* und einigen Kreuzungen über ihre Empfindlichkeit gegenüber dem Kartoffelnematoden*. Nematoden-Symposium. Tagungsbericht Nr. 20. Berlin.
- SPRAU, F., 1959. *Der Kartoffelnematode*. Bayr. Landw. Verlag 54. Heft I.
- STELTER, H., 1955. *Untersuchungen über den Kartoffelnematoden*. Nachr. Bl. d. deutschen Pflanzenschutz D.N.F. Vol. 9. 133-37.
- SCHICK, R. 1950. *Verbreitung und Bedeutung des Kartoffelnematoden und einige aktuelle Fragen bei der Züchtung nematodenwider-stands fähiger Kartoffeln*. Symposium, Tagungsber. Nr. 20. Deutsche Ak. Landw. Berlin.
- SZULC, P., 1959. *Der Stand der Forschungsarbeiten über den Kartoffelnematoden und dessen Verbreitung in der Volksrep Polen*. Symposium. Tagungsber. Nr. 20, Deutsche Akad. Landw. Berlin.
- TOXOPEUS, H., 1956. *Some remarks on the development of new biotypes in *Heterodera rostochiensis* that might attack resistant potato clones*. Nematologia Vol. I. 101.
- TOXOPEUS, H. & HUIJSMAN, C., 1952. *Genotypical background of resistance to *Heterodera rostochiensis* in *S. tuberosum* var. *andigenum**. Nature Vol. 170, 1016.
- WALLACE, H., 1956. *Migration of nematodes*. Nature 177, 287.