

NEMATODOS PARÁSITOS DE LA PAPA EN REGIONES PRODUCTORAS DE PAPA SEMILLA EN LA ARGENTINA

E. CHAVES¹ y M.S. TORRES²

Recibido: 17/07/01

Aceptado: 14/11/01

RESUMEN

Se exponen los resultados de los análisis nematológicos de muestras de semilla de papa y suelo provenientes de zonas productoras de papa-semilla de las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Mendoza, Río Negro, Santa Cruz y Santa Fe, analizadas en el laboratorio de Nematología de la EEA-INTA Balcarce entre los años 1996-2000. El 26,5% del total de muestras analizadas (suelo + tubérculos) estaba infectada por *Meloidogyne* spp. y sólo en el 44,5% se logró determinar la especie. Las especies más frecuentes fueron *M.hapla* (13%), *M.chitwoodi* (12,5%), *M.incognita* (4,7%), *M.arenaria* (2,4%) y *M.javanica* (1,8%). *M.naasi* separada de muestras de suelo solamente, tuvo una frecuencia del 12,5%.

La distribución de *M.arenaria* se amplió a la provincia de Río Negro y *M.javanica* a la provincia de Buenos Aires y poblaciones semejantes a *M.chitwoodi* se separaron de muestras de papa de Chubut, Mendoza y Río Negro, pero su determinación debe ser verificada debido a su importancia cuarentenaria. Se observó por primera vez *Pratylenchus scribneri* provocando daños en tubérculos provenientes de Río Negro y *Nacobbus aberrans* en muestras de papa de Río Negro y Santa Fe.

Palabras clave. Papa-semilla, *Meloidogyne arenaria*, *M.chitwoodi*, *M.hapla*, *M.incognita*, *M.javanica*, *M.naasi*, *Pratylenchus scribneri*, *Nacobbus aberrans*, Argentina.

POTATO PARASITIC NEMATODES IN THE SEED POTATO PRODUCING AREAS OF ARGENTINA

SUMMARY

The results of nematological analyses of potato seed samples and soil from seed potato producing areas of Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Mendoza, Río Negro, Santa Cruz y Santa Fe provinces are shown in this paper.

They were analyzed in the nematology laboratory of Experimental Station of INTA-Balcarce from 1996 to 2000. Of all the samples analyzed (soil + tubers), 26,5% were infected by *Meloidogyne* spp. and only in 44,5% of them it was possible to determine the species. The most frequent species were: *M.hapla* (13%), *M.chitwoodi* (12,5%), *M.incognita* (4,7%), *M.arenaria* (2,4%) and *M.javanica* (1,8%); *M.naasi* taken from soil samples only, had 12,5% frequency.

M.arenaria distribution spread to Río Negro and that of *M.javanica* to Buenos Aires province. Populations similar to *M.chitwoodi* were found in potato samples from Chubut, Mendoza and Río Negro provinces, but their determination has to be verified because this species has quarantine importance. *Pratylenchus scribneri* was seen for the first time damaging tubers from Río Negro, and *Nacobbus aberrans* was found in potato samples from Río Negro and Santa Fe.

Key words. Seed-potato, *Meloidogyne arenaria*, *M.chitwoodi*, *M.hapla*, *M.incognita*, *M.javanica*, *M.naasi*, *Pratylenchus scribneri*, *Nacobbus aberrans*, Argentina.

¹Laboratorio de Nematología. EEA INTA Balcarce. C.C. 276. (7620) Balcarce. Argentina. email: echaves@balcarce.inta.gov.ar

²Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Mar del Plata. C.C. 276. (7620) Balcarce. Argentina.

INTRODUCCIÓN

Desde 1984 la Argentina produce papa semilla para su mercado interno, llegando a abastecer cerca del 30% del mercado local, además de exportar esporádicamente semilla a Brasil y Uruguay. La legislación vigente autoriza la producción de semilla en cualquier región de nuestro país que presente las condiciones de sanidad apropiadas (libres de virus y nemátodos), por lo cual los productores buscan constantemente zonas libres de estos parásitos y los gobiernos provinciales restringen la producción de semilla a áreas especializadas para favorecer la calidad de la misma.

Los nemátodos endoparásitos constituyen un problema en la producción de papa debido a los daños que causan en los tubérculos y a la diseminación de esta plaga por medio de la semilla infectada. En tal sentido, el Instituto Nacional de Semillas (INASE) ha fijado tolerancias para *Meloidogyne spp* y *Nacobbus aberrans* en las distintas categorías de semilla y ha establecido las normas de habilitación y funcionamiento de los laboratorios de análisis de sanidad anticipada de papa semilla, de los cuales forma parte el Laboratorio de Nematología de la Estación Experimental del INTA de Balcarce, donde se realizan análisis nematológicos de suelo, partes vegetales y semilla de papa.

El análisis de suelo consiste en la determinación y estimación de la densidad poblacional de especies de *Meloidogyne*, *N.aberrans* y de cualquier otro nematodo cuya determinación sea requerida. En los tubérculos se observan los síntomas externos causados por *Meloidogyne spp.* o *Pratylenchus spp.* y se estima el porcentaje de tubérculos infectados por muestra, mientras que el análisis de las partes vegetales (raíz, tallo, hoja, semilla) considera los síntomas, daños y número de nemátodos por unidad de muestra. Estos análisis permiten apreciar el factor nematológico en la evaluación del daño y proporcionan una aproximación cuantitativa de la infestación a campo.

El objetivo de este trabajo es exponer los resultados de los análisis nematológicos de muestras de semilla de papa y suelo provenientes de distintas regiones de Argentina recibidas en este laboratorio en el periodo 1996-2000. Los resultados informan sobre la determinación, frecuencia y distribución de los nemátodos *Meloidogyne spp.*, *N.aberrans* y *Pratylenchus scribneri* encontrados parasitando papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 634 muestras de suelo y tubérculos de papa semilla remitidas al Laboratorio de Nematología por los productores y el INASE, entre los años 1996-2000. Las muestras provenían de las regiones productoras de papa de las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Chubut, Neuquén, Mendoza, Río Negro, Santa Fe y Santa Cruz (Cuadro N° 1).

Las muestras de suelo fueron tomadas previamente a la implantación del cultivo, generalmente entre los meses de junio a setiembre. Cada muestra estuvo conformada por 10 a 20 submuestras/ha tomadas con un muestreador a 20 cm de profundidad, recorriendo el lote en forma sistemática (Chaves y Torres, 1993). Las muestras de papa fueron tomadas en postcosecha y cada muestra consistió en 100 tubérculos/ha tomados al azar (Resolución INASE 245/98).

Las muestras de suelo se homogeneizaron y de cada una de ellas se analizó 100 cm³ de suelo por el método de centrifugación (Caveness y Jensen, 1955). Los tubérculos de cada muestra fueron pelados separadamente y la "cáscara" se desmenuzó en licuadora con agua por espacio de 30 segundos; la suspensión obtenida se pasó por un par de tamices superpuestos de 1 mm y 40 µm de abertura de malla, haciendo pasar agua corriente a través de ellos para desprender los nematodos de los restos de papa y quitar los granos de almidón. Los nematodos se separaron a partir de los residuos retenidos en el tamiz de 40 µm por el método de centrifugación con caolín (Coolen y D'Herde, 1972).

Los nemátodos extraídos se montaron en preparados temporarios y se observaron bajo microscopio de luz; la caracterización de las poblaciones se realizó sobre el total de los individuos de las muestras que, en general, no superó la decena. Las especies de *Meloidogyne* se determinaron mediante la observación de la morfología de la región perineal de las hembras, la forma de la cabeza de los machos, y la morfología y morfometría de la cabeza y cola de los juveniles del segundo estadio (Eisenback, 1985). Las poblaciones de *Nacobbus* se determinaron en base a la morfología de los juveniles y de las hembras maduras, y al número de anillos entre la vulva y el ano de las hembras inmaduras (Sher, 1970). La población de *Pratylenchus* se determinó en base a la morfología de las hembras (Loof, 1978; 1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. *Meloidogyne* sp.

1.a. Determinación de especies de *Meloidogyne*

En las muestras analizadas se determinaron las especies *Meloidogyne arenaria*, *M.chitwoodi*, *M.hapla*, *M.incognita*, *M.javanica* y *M.naasi*.

Cuadro N° 1. Procedencia y número de muestras de suelo y tubérculos de papa analizadas.

Provincia/partido	Muestras		
	Suelo	Tubérculos	Total/localidad
Buenos Aires			
Balcarce	18	11	29
Cnel. Dorrego	7	30	37
Gral. Alvarado	46	1	47
Gral. Pueyrredón	7	8	15
Gral. La Madrid	1	2	3
Lobería	5	1	4
Necochea	4	0	4
Lobos	0	12	12
Olavarría	3	0	3
Salliqueló	1	0	1
San Cayetano	7	0	7
Tandil	78	2	80
Tres Arroyos	2	2	4
Villarino	8	0	8
Catamarca	16	3	19
Chubut	135	29	164
Mendoza	4	90	94
Río Negro	20	40	60
Santa Fe	0	1	1
San Juan	5	0	5
Santa Cruz	15	20	35
Total	3 8 2	252	634

Las hembras de *M.incognita* presentaron patrones perineales con un arco dorsal alto, cuadrado, con estrías lisas, onduladas o en zig-zag y sin líneas laterales (Figura 1.E). En los patrones de *M.arenaria* se observó un arco dorsal bajo, con "alas" laterales, estrías lisas o apenas sinuosas y sin líneas laterales (Figura 1.B). *M.hapla* se caracterizó por un patrón perineal con arco dorsal bajo y redondeado, puntuaciones subcuticulares en el área caudal, estrías lisas o apenas sinuosas y campo lateral marcado por estrías irregulares (Figura 1.G). *M.chitwoodi* presentó patrones perineales circulares a ovoides, con arco dorsal alto a moderadamente alto, formado por las estrías internas; campo lateral formado por la unión de las estrías anteriores y posteriores; parte vulvar hundida, lisa (Figura 1.C-D). En *M.naasi* se observaron patrones perineales más o menos esféricos, con fasmidios grandes y estrías cuticulares gruesas, y con una línea curva entre la vulva y los fasmidios (Figura 1.H).

La morfología del patrón perineal de las hembras es el carácter morfológico más importante para la determinación de las especies de Meloidogyne

(Eisenback, 1985) y aun con los análisis de isoenzimas, este carácter sigue teniendo validez. Sin embargo, en algunas de las poblaciones estudiadas la variabilidad de los patrones perineales de la hembra no permitió arribar a una determinación precisa.

Esta variabilidad en el patrón perineal podría deberse a la presencia de más de una especie en las muestras y/o a la existencia de poblaciones que presentan individuos con caracteres intermedios. Las especies polífagas y de amplia distribución presentan diferencias morfológicas muy pequeñas y son más difíciles de distinguir, mientras que las especies con un alto grado de especificidad hacia el huésped y con distribución limitada presentan diferencias morfológicas más acentuadas (Nestcher, 1978). Además algunos caracteres están influenciados por el huésped y las condiciones ambientales (Jepson, 1987).

La discriminación entre juveniles de *M.arenaria*, *M.hapla* y *M.incognita* presentó dificultades, ya que la forma y longitud de la cola fue semejante en estas especies. Sin embargo, *M.hapla* pudo

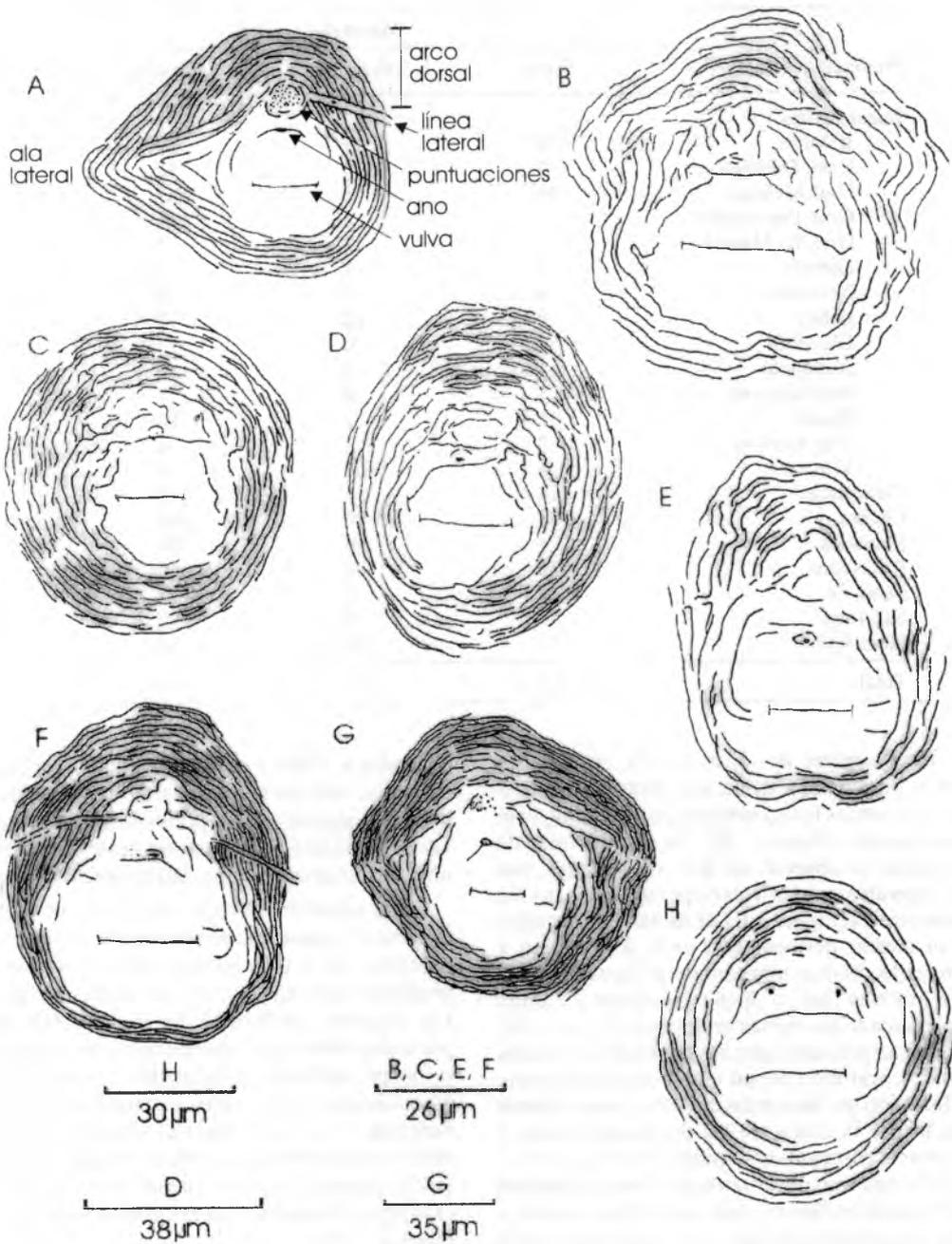


Figura 1. Patrones perineales de hembras de *Meloidogyne* spp. A. Esquema (tomado de J.D. Eisenback, 1985). B, *M.arenaria* (Choele-Choele, Río Negro); C-D, *M.chitwoodi* (C: Las Plumas, Chubut; D: Malargüe, Mendoza); E, *M.incognita* (Andalgalá, Catamarca); F, *M.javanica* (Andalgalá); G, *M.hapla* (Balcarce); H, *M.naasi* (Necochea)

diferenciarse de las otras dos especies por la longitud de la parte hialina de la cola (media de $16 \mu\text{m}$), por el recto liso (no inflado) y porque frecuentemente se encontraron colas bifidas entre colas normales; en *M. incognita* y *M. arenaria* la media de la parte hialina fue de $9 \mu\text{m}$, el recto inflado y las colas normales. Los juveniles de *M. arenaria* presentaron una región cefálica plana y una longitud media del cuerpo de $504 \mu\text{m}$, mientras que en los juveniles de *M. incognita* se observó una región cefálica semi-

esférica y una longitud media del cuerpo de $405 \mu\text{m}$; aún con estas diferencias, estas dos especies fueron difíciles de distinguir morfológicamente.

Los juveniles de *M. chitwoodi* pudieron diferenciarse de *M. incognita* por la presencia de un disco labial, cola con punta roma, terminación de la hipodermis redondeada y una media de la longitud de la parte hialina de la cola de $11 \mu\text{m}$ ($x = 9 \mu\text{m}$ en *M. incognita*) (Figura 2. G-H, J). Sin embargo, el algunas poblaciones la forma de la cola fue semejante

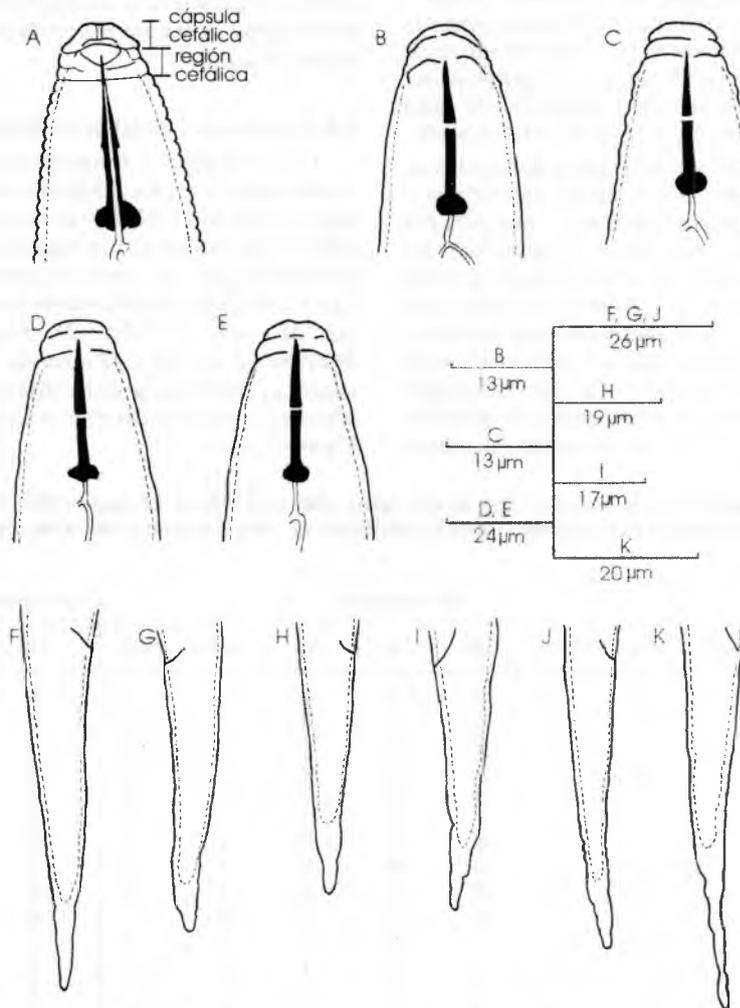


Figura 2. Región cefálica de machos de *Meloidogyne* spp. A. Esquema en vista lateral (tomado de J.D. Eisenback, 1985). B, *M. arenaria* (Choele-Choel, Río Negro); C, *M. chitwoodi* (Las Plumas, Chubut); D, *M. hapla* (Necochea); E, *M. incognita* (Gral. Alvarado). F-G. Colas del juvenil del segundo estadio: F, *M. arenaria* (Choele-Choel); G-H, *M. chitwoodi* (G: Las Plumas; H: Malargüe, Mendoza); I, *M. hapla* (Balcarce); J, *M. incognita* (Gral. Alvarado); K, *M. naasi* (Necochea).

en ambas especies. *M. naasi* pudo diferenciarse de las otras especies encontradas debido a la forma y longitud de la cola (70 μm (52-78)) y a la presencia de vesículas en la parte anterior del bulbo medio del esófago (Figura 2.K).

Los juveniles del segundo estadio separados del suelo fueron difíciles de determinar, ya que buena parte de los caracteres tenidos en cuenta para su diferenciación presentaron semejanzas entre especies. De esta manera, la mayor parte de los juveniles sólo pudo discriminarse en dos grupos de acuerdo a la forma y longitud de la cola y a la presencia/ausencia de vesículas en el metacarpus: 1) grupo de la especie parásita de trigo y raíz de papa, pero no de tubérculos (*M. naasi*) y 2) grupo de especies parásitas de la raíz y tubérculo de papa (*M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. hapla* y *M. incognita*).

Los machos de *M. incognita* presentaron cápsula cefálica alta y ancha, con la parte superior lisa o cóncava, y una región cefálica lisa o marcada por dos o tres anillos incompletos (Figura 2.E). En *M. arenaria* los machos se caracterizaron por una cápsula cefálica baja, lisa, inclinada hacia la parte posterior y una región cefálica marcada por dos o tres anillos incompletos (Figura 2.B), y en *M. hapla* por una cápsula cefálica alta y estrecha y una región cefálica lisa, sin anillación, más ancha que el primer anillo del cuerpo. *M. chitwoodi* presentó una cápsula

cefálica redondeada, alta y lisa, y una región cefálica con un anillo casi tan ancho como la cápsula cefálica y *M. naasi* una cápsula cefálica baja, lisa y región cefálica con tres anillos. Los machos se mostraron más estables en la expresión de sus caracteres, por lo cual, generalmente, no presentaron problemas para su determinación.

Las poblaciones de *M. chitwoodi* encontradas en Mendoza, Río Negro y Chubut presentaron las características morfológicas de la especie (Figura 1.C-D), sin embargo, teniendo en cuenta la importancia fitosanitaria de *M. chitwoodi* en el cultivo de papa, es necesario profundizar el estudio de estas poblaciones.

1.b. Frecuencia y distribución de *Meloidogyne* spp.

El 26,5% del total de muestras analizadas (suelo + tubérculos) estaba infestada con *Meloidogyne* spp. y sólo en el 44,5% de las mismas se logró determinar la especie. Las especies más frecuentes fueron *M. hapla* y *M. chitwoodi* presentándose en el 13 y 12,5% de las muestras respectivamente, seguida por *M. naasi* (12,5%), *M. incognita* (4,7%), *M. arenaria* (2,4%) y *M. javanica* (1,8%). La frecuencia y distribución de las diferentes especies de *Meloidogyne* se muestran en el Cuadro N° 2 y en las Figuras 3 y 4.

Cuadro N° 2. Número total de muestras con *Meloidogyne chitwoodi* (Mch), *M. hapla* (Mh), *M. incognita* (Mi), *M. arenaria* (Ma), *M. javanica* (Mj), *M. naasi* (Mn), *Meloidogyne* sp. (Msp), *Nacobbus aberrans* (Na) y *Pratylenchus scribneri* (Ps).

Provincias	<i>Meloidogyne</i>							<i>Nacobbus</i>	<i>Pratylenchus</i>
	Mch	Mh	Mi	Ma	Mj	Mn	Msp	Na	Ps
Buenos Aires (partidos)									
Balcarce	3	5	0	0	1	3	4	0	0
Cnel. Dorrego	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Gral. Alvarado	3	4	2	0	0	9	19	0	0
Gral. Pueyrredón	0	1	0	0	0	1	7	0	0
Gral. La Madrid	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lobería	5	2	1	0	1	1	1	0	0
Necochea	4	3	0	0	0	1	1	0	0
San Cayetano	0	0	0	0	0	3	3	0	0
Tandil	1	0	0	0	0	1	10	0	0
Tres Arroyos	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Villarino	0	1	1	0	0	0	2	0	0
Catamarca	0	0	1	0	1	0	2	1	0
Chubut	(\bar{c}) 2	2	0	1	0	0	12	0	0
Mendoza	(\bar{c}) 1	1	1	1	0	0	4	0	0
Río Negro	(\bar{c}) 1	1	2	2	0	0	21	2	2
Santa Fe	0	0	0	0	0	0	0	1	0
San Juan	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Santa Cruz	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Total	21	22	8	4	3	21	89	4	2

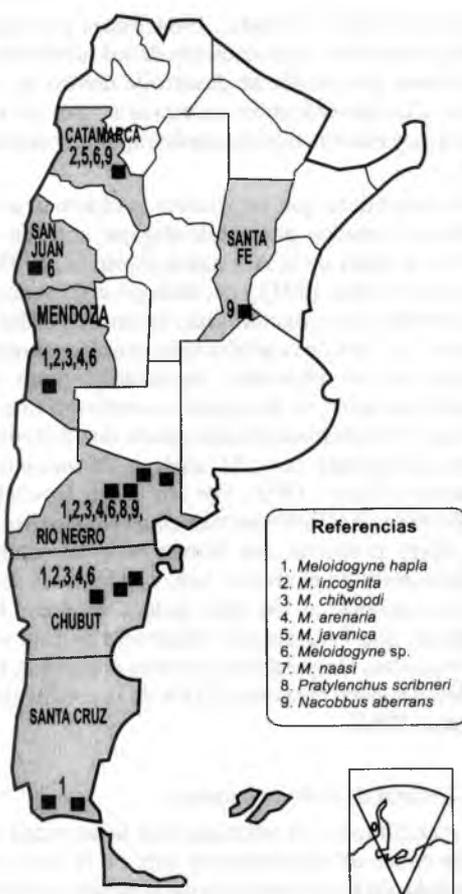


Figura 3. Distribución de nematodos parásitos de la papa en siete provincias argentinas determinados entre 1996-2000.

Se encontró *Meloidogyne* spp. en el 33% de las muestras de suelo analizadas, registrándose una infestación menor o igual a $10 J_2/100 \text{ cm}^3$ de suelo en el 64% de las mismas. La densidad promedio de juveniles de las especies de *Meloidogyne* parásitas de la papa fue de $25 J_2/100 \text{ cm}^3$ de suelo (rango 1-266, SD 56) y para *M. naasi* de $11 J_2/100 \text{ cm}^3$ de suelo (rango 1-31, SD 8.5).

Las especies de *Meloidogyne* señaladas en este trabajo ya han sido citadas como parásitas de la papa en Argentina (Chaves, Echeverría y Torres, 1998). *M. hapla* y *M. incognita* eran consideradas los principales especies de nemátodos parásitos de la papa del sudeste bonaerense (Chaves y Torres, 1993), con una distribución amplia en el caso de



Figura 4. Distribución de nematodos parásitos de la papa en distintos partidos de la provincia de Buenos Aires determinados entre 1996-2000.

M. hapla y restringida para *M. incognita*. Sin embargo, es posible que algunas poblaciones de esta última especie hayan correspondido a *M. chitwoodi*, especie que había sido señalada por Esbenshade y Triantaphyllou en 1985, pero comenzó a observarse en la región a partir de 1996. Es interesante tener en cuenta este dato, por cuanto se considera que *M. chitwoodi* es más agresiva para la papa que *M. hapla* (Santo y O'Bannon, 1981).

M. naasi se señaló sobre trigo y pasturas cultivadas en la provincia de Buenos Aires, con una distribución delimitada por un radio de 5 km^2 en el sur del partido de Lobería y el oeste del partido de Necochea (Echeverría y Chaves, 1998). Posteriormente, su distribución fue ampliada a Mar del Plata (pdo Gral Pueyrredón) y Balcarce; Energía y Cristiano Muerto (pdo. de San Cayetano), Cuartel 7 (partido de Tandil), Iraizoz, y Comandante N. Otamendi (pdo. de Gral. Alvarado) (Chaves y Torres, 2000). Esta especie afecta principalmente cereales y pasturas, pero también cebolla y remolacha azucarera; parasita raíces de papa, pero no tubérculos (Karssen com.

pers.), por lo cual no constituye un problema en la comercialización de la papa, pero su presencia en los suelos del sudeste bonaerense hace necesaria su identificación.

1.c. Daños causados por *Meloidogyne* spp. en el cultivo de papa.

Se encontró *Meloidogyne* spp. en el 23% de las muestras de papa analizadas. Los cultivares parasitados por *Meloidogyne* spp. fueron Achat, Achirana, Atlantic, Araucana, Baraka, Bintje, Calen, Chacay, Frital, Kelune, Pampeana, Russet-Burbank, Sierra Volcán, Shepody y Snowden. En general, no se observaron agallas en los tubérculos infestados o éstas eran pequeñas, con excepción de los ciclos 1999-2000 donde se encontraron tubérculos con agallas conspicuas en el 10,5% del total de las muestras de papa analizadas (Figura 5, A); en esas muestras, entre el 1 y el 10% de los tubérculos presentaron agallas. La mayor parte de los tubérculos con fuerte agallamiento estaban parasitados por *M.chitwoodi*, y en menor número por *M.incognita*; en el caso de *M.hapla*, los tubérculos no presentaron agallas o eran muy pequeñas.

De acuerdo con las muestras analizadas, los tubérculos infestados por *Meloidogyne* spp. muestran tres tipos de síntomas externos: a) sin agallas, pero con manchas necróticas internas, b) con agallas o deformaciones y c) sin agallas en la cosecha, pero con agallamiento después del almacenamiento (M.Inchausti, com.pers.); este último comportamiento está de acuerdo con lo señalado por Jatala *et al.* (1982), quienes observaron que después de almacenar papa sin agallas parasitada por *M.incognita* durante cinco meses a 17-30°C, se formaron agallas en más del 90% de los tubérculos.

La formación de agallas en tubérculos está condicionada por varios factores, siendo los de mayor importancia la especie involucrada y la temperatura del suelo durante el ciclo del cultivo. Stirling y Wachtel (1985) han observado que *M.hapla* no forma agallas en los tubérculos cuando la temperatura del suelo es menor a 20°C y que el agallamiento se hace evidente con temperaturas del suelo más altas. Esto explicaría lo observado localmente respecto de la ausencia de agallas en tubérculos parasitados por *M.hapla* en el sudeste bonaerense donde la temperatura del suelo durante el ciclo del cultivo es inferior a 20°C.

En zonas templadas pueden desarrollarse hasta cuatro generaciones de *Meloidogyne* spp. durante

el ciclo del cultivo (Brodie, 1984; Jatala y Bridge, 1990), ocurriendo reinfestación de los tubérculos; la primera generación se desarrolla dentro de las raíces y las generaciones sucesivas atacan los tubérculos, y en ambos casos pueden aparecer agallas o no.

Se considera que no existen problemas económicos causados por *Meloidogyne* spp. en el cultivo de papa de la Argentina (Costilla, 1985a; Chaves y Torres, 1993), sin embargo, en el sudeste bonaerense los productores han estimado pérdidas entre el 5 y 10% de la producción debido a la mala calidad de los tubérculos parasitados, y en un estudio realizado en la región, se encontró que el 23% de 2560 has muestreadas a partir de tubérculos estaba parasitada con *M.hapla* o *M.incognita* (Chaves y Torres, 1993). Por otra parte, Doucet y Ponce de León (1996) estiman que *Meloidogyne* es una plaga potencial que puede provocar daños considerables en el cultivo bajo condiciones ecológicas apropiadas. En otros países, en áreas localizadas que favorecen el desarrollo de este nemátodo (altas temperaturas y suelos arenosos), las pérdidas pueden alcanzar el 25% de la producción (Brodie, 1984).

1.d. Umbral de daño económico

Actualmente, la estimación de la densidad de los juveniles de *Meloidogyne* spp. en el suelo es requerida por los productores para decidir si un lote es apto o no para el cultivo de papa. Esta práctica está relacionada con el concepto de umbral de daño económico, que se refiere a la densidad poblacional por encima de la cual es esperable un daño económico en el cultivo (Barker y Imbriani, 1984).

-Es necesario destacar que el número de juveniles separados del suelo depende de varios factores, entre los cuales la época y el método de muestreo son los más relevantes. Las muestras deben tomarse en verano o a principios de otoño, ya que aquellas tomadas en invierno o a principios de primavera son menos confiables y las técnicas de muestreo deben ser apropiadas para organismos con una distribución espacial apiñada.

-En ensayos realizados en lotes de papa de Balcarce y Miramar no se encontró correlación entre la población inicial de *M.hapla* en el suelo y los tubérculos infestados (Chaves y Torres, 1993), posiblemente debido a las bajas densidades encontradas (1-10 juveniles/100 cm³ de suelo), ya

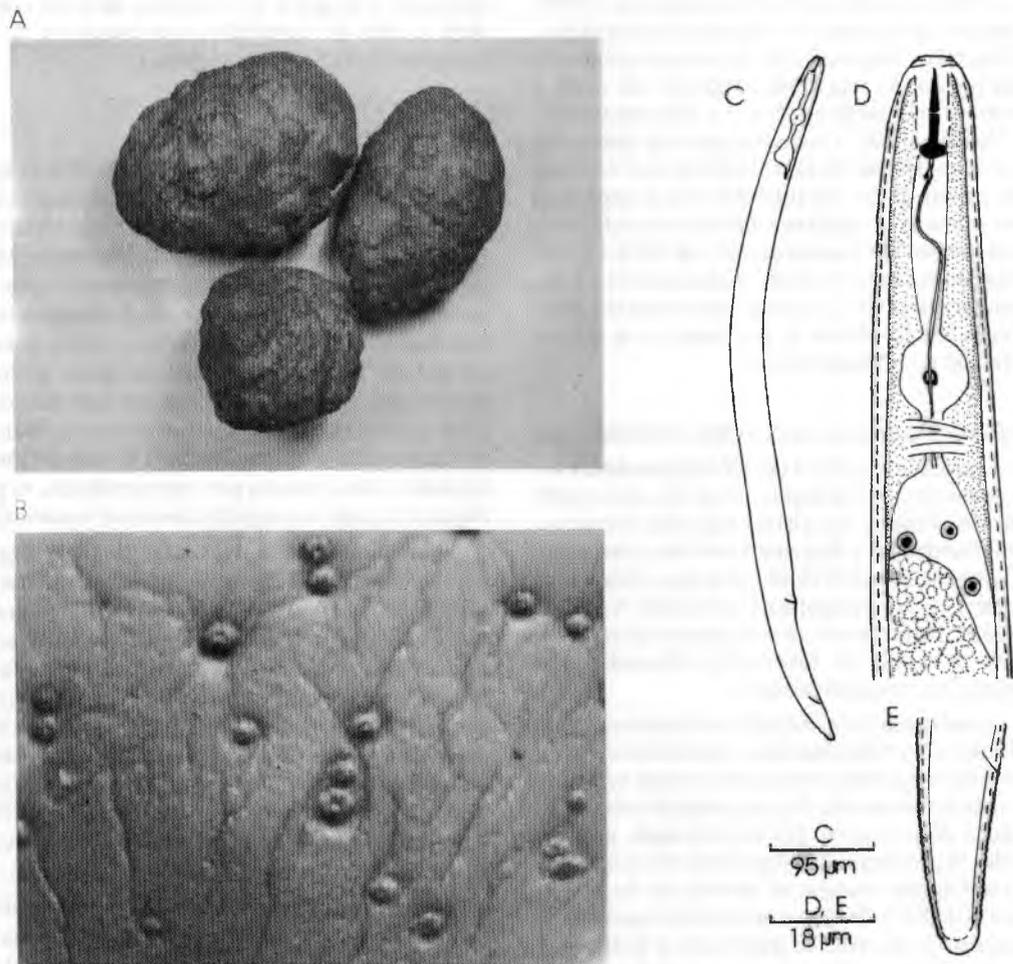


Figura 5. A. Tubérculo de papa cultivar Spunta con agallas producidas por *Meloidogyne chitwoodi* (Lobería, Buenos Aires). B. Pústulas en tubérculo de papa cultivar Achat producidas por *Pratylenchus scribneri* (Choele-Choel, Río Negro). C-E. Hembra de *Pratylenchus scribneri*. C, Vista general; D, Parte anterior; E, Cola.

que acuerdo con Oostenbrink (1972), con una densidad entre 20 a 200 juveniles/100 cm³ de suelo se observan daños moderados en papa.

En las últimas décadas se han realizado muchas investigaciones para establecer el umbral de daño económico de *Meloidogyne* spp. en papa. Leijdens y Hofmeester (1986) señalan que 200 juveniles de

M. hapla por cada 100 cm³ de suelo causan daños en la papa, pero para Brodie *et al.* (1993), el umbral de daño de esta especie es de 50 huevos o juveniles/250 cm³ de suelo. En el caso de *M. incognita* y *M. arenaria*, una densidad mayor de 20 juveniles/100 cm³ de suelo causa problemas en el cultivo de papa en South Carolina (Smith, 1984). *M. chitwoodi*

presenta un umbral de daño mucho más bajo, apenas un individuo (huevo o juvenil) en 250 cm³ de suelo (Santo *et al.*, 1980, en Brodie *et al.*, 1993). En suelos infestados naturalmente, Hafez *et al.* (1999) encontraron una reducción significativa en la producción del cv Russet-Burbank con una población inicial menor de 3 juveniles/500 cm³ de suelo y tubérculos muy dañados con 3 a 5 juveniles/500 cm³. Van Riel (1993) encontró que una población inicial de menos de 20 juveniles/100 cm³ de suelo puede causar daños considerables en la papa y un mayor número de agallas/tubérculo en cultivares tardíos. Según estos autores, esto se debe a la habilidad de esta especie de permanecer activa a bajas temperaturas (6°C), lo cual induce una invasión temprana en la planta y, por ende, una mayor infestación de los tubérculos.

1.e. Estimación de la infestación de la semilla de papa

La resolución 245/98 del INASE establece las tolerancias para las distintas categorías de semilla de papa fiscalizada. Así, en las categorías Preinicial, Inicial, Fundación y Registrada no hay tolerancias para la infestación de *Meloidogyne* spp. y *Nacobbus aberrans*; en las categorías Certificada A y Certificada B, la tolerancia es cero para *N. aberrans* y del 2% y el 5% de tubérculos infestados con *Meloidogyne*, respectivamente.

La resolución 246/98 establece las normas para la habilitación y funcionamiento de los laboratorios de análisis de sanidad anticipada de papa semilla e indica que la estimación del porcentaje de tubérculos afectados debe hacerse por microscopía, pero no describe el protocolo de procedimiento para estos análisis. De esta manera, el laboratorio de Nematología de la EEA Balcarce analiza las muestras de papa como se describe en materiales y métodos, y el porcentaje de infestación de la muestra corresponde a la suma de los tubérculos infestados. En este método, una muestra se rechaza cuando contiene seis o más tubérculos infestados con una hembra o masa de huevos, o con un juvenil del 3° o 4° estadio/tubérculo. Sin embargo, seis juveniles parecen muy pocos para aumentar considerablemente la población de *Meloidogyne* en el almacenamiento y eventualmente infestar los tubérculos hijos y el suelo, por lo cual, convendría definir el número y el estado del nemátodo necesarios para rechazar una muestra, a fin de no sobrestimar la infestación de la semilla.

Como ejemplo de lo anteriormente expuesto, en el Estado de Washington (EE.UU.), donde se encuentran *M. chitwoodi* y *M. hapla*, la semilla es

clasificada en base al número de hembras de *Meloidogyne*/tubérculo, desde no infestada (categoría 1) a infestada con más de 100 hembras/tubérculo (categoría 6). Los lotes de papa con un 10% o más de tubérculos con categoría 6, son rechazados (G.Santo. com.pers.).

1.f. Control químico

La mayor parte de los ensayos sobre control químico de nemátodos en el cultivo de papa ha sido realizado por el Ing. Agr. Eduardo Vega en la zona productora de semilla de papa de Malargüe, Mendoza. Los datos obtenidos mostraron que los nematicidas sistémicos Aldicarb, Fenamifos, Carbofuran y Ethoprop, aplicados al suelo para el control de *Meloidogyne* spp., en dosis de hasta 6kg/ha de principio activo, ya sea aplicado en la plantación o en el aporque, o en ambos momentos, no fueron efectivos para reducir la infestación de los tubérculos causada por este nemátodo, ni produjeron un aumento significativo en el rendimiento.

Para controlar la infestación de *Meloidogyne* spp. en la semilla se trataron tubérculos enteros por inmersión en una solución de 300 ml de fenamifos (40%)/100 litros de agua durante 5 minutos, comprobando una disminución significativa en la infestación de los tubérculos hijos. Este tratamiento no provocó daños por fitotoxicidad en tubérculos enteros, pero se observaron síntomas de fitotoxicidad en tubérculos trozados o brotados. En el suelo, la aplicación de los fumigantes DD 50% y Ditraxex lograron una disminución significativa de la densidad de juveniles de *Meloidogyne* spp.

El control químico de *Meloidogyne* en el cultivo de papa no es una práctica generalizada en las zonas semilleras, seguramente debido al alto costo de los nematicidas, lo que ha significado que los productores estén más interesados en cultivar papa en lotes libres o con una baja densidad de este nemátodo. En las zonas donde esto no es posible, la producción de semilla queda supeditada al tratamiento químico.

2. *Nacobbus aberrans*

2.a. Determinación

Las poblaciones de *Nacobbus* no presentaron inconvenientes para su determinación, ya que los caracteres que diferencian las dos especies del género, *N. dorsalis* y *N. aberrans* (morfología de las hembras maduras, y número de anillos entre la

vulva y el ano en las hembras inmaduras), fueron fácilmente identificables. Por otra parte, *N. dorsalis* no ha sido señalado como parásito de la papa.

2.b. Frecuencia y distribución de *N. aberrans*

N. aberrans se separó de muestras de suelo y tubérculos de papa cv Achat en Choele-Choel, Río Negro en 1998 y 1999, y de tubérculos de papa fiscalizada proveniente de Fighiera, provincia de Santa Fe en 1999 (Figura 3), encontrándose en dos muestras de Río Negro y en una muestra de Santa Fe (Tabla 2).

Este es el primer hallazgo de poblaciones de *N. aberrans* parásitas de la papa en el sur y centro de nuestro país. *N. aberrans* había sido señalado parasitando los cultivares Kathadin, Kennebeck y Spunta en el sudeste bonaerense (Chaves, 1979; Chaves y Torres, 1993) y sobre distintas hortalizas en la provincia de Buenos Aires (Chaves y Sisler, 1980). Es posible que estas últimas poblaciones no parasiten papa y que el hallazgo de tubérculos infestados en Buenos Aires se deba a que la simiente provenía de Tucumán. Debido a que diferentes poblaciones de este nemátodo pueden presentar hospederos diferenciales, se estima que en Argentina *N. aberrans* presenta al menos dos biotipos: 1) biotipo que parasita papa y 2) biotipo que parasita otras hortalizas, pero no papa. Ambos biotipos no están uniformemente distribuidos en nuestro país, lo cual trae como consecuencia la necesidad de contar con una caracterización precisa de las mismas en las regiones productoras de papa y otras hortalizas.

2.c. Daños causados por *N. aberrans* en el cultivo de papa

N. aberrans provoca la formación de agallas en la raíz de papa y en los tubérculos los estados juveniles se alojan en las lenticelas, donde forman pequeñas pústulas que se hacen visibles en tubérculos cosechados (Costilla, 1985b).

En la Argentina no se tienen datos sobre las pérdidas del rendimiento en el cultivo de la papa debidas a *N. aberrans*, pero en Bolivia, Otazu *et al.* (1985) estimaron pérdidas del 44,5%, las cuales, al ser posteriormente reajustadas de acuerdo a la distribución nacional y severidad de ataque, se estimaron en una pérdida económica total en el valor bruto de la producción de papa que ascendería a la suma de 52 millones de dolares (Franco *et al.*, 1998/

1999). Brodie (1984) indica que este nemátodo puede ocasionar una disminución de la producción del 90% en regiones de alta montaña de Sud América. Sin embargo, *N. aberrans* constituye un serio problema en la producción de semilla fiscalizada en las provincias de Catamarca y Tucumán, ya que en 1999 el INASE dispuso tolerancia cero para esta especie en todas las categorías de semilla fiscalizada. Además, la presencia de este nemátodo en tubérculos de papa adquiere singular importancia sanitaria por estar considerada plaga cuarentenaria A1 para Brasil, Paraguay y Uruguay.

2.d. Control químico

No se tienen datos sobre el control de *N. aberrans* en el cultivo de papa. Costilla y Basco (1984) ensayaron el control químico de este nemátodo en tubérculos de papa infectados, determinando que ethoprop 75% y fenamifos 40% al 1,5 y 2 por mil respectivamente, matan el 100% de los nemátodos en el tubérculo y pueden ser recomendados para el control de esta plaga en papas destinadas para semilla.

3. *Pratylenchus scribneri*

3.a. Determinación

La población de *Pratylenchus* de Choele-Choel fue determinada como *P. scribneri* en base a sus características morfométricas y morfológicas (Loof, 1978; 1991). Esta población presentó saco uterino postvulvar corto y liso, espermateca vacía (indicando ausencia de machos) y parte terminal de la cola redondeada y sin hendidura (Figura 5, C-E). El largo del cuerpo fue mayor que en las poblaciones de *P. scribneri* citadas por Frederick y Tarjan (1989) (Cuadro N° 3) y mayor que en las poblaciones separadas de muestras de suelo de Córdoba por Doucet (1988), carácter que la asemeja a *P. coffeae*. Las otras medidas del cuerpo de *P. coffeae* son semejantes a *P. scribneri*, pero en *P. coffeae* el saco uterino postvulvar es corto y liso (24-30µm), o largo y con rudimento ovárico (90µm), y presenta una espermateca con espermatozoides (indicando presencia de machos); además, la parte terminal de la cola es redondeada o truncada y con hendidura. Por otra parte, *P. scribneri* ataca raíz y tubérculos de papa, en cambio *P. coffeae* ha sido señalado sólo como parásito de la raíz (Brodie, 1984). La diferencia en el largo del cuerpo podría deberse a que la población de Choele-Choel fue encontrada sobre

papa, ya que Loof (1991) ha indicado que existe una marcada variación en el largo del cuerpo de esta especie, y que los especímenes separados del suelo presentan una longitud menor que los separados de partes vegetales.

3.b. Frecuencia y distribución de *P.scribneri*

P.scribneri se encontró parasitando tubérculos de papa cv Achat en dos muestras de papa provenientes de Choele-Choel, provincia de Río Negro, en los ciclos 1999-2000.

Este constituye el primer registro de *P.scribneri* parasitando papa en la Argentina. Esta especie fue citada anteriormente en la provincia de Córdoba, asociada a raíces de maíz en Avellaneda y a *Poa* sp., en Villa del Rosario (Doucet, 1988). No se sabe si las poblaciones de Córdoba son capaces de parasitar papa, por lo cual, la distribución de *P.scribneri* como parásito de la papa debería considerarse restringida a Choele-Choel, localidad donde fue encontrado sobre este cultivo.

3.c. Daños causados por *P.scribneri* en el cultivo de papa

Los tubérculos parasitados presentaron pústulas en la superficie de la cáscara, síntoma característico del ataque de este nemátodo (Figura 5, B), pero no se ha observado disminución del rendimiento en los lotes afectados.

En Europa y EE.UU. ésta y otras especies de *Pratylenchus* disminuyen el crecimiento de la planta

en un 50-70% y el rendimiento de la papa en un 10-50% (Jensen *et al.*, 1979, en Brodie, 1984). Las partes necróticas o pústulas formadas en los tubérculos producen un deterioro de la calidad del 10 al 20% y los tubérculos actúan, además, como diseminadores de la plaga; el mayor daño en la papa se da en suelos arenosos, ya que estos nemátodos prefieren este tipo de suelo.

P.scribneri invade las raíces de papa e induce la necrosis de las células de la corteza; estas zonas necrosadas sirven de base para la infección secundaria por hongos y bacterias patógenos del suelo, lo que resulta en un incremento del daño producido en papas que tengan una alta densidad de este nemátodo. *P.scribneri* ataca los tubérculos en la segunda generación y produce hundimientos, costras o pústulas, cuyo color varía del marrón al negro en la cosecha y púrpura en el almacenamiento. La mayor parte de los individuos pasa la época de menor temperatura en las raíces y tubérculos que quedan en el lote; pocos restan en el suelo (Brodie, 1984).

CONCLUSIONES

La determinación de especies de *Meloidogyne* en las muestras analizadas amplió la distribución de *M.arenaria* a la provincia de Río Negro y *M.javanica* a la provincia de Buenos Aires. Poblaciones semejantes a *M.chitwoodi* se separaron de muestras de papa de Río Negro, Mendoza y Chubut; esta especie, considerada plaga cuaren-

Cuadro N° 3. Morfometría de las hembras de *Pratylenchus scribneri* población Choele-Choel y poblaciones descritas por Frederick y Tarjan (1989) y Doucet (1988), y *P.coffeae* de Frederick y Tarjan (1989). Medidas en μm .

Especie	<i>P.scribneri</i> Choele-Choel Río Negro	<i>P.scribneri</i> Avellaneda (Doucet, 1988)	<i>P.scribneri</i> Villa del Rosario (Doucet, 1988)	<i>P.scribneri</i> Frederick y Tarjan (1989)	<i>P. coffeae</i> Frederick y Tarjan (1989)
Número de individuos	9	10	14	-	-
Largo cuerpo	681 (635-729)	470 (420-490)	400 (360-440)	490 (410-590)	580 (460-630)
a	20,6 ;22	26,8 (24,5-29)	25,2 (21,8-26,8)	24 (20-28)	25 (21-30)
V	77,6(76-79)	78 (76-80)	71 (69-73)	77 (74-80)	79 (76-82)
Saco post-vulvar	25 (20-33)*	11 (8-15)	20 (12-26)	-	-
Estilote	15 (14-16)	16 (15-17)	15 (14-16)	15 (14-16)	16 (15-17)
Cola	32 (31-35)**	24 (22-27)	27 (23-28)	-	-

* n= 4; ** n= 6

tenaria para Brasil, Chile y Uruguay, dejaría de tener así una distribución restringida al sudeste bonaerense. El hallazgo de *M.javanica* podría considerarse fortuito, por cuanto los tubérculos analizados provenían de semiente producida en el noroeste de nuestro país.

Se estima que los problemas causados por *Meloidogyne* spp. en la Argentina son debidos más a la merma de la calidad de los tubérculos y a la diseminación de la plaga por medio de la semilla infestada, que a la disminución del rendimiento. La calidad de la papa disminuye considerablemente con una elevada infestación de *Meloidogyne*, tanto por el agallamiento externo de los tubérculos, que los descarta de la comercialización, como para su utilización en la industria: las papas fritas en bastones o en rodajas (*chips*) presentan deformaciones y manchas oscuras cuando provienen de tubérculos muy infectados.

El umbral de daño económico no ha sido establecido para ninguna especie de *Meloidogyne* en cultivos de papa de nuestro país; los datos aportados de la bibliografía internacional sólo deberían tomarse como referencia, ya que este parámetro debe estimarse para una especie dada en una situación determinada y no necesariamente puede aplicarse de una situación a otra.

Nacobbus aberrans se encontró por primera vez en semilla de papa para certificación proveniente de Fighiera, Santa Fe, y por segunda vez en Choele-Choel, y había sido citado en la provincia de Buenos Aires por Chaves y Torres (1993). La presencia de este nemátodo en estas provincias, indica

que su dispersión por medio de tubérculos infectados es posible en cualquier región del país y que su distribución no parece estar restringida a las provincias del noroeste.

Pratylenchus scribneri se encontró por primera vez parasitando papa en la Argentina. Hasta 1997, esta especie estaba incluida en la lista A1 de plagas cuarentenarias del COSAVE, por lo cual, su identificación y el conocimiento del tipo de distribución geográfica (distribución amplia, restringida) son importantes para establecer regímenes de tolerancia y dar cumplimiento a la legislación fitosanitaria internacional, ya que *P.scribneri* figura en las listas A1 y A2 de Plagas Cuarentenarias de Brasil y Uruguay.

Meloidogyne spp y *N.aberrans* constituyen un problema para la fiscalización de papa semilla de acuerdo con la Resolución 245/98 del INASE, que fija tolerancias para las distintas categorías de semilla; *P.scribneri* no debería tener tolerancias, debido a su distribución restringida. La preservación de áreas libres de estos parásitos puede verse afectada si no se cumple con las tolerancias indicadas, ya que los nemátodos se dispersan por medio de la semilla infectada.

AGRADECIMIENTOS

Al señor Germán Peluso por el procesamiento de las muestras, al Ing. Agr. Eduardo Vega (INTA-EEA Rama Caída) por la autorización para utilizar sus datos de control químico y al Dr. Javier Franco (Proinpa, Bolivia) por sus valiosos comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

- BARKER, K.R. and J.L. IMBRIANI, 1984. Nematode advisory programs - Status and prospects. *Plant Disease* 68: 735-741.
- BRODIE, B.B. 1984. Nematodes parasites of potato. In: W.R. Nickle, de. «Plant and insect nematodes». Marcel Dekker, New York: 167-212.
- BRODIE, B.B.; K. EVANS and J.FRANCO, 1993. Nematode parasites of potatoes. In: K. Evans, D.L.Trudgill y J.M.Webster, eds. «Plant parasitic nematodes in temperate agriculture». *CAB International*, U.K.: 87-132.
- CAVENESS, F.E. and H.J. JENSEN, 1955. Modification of the centrifugal-flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 22: 87-89.
- CHAVES, E. 1979. Presencia del falso nematode del nudo *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 en vidriera de la Estación Experimental Regional Agropecuaria de Balcarce. En: III Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Miguel de Tucumán, 1978, Tomo I, Mesa de Zoología Agrícola: 455-458.

- CHAVES, E. y G.M. SISLER, 1980. Presencia de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 (Nematoda: Nacobbiidae) en cultivos hortícolas de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, y su asociación con otros nematodos endoparásitos. *IDIA, Enero-Febrero 1980*: 13-15.
- CHAVES, E.; M.M. ECHEVERRÍA y M.S. TORRES, 1998. Determinación de especies de *Meloidogyne* presentes en muestras analizadas en el Laboratorio de Nematología de la EEA Balcarce, Argentina. En: XXX Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Mendoza, 11-18 de octubre 1998. Programa y Resúmenes: 80.
- CHAVES, E. y M.S. TORRES, 1993. Nematodos parásitos de la papa del sudeste bonaerense. *CERBAS-INTA, Boletín Técnico* N° 115, 21 p.
- CHAVES, E. y M.S. TORRES, 2000. Nematofauna asociada a campos de golf en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Facultad de Agronomía* 20(3): 379-386.
- COOLEN, W.A. and C.J. D'HERDE, 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. *Publication of the State Nematology and Entomology Research Station, Merelbeke, Belgium*, 77 p.
- COSTILLA, M. 1985a. Progresos en investigación sobre el falso nematodo del nódulo (*Nacobbus aberrans*) y el nematodo nódulo de la raíz (*Meloidogyne*) en la Argentina. En: J.Franco y H.Rincón, eds. «Investigaciones nematológicas en programas latinoamericanos de papa». *Centro Internacional de la Papa*: 1-2.
- COSTILLA, M. 1985b. El nematodo rosario o falso nematodo del nódulo *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944, y su relación con el cultivo de papa en el noroeste argentino. En: J.Franco y H.Rincón, eds. «Investigaciones nematológicas en programas latinoamericanos de papa». *Centro Internacional de la Papa*: 3-16.
- COSTILLA, M. A. y H.J. BASCO, 1984. Control químico del falso nematode del nudo *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944, en tubérculos de papa. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 61: 39-45.
- DOUCET, M.E. 1988. Descripción de cuatro poblaciones de *Pratylenchus* (Nematoda: Tylenchida) provenientes de la provincia de Córdoba, Argentina. *Revista de Ciencias Agropecuarias* 7: 7-21.
- DOUCET, M.E. y E. PONCE DE LEÓN, 1996. *Meloidogyne* spp. (Nemata): una seria amenaza para la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 26: 45-51.
- ECHEVERRÍA, M.M. y E.J. CHAVES, 1998. Identification of *Meloidogyne naasi* Franklin, 1965 from Argentina. *Nematologica* 44: 219-220.
- EISENBACK, J.D. 1985. Diagnostic characters useful in the identification of the four most common species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: J.N.Sasser & C.C.Carter, eds. «An advanced treatise on Meloidogyne. Vol. I. Biology and Control». North Carolina State University Graphics, Raleigh: 95-112.
- ESBENSHADE, P.R. and A.C. TRIANTAPHYLLOU, 1985. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 17: 6-20.
- FRANCO, J.; J. RAMOS; R. OROS; G. MAIN y N. ORTUÑO, 1998/1999. Pérdidas económicas causadas por *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de papa en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 11: 40-66.
- FREDERICK, J.J. and A.C. TARJAN, 1989. A compendium of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nemata: Pratylenchidae). *Revue de Nématologie* 12: 243-256.
- HAFEZ, S.L.; P. SUNDARARAJ and M. LARKIN, 1999. Determination of threshold level of root-knot nematode, *Meloidogyne chitwoodi*, in naturally infested soil on the potato cultivar Russet-Burbank, under Idaho conditions. In: Joint Meeting of The American Society of Parasitologists (74th) and Society of Nematologists (38th), Monterey, California, July 6-9, 1999, Programme Guide and Abstracts: 57-58.
- JATALA, P.; R.H. BOOTH and S.G. WIERSEMA, 1982. Development of *Meloidogyne incognita* in stored potato tubers. *Journal of Nematology* 14: 142-143.
- JATALA, P. and J. BRIDGE, 1990. Nematodes parasites of root and tuber crops. In: M.Luc, R.A.Sikora & J.Bridge, eds. «Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture». *CAB International*, U.K.: 137-179.
- JENSEN, H.J.; J. ARMSTRONG and P. JATALA. 1979. Annotated bibliography of nematode pests of potato. International Potato Center, Lima, Perú, 315 p.
- JEPSON, S.B. (1983). Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International, UK, 265 p.
- LEIJDENS, M.B. and Y. HOFMEESTER, 1986. Populations fluctuations on some nematodes on potato and sugarbeet in relation to different crops rotations. *Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent* 51/3b: 1279-1286.

- LOOF, P.A.A.** 1978. The genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Pratylenchidae): A review of its anatomy, morphology, distribution, systematics and identification. *Vaxtskyddsrapporter, Jordbruk* 5, 50 p.
- LOOF, P.A.A.** 1991. The family Pratylenchidae Thorne, 1949. In: W.Nickle, ed. «Manual of agricultural nematology». Marcel Dekker, New York: 363-421.
- NETSCHER, C.** 1978. Morphological and physiological variability of species of Meloidogyne in West Africa and implications for their control. *Mededelingen Faculteit Landbouwhogeschool Wageningen* 78: 1-46.
- OOSTENBRINK, M.** 1972. Evaluation and integration of nematode control methods. In: J.M.Webster, de. «Economic nematology». Academic Press, London: 497-514.
- OTAZU, V.; R. HOOPES; G. CAERO e I. HUAYTA,** 1985. El rosario de la papa causado por *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944, su efecto en el rendimiento y algunos aspectos que inciden en su propagación y prevalencia en Bolivia. *Fitopatología* 20: 65-70.
- SANTO G.S. and J.H. O'BANNON,** 1981. Effect of soil temperature on the pathogenicity and reproduction of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* on Russet Burbank potato. *Journal of Nematology* 13: 483-486.
- SANTO G.S.; J.H. O'BANNON; A.M. FINLEY and A.M. GOLDEN,** 1980. Occurrence and host range of a new root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in the Pacific Northwest. *Plant Disease* 64: 951-952.
- SHER, S.A.** 1970. Revision of the genus *Nacobbus* Thorne y Allen, 1944 (Nematoda: Tylenchoidea). *Journal of Nematology* 2: 228-235.
- SMITH, F. H.** 1984. Nematode guidelines for South Carolina. *Clemson Agricultural Service Laboratory, Nematode Section. Clemson University, Plant Disease Note* 56, 53 p.
- STIRLING, G.R. and M.F. WACHTEL,** 1985. Root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*) un potato in south-eastern South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 25: 455-457.
- VAN RIEL, H.R.** 1993. Test of potato cultivars for symptom expression on tubers caused by *Meloidogyne chitwoodi*. *45 International Symposium of Crop Protection. Faculteit Landbouw en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent, Belgium* 58: 80.