

Hoja TECNICA

No. 29

CATIE



Producción de tubérculos para semilla de papa libre de nematodos

Noel Ortuño*
Javier Franco*
Rolando Oros*
Gladys Main*

Introducción

Los problemas fitosanitarios que afectan la producción de papa son muy variados y complejos. Entre estos, el nematodo conocido como rosario de la papa (*Nacobbus aberrans*) (Fig. 1) (Franco *et al.* 1992) y quiste de la papa (*Globodera* spp.) (Fig. 2) (Franco *et al.* 1993) constituyen serias limitaciones para la producción de este cultivo.

La importancia de los nematodos en los campos destinados a la producción de papa ha sido ampliamente investigada; sin embargo, aún no es comprendida totalmente, a pesar de las experiencias que demuestran que una vez introducidos estos patógenos, su erradicación es casi imposible.

Por tanto, es necesario evitar la introducción de *N. aberrans* y *Globodera* spp. a campos libres, porque aún, cuando los daños causados al cultivo de papa no sean severos, con el tiempo afectan la sostenibilidad del suelo, recurso natural que debe preservarse para la seguridad alimentaria.

Estos nematodos no producen síntomas característicos en el follaje y son detectados en las raíces donde se observan nódulos o agallas, causados por *N.*

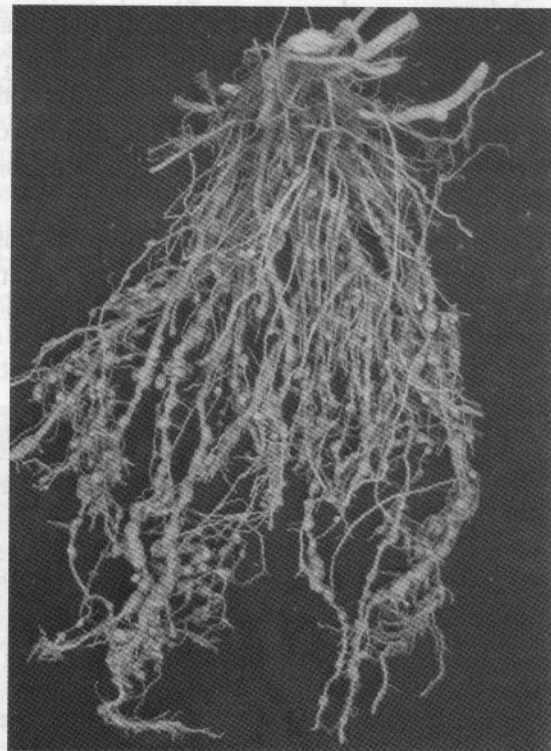


Figura 1. *Nacobbus aberrans*, conocido como nematodo del rosario de la papa.

Recibido: 03/07/98. Aprobado: 30/06/99.

*Fundación PROINPA. Casilla 4285. Cochabamba-Bolivia. EMail: proinpa@proinpa.org

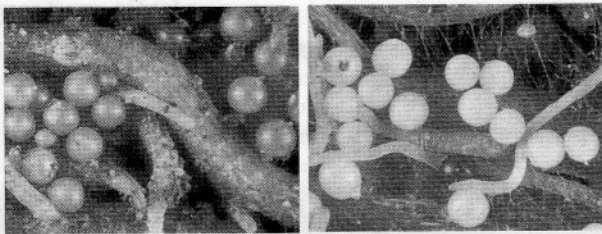


Figura 2. *Globodera* spp., conocido como nematodo del quiste de la papa.

aberrans, o diminutos quistes, que pueden ser desde blancos a café brillante, causados por *Globodera* spp.

Los nematodos *G. rostochiensis*, *G. pallida* y *N. aberrans* afectan el cultivo de papa en la región andina de Bolivia, en forma individual o conjunta, causando diferentes problemas según sus características biológicas, distribución, hospedantes, sobrevivencia, diseminación, razas, e interacción con otros organismos (Cuadro 1).

Importancia económica

En general, las pérdidas de rendimiento causadas por estos fitoparásitos dependen del grado de asociación hospedante-nematodo, de la raza y densidad poblacional del nematodo, susceptibilidad del hospedante, fertilidad del suelo y condiciones ambientales. La combinación de estos factores determinará la severidad de la enfermedad y, consecuentemente, la disminución en la producción.

N. aberrans, debido a su amplio ámbito de hospedantes y distribución geográfica en Bolivia, afecta la producción de semilla de papa. Cualitativamente, de

acuerdo a las normas vigentes, la semilla baja de categoría en la certificación. Cuantitativamente, disminuye los rendimientos, que van desde 30% a 88% (Ramos *et al.* 1998), e incrementa los costos de producción por el diagnóstico y control necesario.

Mundialmente, se conocen seis razas de *G. pallida* y cinco de *G. rostochiensis*. En Bolivia se han detectado las dos especies de nematodos, pero aún no se han identificado las razas. La presencia de ambas especies hacen más difícil el control y pueden incrementar las pérdidas, llegando éstas a variar entre 30%-58%; sin embargo, pueden aumentar por la degradación del suelo.

Distribución

Las especies de *Nacobbus* han sido reportados en Argentina, Chile, Ecuador, México, Estados Unidos, Inglaterra y Alemania entre otros. Mientras que las especies de *Globodera* están distribuidos en Sur América (Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela y Colombia), en Centro América (Panamá), en Norte América (México, Estados Unidos y Canadá), en Europa (Inglaterra, Alemania, España) y algunos países de Asia (Franco *et al.* 1998).

Diseminación mediante tubérculo-semilla

El empleo de tubérculo-semilla procedentes de campos infestados con *N. aberrans*, constituye uno de los principales medios de diseminación de esta plaga hacia otras regiones paperas, y aquellas de reciente incorporación a la producción de este cultivo. Sin embargo, se desconocía el tiempo requerido por este

CUADRO 1. Características diferenciales de *Globodera* spp. y *Nacobbus aberrans* en la Región Andina.

Características	<i>Nacobbus aberrans</i>	<i>Globodera</i> spp.
Pérdidas rendimiento	10,9 - 88%	13,2 - 58%
Distribución	Argentina, Bolivia y Perú	Todos los países
Razas	Conocido	Conocido
Hospedantes	Cultivos andinos y malezas	Algunas solanáceas
Diagnóstico	Muy complejo	Avanzado
Sobrevivencia	Residuos orgánicos de raíces	Quistes
Diseminación	Dentro de tubérculos	Sobre tubérculos
Interacciones	<i>Synchytrium endobioticum</i> <i>Spongospora subterranea</i> <i>Globodera</i> spp.	<i>Verticillium dahliae</i> <i>Ralstonia solanacearum</i> <i>Nacobbus aberrans</i>

Fuente: Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados de la región andina (Franco 1994).

nematodo para establecerse y así ser detectado.

Siembras sucesivas de tubérculos infectados en macetas, con suelo estéril, han demostrado que durante el primer año es poco probable observar nódulos. Estos son notorios después de sembrar dos ciclos consecutivos con tubérculos infectados. Una vez introducida esta especie a un campo libre, su erradicación será imposible.

Aunque los quistes no tienen movimiento propio, constituyen el principal medio de diseminación, porque los huevos pueden permanecer viables por más de 15 años (Esprella 1993 y 1994). Estos también pueden ser trasladados en la tierra adherida a los tubérculos, implementos agrícolas, agua de riego, viento y animales (Franco *et al.* 1993).

Estos antecedentes demuestran el riesgo de emplear tubérculos infectados y la necesidad de usar tubérculo-semilla libre de nematodos.

Cómo producir semilla de papa sin nematodos

En la producción de tubérculo-semilla de papa es importante proteger los terrenos libres de nematodos. Para esto se debe disponer de semilla de buena calidad sanitaria (libre de nematodos). La producción de semillas de calidad puede hacerse en: invernadero, camas protegidas y en condiciones de campo.

Producción de semillas en invernadero

Las plántulas, libres de nematodos, producidas masivamente en condiciones de laboratorio (*in vitro*), son llevadas al invernadero y trasplantadas en macetas o camas de producción de tuberculillos, libres de nematodos.

Otro método de multiplicación rápida de plantas de papa son los esquejes, que pueden ser de brotes, tallos juveniles, laterales, adultos y punta apical. Esta técnica es recomendable porque a través de las partes vegetativas empleadas no se diseminan los nematodos, además es muy útil para obtener semilla limpia en menor tiempo y a bajo costo, en comparación con las obtenidas en cultivo *in vitro*.

Para ambos casos, el sustrato a utilizar deberá ser cuidadosamente esterilizado, para garantizar un sustrato libre de nematodos. En este trabajo se describen dos métodos para verificarlo.

Producción de semillas en camas protegidas

La producción de semilla en camas protegidas es una alternativa al elevado costo de producción en invernadero. En Bolivia, su costo es bajo porque se utilizan materiales propios de la zona como adobe, pie-

dra y paja (Aguilera 1995). Además se adapta a zonas secas y con alta incidencia de heladas.

Se utiliza semilla de 4° y 5°, libre de nematodos y brotes, llegando a obtenerse dos cosechas al año. También se pueden trasplantar esquejes enraizados. El sustrato es suelos libres de *N. aberrans* y *Globodera* spp., lo cual debe comprobarse mediante pruebas como las que se describen en este documento.

Producción de semillas en campo

Para la producción de semilla en campo se debe realizar un muestreo del terreno a utilizar, así como pruebas para asegurar que la semilla producida en invernadero o en camas protegidas se plantó en suelos libres de nematodos.

Para la siembra deben considerarse preferentemente terrenos que estuvieron varios años en descanso. Las herramientas deben ser lavadas cuidadosamente, y hacer canales de drenaje para evitar el ingreso de aguas proveniente de otros terrenos que pueden estar infestados, lo cual puede diseminar los nematodos.

Además, existen otras alternativas para proteger los campos de la presencia de *N. aberrans* y *Globodera* spp. Si los terrenos están en descanso, se debe evitar la presencia de las plantas de papa remanentes (quipas) y malezas hospedantes de *N. aberrans*, por ejemplo esparcilla (*Spergula arvensis*), nabo silvestre (*Brasica campestris*), diente de león (*Taraxacum officinalis*) y otras, en las cuales estos patógenos se reproducen en ausencia del cultivo de papa. Para eliminar estas malezas hospedantes es recomendable dejar la tierra en barbecho periódicamente y protegerla con canales de drenaje (PROINPA 1993). Lo más importante, al sembrar papa en este tipo de terrenos es utilizar semilla de calidad certificada (PROINPA 1991).

En terrenos donde se practica agricultura intensiva, es importante la rotación de cultivos con leguminosas y cereales (cultivos no hospedantes de estas especies de nematodos). Si se detectan poblaciones bajas de *N. aberrans* y *Globodera* es recomendable incorporar leguminosas porque ayudan a bajar las poblaciones y mejorar los rendimientos del cultivo de papa (PROINPA 1992). Es también útil la incorporación de estiércol al suelo (> 7 t/ha) (PROINPA 1994).

Identificación de nematodos

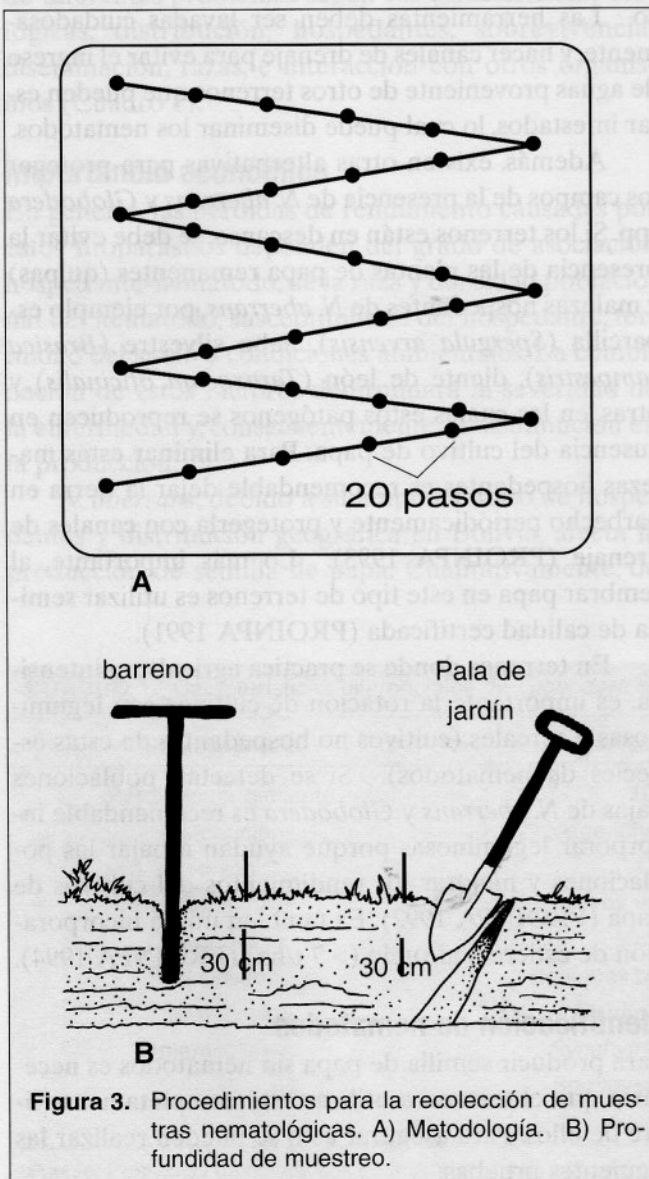
Para producir semilla de papa sin nematodos es necesario que el terreno a utilizar esté completamente libre de ellos. Para asegurar esto se pueden realizar las siguientes pruebas:

Detección de nematodos en ausencia del cultivo.

Para la detección de nematodos en ausencia del cultivo son útiles los muestreos y el bioensayo en bolsa cerrada (Ortuño *et al.* 1996). Alternativamente, para *Globodera* puede usarse el método del vaso y la botella.

Muestreo: La recolección de muestras se puede realizar en cualquier época del año; sin embargo, es recomendable hacerlo en la época húmeda o final de la época lluviosa. A continuación se describe la metodología a seguir:

1. Recorriendo toda la parcela en forma de zig-zag, tomar submuestras cada 20 pasos (Fig. 3A), para un total de 50 submuestras por ha.
2. Las submuestras deben recolectarse a una profun-



dididad de 20 cm, para lo cual se usa un barreno o pala (Fig. 3B). Los primeros 5 cm de suelo se eliminan. La muestra se deposita en una bolsa plástica.

3. La muestra total se debe dividir y tomar 500 g de suelo.
4. Identificar la muestra registrando datos de la zona como agricultor, cultivo anterior, fecha y otros datos que se consideren importantes.
5. La muestra se traslada al laboratorio, durante este tiempo debe mantenerse en un lugar fresco y no exponerse directamente al sol.

Bioensayo: Una vez tomada la muestra, se realiza la prueba del bioensayo, la cual es útil para la determinación de ambas especies de nematodos. La metodología recomendada para esta prueba es:

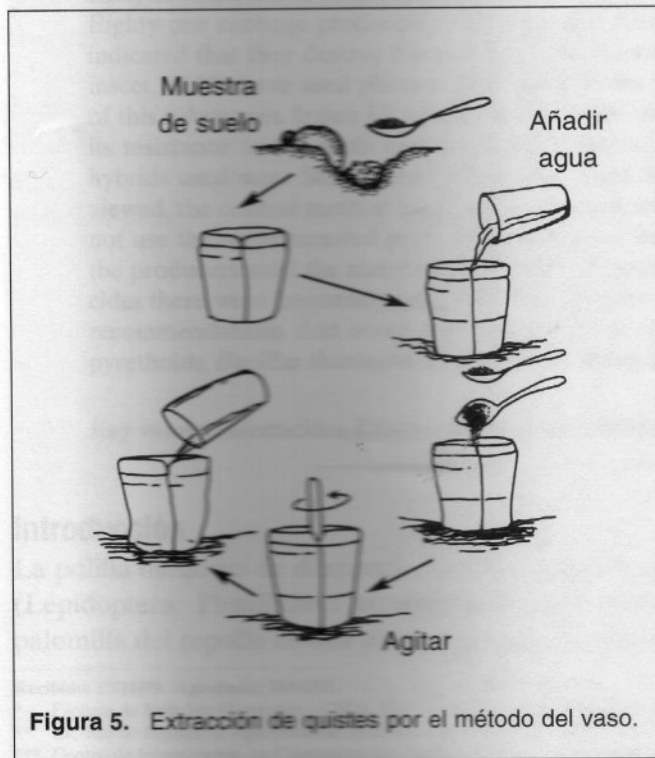
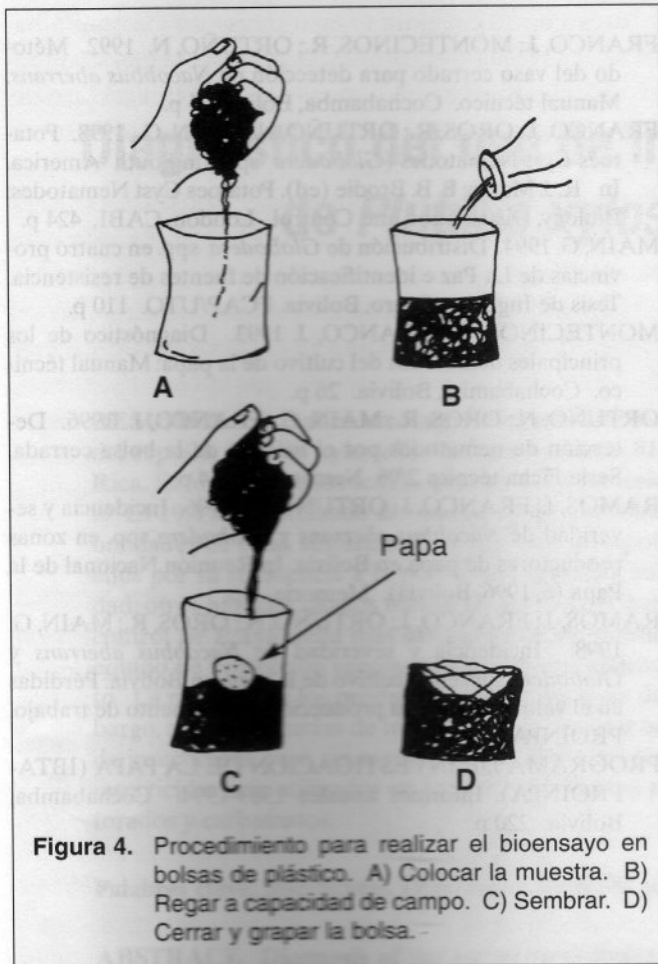
1. Llenar las bolsas (10 x 20 cm) con 400 g de la muestra de suelo (Fig. 4A).
2. Humedecer el suelo a capacidad de campo (Fig. 4B). La humedad excesiva causa pudriciones prematuras en la semilla.
3. Colocar un tubérculo brotado o un brote de una variedad de papa susceptible a estos nematodos en la bolsa (Fig. 4C). La semilla utilizada debe ser libre de nematodos.
4. Tapar la semilla con suelo infestado y cerrar la bolsa (Fig. 4D) la bolsa debe identificarse.
5. Colocar las bolsas sembradas y cerradas en un lugar caliente (25°C) y oscuro para evitar el crecimiento del follaje. En caso de no contar un lugar adecuado se puede utilizar una caja de cartón revestida interiormente con papel periódico, lo cual ayudará a conservar la temperatura, ésta se almacena en un lugar caliente.
6. Evaluar las bolsas 30 días después de la siembra, para determinar la presencia de nódulos (*N. aberrans*) y quistes (*Globodera* spp.). Si la temperatura es menor a 25°C, será necesario esperar más de 30 días para realizar esta prueba.

Este método también es útil para detectar si la semilla está infectada. El procedimiento es similar, pero se utiliza suelo estéril y la semilla de la cual se verificará su estado sanitario.

Método del vaso y de la botella: Para el caso de *Globodera* existen otras alternativas para la determinación de nematodos como el método del vaso (Fig. 5) y el de la botella (Fig. 6).

Método del vaso:

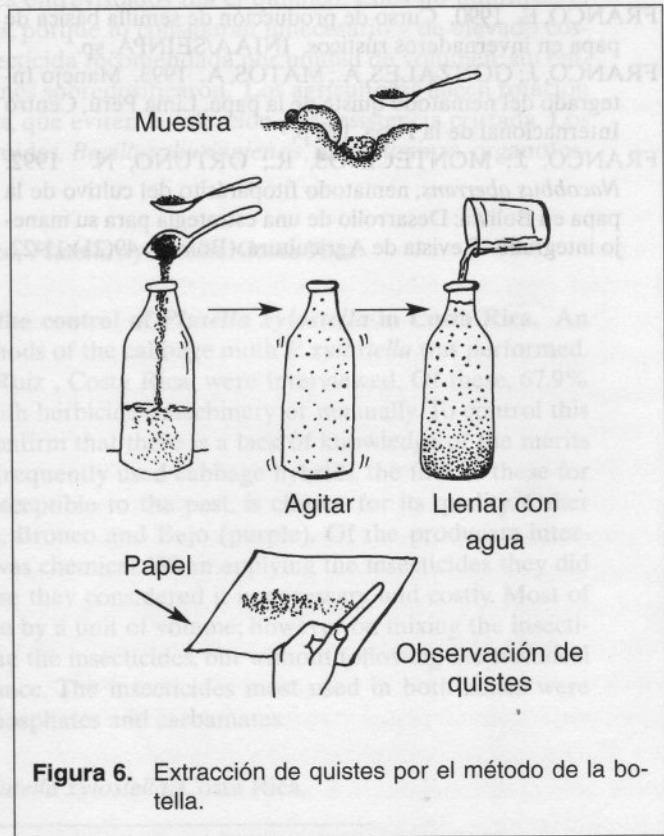
1. Introducir en un vaso 100 g de muestra de suelo y añadir agua hasta 75% de su volumen.



2. Colocar papel periódico (por su rápida absorción) alrededor de las paredes del vaso.
3. Después de 2 minutos extraer el papel, procurando conservar el material adherido al papel.
4. Extender el papel sobre una superficie plana, donde se observará claramente la presencia de quistes de *Globodera* spp., si estos están presentes en la muestra de suelo.

Método de la botella:

- Introducir 100 g de muestra de suelo en una botella limpia y agregar agua hasta la mitad del recipiente y agitar vigorosamente durante 3 minutos.
- Continuar llenando con agua la botella hasta medio centímetro antes de la boca y dejar reposar durante 3 minutos.
- Si la muestra de suelo está infestada, los quistes se observarán en la superficie del agua.



Literatura citada

- AGUILERA, J. 1995. Producción de tubérculo-semilla de papa en camas protegidas. Serie: Manuales técnicos 1/95. Cochabamba, Bolivia, SNAG-IBTA-PROINPA. 11 p.
- CAERO, G. 1984. Distribución de nematodos de importancia económica en zonas productoras de papa en Bolivia. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". 139 p.
- EGUSQUIZA, R. 1987. El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla. Lima, Perú, Universidad Agraria La Molina. 327 p.
- ESPRELLA, R. 1994. Evaluación en parcelas campesinas del nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) en función al tiempo de descanso en el altiplano Central Boliviano. Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas" Universidad Mayor de San Simón. 96 p.
- ESPRELLA, R.; HERVE, D.; FRANCO, J. 1994. Control del nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*) por el descanso largo controlado comunalmente altiplano central boliviano. In Dinámica del descanso de la tierra en los Andes. La Paz, Bolivia, IBTA-ORSTON. 356 p.
- FRANCO, E. 1990. Curso de producción de semilla básica de papa en invernaderos rústicos. INIAA/SEINPA. sp.
- FRANCO, J.; GONZALES, A.; MATOS, A. 1993. Manejo Integrado del nematodo quiste de la papa. Lima Perú, Centro Internacional de la Papa. 172 p.
- FRANCO, J.; MONTECINOS, R.; ORTUÑO, N. 1992. *Nacobbus aberrans*, nematodo fitoparásito del cultivo de la papa en Bolivia: Desarrollo de una estrategia para su manejo integrado. Revista de Agricultura. (Bolivia) 49(21):11-22.

- FRANCO, J.; MONTECINOS, R.; ORTUÑO, N. 1992. Método del vaso cerrado para detección de *Nacobbus aberrans*: Manual técnico. Cochabamba, Bolivia. 5 p.
- FRANCO, J.; OROS, R.; ORTUÑO, N.; MAIN, G. 1998. Potatoes Cyst Nematodes (*Globodera* spp.) in South America. In R. J. Marks; B. B. Brodie (ed). Potatoes Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. London, CABI. 424 p.
- MAIN, G. 1994. Distribución de *Globodera* spp. en cuatro provincias de La Paz e identificación de fuentes de resistencia. Tesis de Ing. Agr. Oruro, Bolivia. FCAP/UTO. 110 p.
- MONTECINOS, R.; FRANCO, J. 1993. Diagnóstico de los principales nematodos del cultivo de la papa: Manual técnico. Cochabamba, Bolivia. 26 p.
- ORTUÑO, N.; OROS, R.; MAIN, G.; FRANCO, J. 1996. Detección de nematodos por el método de la bolsa cerrada. Serie Ficha técnica 2/96 Nematología. 4 p.
- RAMOS, J.; FRANCO, J.; ORTUÑO, N. 1996. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en zonas productoras de papa en Bolivia. In Reunión Nacional de la Papa (6, 1996, Bolivia). Memoria. s.p.
- RAMOS, J.; FRANCO, J.; ORTUÑO, N.; OROS, R.; MAIN, G. 1998. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción. Documento de trabajo. PROINPA. 184.
- PROGRAMA DE INVESTIGACION DE LA PAPA (IBTA-PROINPA). Informes anuales 1989-1994. Cochabamba, Bolivia. 220 p.

