

**COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES ESPECIES VEGETALES
A LA INVASION Y DESARROLLO DE *NACOBBUS ABERRANS* (THORNE, 1935),
THORNE AND ALLEN, 1944[†]**

L. Céspedes, J. Franco, y R. Montalvo

Departamento de Nematología, Programa de Investigación de la Papa (PROINPA). Casilla 4285. Cochabamba, Bolivia.

RESUMEN

Céspedes, L., J. Franco y R. Montalvo. 1998. Comportamiento de diferentes especies vegetales a la invasión y desarrollo de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935), Thorne and Allen, 1944. *Nematropica* 28:165-171.

Especies vegetales cultivadas y no cultivadas (malezas) frecuentemente empleadas o encontradas en el sistema del cultivo de la papa fueron evaluadas bajo condiciones de invernadero para determinar su condición de plantas hospedantes o no, a una población de *N. aberrans* procedente de la Estación Experimental de Toralapa (Cochabamba, Bolivia) ubicada a 3453 msnm. Las diversas especies de plantas sembradas en macetas (250 cc) conteniendo un suelo naturalmente infestado por *N. aberrans* fueron evaluadas luego de 30, 60, 90, 100 y 130 días después del trasplante (malezas) y/o de acuerdo a la altura alcanzada en las especies cultivadas (5, 10, 20, 40 cm), por la presencia de nódulos, hembras con masas de huevos y diferentes estados de desarrollo en las raíces. Los resultados obtenidos han permitido desarrollar un esquema, que de acuerdo a ciertos criterios establecidos define el comportamiento de las plantas en relación al desarrollo de *N. aberrans*. La presencia o ausencia de nódulos radicales y de hembras adultas con masas de huevos definen el estado de Hospedante o No Hospedante, respectivamente y que en el caso de una planta Hospedante, se califican además como eficientes, moderadamente o poco eficientes de acuerdo a su número. Así se tiene que el cultivo papa (*Solanum tuberosum* L.) en su condición de cultivo susceptible a *N. aberrans* se define como un cultivo o planta Hospedante-Eficiente. De igual manera *Spergula arvensis*, que por su condición de maleza su eliminación de los campos de papa es necesaria. Por otro lado, entre las plantas identificadas como No Hospedantes, las variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) Lucha e IBTA-80 y la var. Renacer de Triticosecale, se consideran como Eficientes, porque permiten una alta invasión y un desarrollo parcial de los estados juveniles (J3-J4) sin alcanzar al estado de hembra adulta con masas de huevos. Estas variedades así como las malezas *Distichus humilis* y *Bromus unioloides* se consideran como "cultivos trampa" y representan una alternativa importante como cultivos de rotación, que incorporadas dentro de un programa de manejo integrado permitirán una reducción más efectiva de las poblaciones de *N. aberrans* a niveles que no afecten los rendimientos del cultivo de la papa.

Palabras claves: hospedantes, *Nacobbus aberrans*, plantas-trampa, "rosario de la papa".

ABSTRACT

Céspedes, L., J. Franco, and R. Montalvo. 1998. Reaction of different plant species to invasion and development of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935), Thorne and Allen, 1944. *Nematropica*. 28:165-171.

Cultivated and non-cultivated plant species widely grown or present in a potato crop system were evaluated under greenhouse conditions in order to establish their host or non-host status to a *Nacob-*

[†]Parte de Tesina del primer autor para obtener el título de Técnico Superior Agrónomo, Escuela Técnica Superior de Agronomía, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

bus aberrans population from the Experimental Station of Toralapa (Cochabamba, Bolivia) located at 3453 masl. Plant species in pots (250cc) containing soil naturally infested with *N. aberrans* were evaluated at 30, 60, 90, 100, and 130 days after planting for the presence of root galls, egg laying females and nematodes at other developmental stages in the roots. Results were used to define the plant status as a host for development of *N. aberrans*. The presence or absence of root galls and fecund females were the primary determinants of the host or non-host status of plants. Depending on the degree of galling and nematode reproduction, plants were classified as efficient, or moderately or poorly efficient hosts. Efficient hosts included potato cultivars and the common weed *Spergula arvensis*, which should be eliminated from potato fields. In contrast, the barley (*Hordeum vulgare*) varieties Lucha and IBTA-80, and the *Triticosecale* variety Renacer are ranked as efficient non-hosts (trap crops) because nematode invasion is high, but nematodes develop only partially (J3-J4) without producing egg laying females. Those barley and tritisecale varieties considered as trap crops as well as the weeds *Distichus humilis* and *Bromus unioloides* (trap plants), represent an important option in a crop rotation program and as a component for the integrated management of *N. aberrans*, in order to reduce nematode population densities in soil to non-damaging levels for potato.

Keywords: false root-knot nematode, host plants, *Nacobbus aberrans*, trap-plants.

INTRODUCCION

El cultivo de papa en Bolivia constituye la base de la alimentación del poblador andino. Uno de los factores limitantes en su producción y quizás uno de los más importantes se considera el de carácter fitopatológico, dentro del cual se encuentran los nematodos *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen 1944 y *Globodera* spp. (Wollenweber, 1923). La incidencia de estos nematodos se traduce en la reducción paulatina del rendimiento y el desmedro de la calidad del tubérculo (tamaño). Estos nematodos además se comportan como agentes propiciadores para la incidencia de otras enfermedades de tipo fungoso, bacteriano y virósico.

Las pérdidas de rendimiento que ocasiona *N. aberrans*, se ha estimado bajo diversas condiciones. Es así que en ensayos de campo se determinó que estas pueden ser del orden del 40% en el rendimiento total y del 60% en la cosecha de tubérculos grandes, dependiendo de la densidad poblacional del nematodo (Otazú *et al.*, 1982). Por otro lado, por ensayos en invernadero y en microparcels se estimó que

estas podían alcanzar del 31.3% al 77.5% del rendimiento total como consecuencia de un menor desarrollo de las plantas de papa (Mejía, 1996; Cusicanqui, 1996).

Debido a la amplia gama de hospedantes de este nematodo, los sistemas de control cultural como la rotación de cultivos, barbechos, descanso, etc. se ven enormemente dificultados (PROINPA 1989-1990).

Además la presencia de malezas hospedantes de *N. aberrans* en campos en rotación con cultivos no hospedantes, disminuyen ó anulan la eficiencia de esta medida cultural.

La identificación de especies asintomáticas o "posibles" hospedantes, es decir sin presencia de nódulos pero con diversos estados de desarrollo (J3, J4, hembras vermiformes y machos) en sus raíces que no llegan a multiplicarse (Castiblanco *et al.*, 1998) entre las especies cultivadas y no cultivadas asociadas al cultivo de papa, representa una opción para disminuir las poblaciones de *N. aberrans* en terrenos infestados por este nematodo y por lo tanto las pérdidas de rendimiento ocasionadas por la presencia de altas poblaciones del "rosario de la papa". Por ésta razón se plan-

teó estudiar la relación entre *N. aberrans* y las especies asociadas al sistema del cultivo de papa en Cochabamba, Bolivia con la finalidad de identificar aquellas plantas que estimulen la eclosión de los huevos de *N. aberrans* e inhiban su posterior desarrollo y multiplicación. Además las diversas interacciones observadas entre *N. aberrans* y las especies de plantas evaluadas fueron analizadas para establecer una serie de criterios que defina claramente el comportamiento de las especies vegetales en relación a las etapas de desarrollo del nematodo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó bajo condiciones de invernadero y laboratorio, durante el período de Mayo a Octubre de 1993. Se utilizó como material vegetativo a plantas cultivadas (pastos, tréboles, gramíneas, alfalfas, leguminosas y quinuas) y no cultivadas (malezas), sembradas y trasplantadas respectivamente, en suelo naturalmente infestado recolectado de una parcela de la Estación Experimental de Toralapa (Cochabamba, Bolivia). Por especie vegetal no cultivada y cultivada se consideraron 5 y 8 repeticiones respectivamente. En las malezas las evaluaciones se realizaron periódicamente: la primera evaluación se realizó a los

30 días después del trasplante, luego a los 60, 90, 100 días y la evaluación final a los 130 días. En las plantas cultivadas las evaluaciones se realizaron según la altura de las plantas. La primera evaluación se realizó a los 5 cm. de altura, luego a los 10, 20, 40 cm y una evaluación final a los 130 días.

Las evaluaciones tanto para especies cultivadas como malezas, consistieron en detectar la ocurrencia de invasión a las raíces, desarrollo de estados juveniles, la ausencia ó presencia de nódulos a simple vista, la presencia de hembras adultas y de huevos. La evaluación de nódulos se efectuó mediante la escala de calificación modificada por Franco (Castiblanco, 1992), tal como se observa en el Cuadro 1.

Para obtener la información arriba indicada, el contenido de todas las macetas fue procesado tal como se indica a continuación:

- a) La raíz no nodulada por planta por el método de la licuadora (Costilla, 1985).
- b) 100 cc de suelo previamente homogeneizado proveniente de cada maceta por el método de flotación y centrifugación en azúcar (Caveness y Jensen, 1955).

Los nematodos contenidos en las suspensiones tanto de suelo como raíz fueron contados en su totalidad (se concentró toda la muestra en placas petri). El conteo

Cuadro 1. Escala de evaluación empleada para calificar el comportamiento de los hospedantes en relación al número de nódulos causados por *N. aberrans* en el sistema radical.

Escala	Número nódulos	Resistencia ¹	Eficiencia del hospedante ²
0	0	R	EN
1	1-10	PR	PE
2	11-30	PS	NE
3	31-75	S	E
4	>75	AS	AE

¹Se utiliza dentro de un cultivo (Resistencia o Susceptibilidad): R) Resistente; PR) Parcialmente Resistente; PS) Parcialmente Susceptible; S) Susceptible; AS) Altamente Susceptible.

²Se utiliza entre cultivos y/o especies diferentes (Eficiente o No Eficiente): NE) No Eficiente; PE) Poco Eficiente; ME) Moderadamente Eficiente; E) Eficiente; AE) Altamente Eficiente.

se efectuó en forma separada para la suspensión de suelo y suspensión de raíz. En ambas contadas se evaluó la presencia de diferentes estados de *N. aberrans* a objeto de evaluar el desarrollo del nematodo. Con los resultados obtenidos con las muestras de suelo y raíz se calculó la tasa de multiplicación $TM = Pf/Pi$ (Población final/Población inicial).

Para determinar la naturaleza o comportamiento de cada especie vegetal se consideró la presencia o ausencia de nódulos y de hembras con masas de huevos, así como la invasión de estados juveniles pero sin desarrollo a estados de hembras adultas en porciones de raíces no noduladas.

En todos los casos se cuantificó en primer lugar el número de nódulos formados, hembras adultas con masas de huevos y luego los diversos estados de desarrollo del nematodo en las raíces no noduladas, para posteriormente ser comparadas las especies vegetales estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de las diversas evaluaciones se presentan y discuten a continuación de acuerdo a la interacción entre el nematodo y la especie vegetal y luego se define el comportamiento asignado a cada especie.

Interacción N. aberrans × especie vegetal: Esta interacción fue establecida por los resultados obtenidos de las evaluaciones efectuadas sobre nodulación radical, estados adultos y otros estados de desarrollo encontrados en las raíces. Una vez establecidas las interacciones, estas fueron utilizadas para determinar la naturaleza o comportamiento de cada especie vegetal sea como especie "hospedante" o "no hospedante". El criterio empleado para efectuar esta primera discriminación fue la presencia o ausencia de nódulos radicales y de hembras adultas con masas de huevos, respectivamente. Además dentro de las

"especies hospedantes" y de acuerdo con un segundo criterio referente al número de nódulos y hembras adultas, se identificaron especies eficientes, moderada o poco eficientes. Las primeras fueron aquellas que presentaron un alto número de nódulos y una tasa de multiplicación también alta. Por el contrario, las "moderadamente" y "poco eficientes" fueron aquellas que presentaron un menor o número reducido de nódulos y una Tasa de Multiplicación baja. Obviamente el segundo criterio empleado para las "especies hospedantes" se ajusta también a los conceptos de evaluación de resistencia y/o susceptibilidad de líneas, cultivares, etc. dentro de un cultivo que se considera susceptible, en este caso a *N. aberrans*, tales como papa, papalisa, quinua y oca (i.e. *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, *Ollucus tuberosus*, *Chenopodium quinoa* y *Oxalis tuberosa*, respectivamente).

Por otro lado, las "especies no hospedantes" también se calificaron como "eficientes", "poco eficientes" y "no eficientes". Las "especies eficientes" fueron aquellas que presentaron una alta invasión de estados juveniles, similar a las que ocurriría en las "especies hospedantes eficientes" pero sin alcanzar el desarrollo al estado de hembra adulta con masas de huevos y que según el esquema propuesto se consideran como "plantas trampa". Las especies "poco eficientes" fueron aquellas que presentaron una moderada o menor invasión de estados juveniles en las raíces que la anterior sin alcanzar el estado de hembras adultas. Finalmente las "no eficientes" fueron aquellas en las que no ocurrió invasión a las raíces y que en ningún caso se refiere a la "inmunidad" observada con ciertas líneas o variedades de cultivos considerados como "susceptibles" (i.e. *Oxalis tuberosa*).

Estos criterios presentados en el Cuadro 2 fueron los empleados para calificar el comportamiento de las especies vegetales estudiadas.

Malezas—especies hospedantes (Eficientes, moderadamente y poco eficientes): Por ocurrir la invasión de *N. aberrans*, la formación de nódulos y presencia de hembras a diferentes intensidades, indicando la compatibilidad existente entre las especies vegetales y la población del nematodo, los testigos *Spergula arvensis* (Abrojo) y *Beta vulgaris* (Remolacha), confirmaron su comportamiento de especies Hospedantes-Eficientes y se identificaron como Moderada o Poco eficientes a *Taraxacum officinale* (Diente de león), *Baccharis salisifolia* (Thula-thula) y *Eupatorium azangaroense* (P'isco chaqui).

Malezas—especies no hospedantes eficientes ("Plantas trampa"): *Distichus humilis* (Ch'iji blanco) y *Bromus unioloides* (Cebadilla), permitieron la invasión de estados juveniles infectivos a las raíces y después inhibieron su posterior desarrollo y multiplicación (Fig. 1) en comparación al testigo (*S. arvensis*) que presentó nódulos en sus raíces pero con una aparente menor invasión en las raíces no noduladas, que fueron las utilizadas para determinar el número de individuos.

Malezas—especies no hospedantes poco eficientes: Permitieron una reducida invasión de estados juveniles de *N. aberrans*, sin llegar hasta la formación de hembras y por lo tanto sin multiplicación. Entre estos se tuvo a *Gamochoeta americana* (Wira-wira), *Sonchus*

oleracea (Leche-leche), *Poa* sp. (Dulce grama), *Azorella* sp. (K'ita manzanilla), *Erodium* sp. (Khora), *Plantago major* (Landi-landi), *Lepechiria* sp. (Salvia), *Sida* sp. (Puka khora), *Verbena litoralis* (Verbena), *Oxalis* sp. (K'allcu) y *Tagetes* sp. (Besaña).

Malezas—especies no hospedantes no eficientes: En la raíz de estas malezas no se encontró ningún estado de desarrollo, lo que nos indicaría que los nematodos presentes en el suelo fueron muriendo paulatinamente por falta de alimentación, ya que no estimularon la actividad de *N. aberrans* y por lo tanto su invasión. Entre estas plantas se identificó a *Medicago* sp. (Alfalfa silvestre), *Tropaeolum* sp. (Lingri-lingri), *Nierebergia* sp. (K'ipu), *Azorella diapenzoides* (K'ipa perejil), *Daucus* sp. (Apia), *Malvastrum* sp. (K'ita frutilla), *Lathyrus* sp. (Sult'aque) y *Plantago monticola* (Ichu-ichu).

Especies cultivadas comerciales—cultivos hospedantes eficientes: Realizadas las evaluaciones correspondientes, los testigos *Solanum tuberosum* (papa) y *Beta vulgaris* (remolacha), fueron los que presentaron nodulación radicular, presencia de estados adultos y normal desarrollo del nematodo.

Especies cultivadas comerciales—cultivos no hospedantes eficientes (Plantas trampa): Las gramíneas *Hordeum vulgare* (var. Lucha y var. IBTA-80) y *Triticosecale* (var. Renacer)

Cuadro 2. Criterios empleados para identificar el comportamiento de diferentes especies vegetales.

Comportamiento	Eficiencia	Invasión			Número nódulos
		(J2)	(J3, J4)	(Hembras)	
HOSPEDANTE	Eficiente	(+)	(+)	(+)	>75
	Moderadamente eficiente	(+)	(+, ±)	(±)	11-75
	Poco eficiente	(±)	(+ -)	(±)	1-10
NO HOSPEDANTE	Eficiente: Trampa	(+)	(+, ±, -)	(-)	0
	Poco eficiente	(±)	(±, -)	(-)	0
	No eficiente	(-)	(-)	(-)	0

*(+) Elevado; (±) moderado; (-) No ocurre.

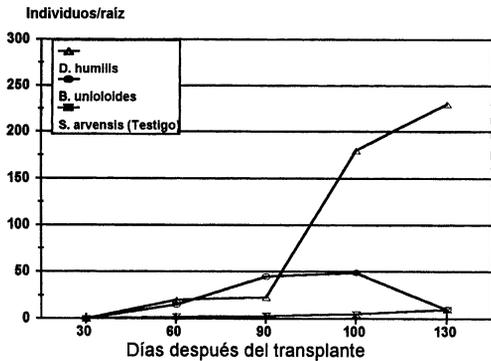


Fig. 1. Especies No Hospedantes-Eficientes o "Plantas trampa" a *N. aberrans*.

permitieron la penetración de estados juveniles en un número elevado en las primeras evaluaciones (5, 10 y 20 cm de altura), disminuyendo significativamente en las evaluaciones finales (Fig. 2) sin el desarrollo a estados adultos, ni formación de nódulos. Las raíces de remolacha (testigo) presentaron un número reducido de individuos porque no se utilizaron aquellas que presentaban nódulos.

Especies cultivadas comerciales—cultivos no hospedantes poco eficientes: Se pudo observar que en las primeras evaluaciones de los pastos y tréboles (5-10cm de altura) ocurrió la penetración de estados juveniles en

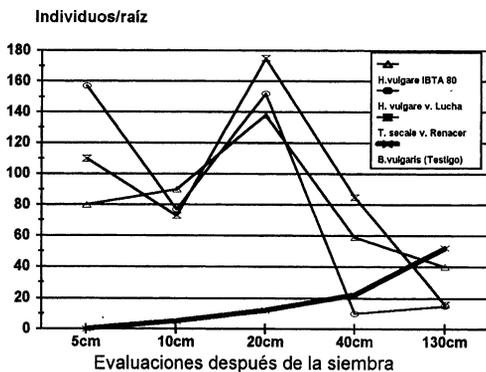


Fig. 2. Cereales No Hospedantes-Eficientes o "Cultivos trampa" a *N. aberrans*.

un número reducido en *Festuca arundinacea* (Festuca), *Festuca alta* (Festuca), *Dactylis glomerata* (Pasto ovillo), *Lolium perenne* (Ray grass italiano), *Lolium multiflorum* (Ray grass inglés), *Trifolium pratense* (Trébol rojo) y *Trifolium alexandrinum* (Trébol de Alejandría).

La penetración del nematodo en las raíces de las variedades de avena (*Avena sativa*) Texas, Gaviota, SEFO I y la línea 136, fue en un número moderado en las primeras evaluaciones (5-10- y 20 cm de altura), disminuyendo el número de individuos en las evaluaciones finales.

Las variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) Sonora, Moapa, Punateña, Bolivia 2 000, Africana y Sabina, permitieron una baja invasión de nematodos infectivos que no completaron su desarrollo.

En las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa*) Pasank'alla y Sajama, se observó una invasión de estados juveniles en un número moderado sin la formación de nódulos ni presencia de hembras y en las evaluaciones finales se observó una disminución de este nematodo.

La presencia de individuos en las raíces de las variedades de haba (*Vicia faba*) Quinsaquillosa, Habilla (Agricultor) y Habilla (Certificada), fue en un número reducido (1 a 20 individuos) en las primeras evaluaciones, disminuyendo en la evaluación final.

La presencia de estados juveniles en las variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis*) fueron en un número muy reducido (2-5 individuos) en las primeras evaluaciones, disminuyendo a 0 en la evaluación final.

De los comportamientos establecidos para las diversas especies vegetales evaluadas de acuerdo a los criterios propuestos se tiene que las malezas *Distichus humulis* y *Bromus unioides* calificadas como No Hospedantes-Eficientes o "plantas trampa", jugarían un rol favorable para disminuir las poblaciones de *N. aberrans* en campos en

descanso. Lo contrario ocurre con *Spergula arvensis*, en primer lugar, por ser una Hospedante-Eficiente y en menor grado con *Taraxacum officinalis*, *Baccharis salisifolia* y *Eupatorium azangaroense*, que por ser Hospedantes-Poco eficientes permiten una baja multiplicación de *N. aberrans*, pero que en todo caso sería necesario eliminarlas de los campos destinados al cultivo de la papa.

Con respecto a las plantas cultivadas, la existencia de cultivos No Hospedantes-Eficientes o "Cultivos trampa" como las variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) Lucha e IBTA-80 y la variedad Renacer de *Triticosecale*, se presentan como alternativas importantes, porque con su empleo como cultivos de rotación, las poblaciones de *N. aberrans* en el suelo disminuirán marcadamente. Por el contrario, con las otras variedades de avena, pastos, tréboles, alfalfas, quinoas, habas y tarwi, por ser No Hospedantes-Poco Eficientes, la reducción de las poblaciones de *N. aberrans* en el suelo será menos drástica, y por lo tanto su incorporación en sistemas de manejo es menos recomendable que el empleo de los "cultivos trampa".

Es por lo tanto recomendable realizar estudios más detallados con las especies y cultivos No Hospedantes-Eficientes considerados como "plantas trampa" puesto que constituyen una alternativa para disminuir las poblaciones de *N. aberrans* en terrenos infestados por el "rosario de la papa".

LITERATURA CITADA

- CASIBLANCO, O., J. FRANCO y R. MONTECINOS. 1998. Razas y gama de hospedantes en diferentes poblaciones de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935), Thorne y Allen, 1944. Revista de la Asociación Latino Americana de la Papa (ALAP). (Por publicarse)
- 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.
- COSTILLA, M. 1985. El falso nematodo del nudo *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 y su relación con el cultivo de papa en el noreste Argentino. Pp. 3-16 en J. Franco y H. Rincón eds. Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Peru.
- CUSICANQUI, D. 1996. Respuesta fisiológica del cultivo de papa Cv. Waych'a (*Solanum tuberosum* spp. *andigena*) a la infección de diferentes densidades de *Nacobbus aberrans* en microparcels. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- MEJIA, H. 1996. Efecto de diferentes niveles de población de *Nacobbus aberrans* en el suelo sobre el comportamiento de dos variedades de papa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- OTAZU, V., G. CAERO, y R. HOOPES. 1982. El rosario de la papa; medidas para su control. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, Instituto de Tecnología Agropecuaria. Consorcio Internacional para el Desarrollo. Cochabamba, Bolivia.
- PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN DE LA PAPA (PROINPA), 1991. Informe Anual 1990-1991. Cochabamba, Bolivia.
- QUIMI, V. H., 1981. Ciclo biológico y comportamiento de *Nacobbus aberrans*. Nematropica: 85-87.
- SHER, S. A., 1970. Revisión of the genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944. (Nematoda: *Tylenchoidea*). Journal of Nematology 2: 228-235.
- SCURRAH M. M., J. FRANCO y P. JATALA. 1978. Los nematodos y la producción de semilla de papa. V Curso Internacional de Producción de Semilla de Papa, Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- TORRICO, R. 1982. Determinación de especies del género *Meloidogyne* mediante hospederos diferenciales. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

Received:

5.II.1998

Accepted for publication:

24.XI.1998

Recibido:

Aceptado para publicación: