

Meloidogyne sp. atacando el cultivo de papa en zonas altas y frías de Bolivia

Ortuño, N.; B. Rojas; R. Oros; O. Díaz¹

Resumen

Como inóculo inicial se utilizó suelo naturalmente infestado de *Meloidogyne* spp., obtenido de campos de cultivo de papa, el cual se diluyó con suelo estéril y utilizó como niveles de suelo infestado (0, 20, 40, 60, 80 y 100%), en dos variedades de papa. Después de la siembra y desarrollo de las plantas de papa, se determinó que la variedad Desirée presentó más nódulos y huevos al momento de la floración, pero a la cosecha menores pérdidas de rendimiento (28.46%) con relación a la variedad Waych'a (39.51%). Se identificó como cultivos hospedantes comerciales al isaño (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) y arveja var. Yesera (*Pisum sativum*), como cultivos trampa: trigo (T.H. Totorá), cebada (IBTA-80 y Lucha), arveja (SB-3 y SB-2), haba (E-34), isaño (Isaño), papalisa (K'ellu papalisa) y avena (Sefo-1). Las especies silvestres que presentaron nodulación fueron: *Sonchus* sp., *Brachiaria xantholeuca*, *Richardia scabra*, *Bidens pilosa* y *Sonchus oleracea*. Complementariamente, se realizaron diagnósticos en campos de agricultores arriba de los 3500 msnm y se determinó que *Meloidogyne* spp. está diseminado en los departamentos de Potosí, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba con severidades e incidencias variables. Además en los tres primeros departamentos se detectó al nematodo en interacción con *N. aberrans* y *Globodera* spp. Se hicieron análisis de la especie de *Meloidogyne* y se determinó que no corresponde a las especies; *M. ingognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. javanica*, en base a los análisis de patrones perineales, siendo similares a *M. incognita* pero las hembras son comparativamente más pequeñas y en el patrón perineal los arcos superiores son mucho más elevados en el nuevo

¹ Investigadores Fundación PROINPA, n.ortuno@proinpa.org

***Meloidogyne* de las zonas altas de los Andes bolivianos, por lo cual no corresponde a ninguna especie del nematodo antes descrito en Bolivia.**

Palabras claves adicionales: Pérdidas de rendimiento, hospedantes cultivados, especies silvestres.

Aceptado para publicación: 13 de marzo, 2013.

Meloidogyne sp. Attacking the Potato Crop at High Altitudes and Cold Areas of Bolivia

Summary

Soil, from potato crop fields, naturally infested of *Meloidogyne* spp. was used as initial inoculum, which was diluted with sterile soil and used as infested soil levels (0, 20, 40, 60, 80 and 100%), in two potato varieties. After sowing and potato plants growth, it was determined that Désirée variety showed more nodules and eggs during the flowering, but fewer losses of yield during the harvest (28.46%) compared to the Waych'a variety (39.51%). Isaño (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) and pea Yesera var. (*Pisum sativum*) were identified as commercial host crops. Wheat (T.H. Totorá), barley (IBTA-80 and Lucha), pea (SB-3 and SB-2), bean (E-34), isaño (Isaño), papalisa (K'ellu papalisa) and oats (Sefo-1) as trap crop. The wild species presenting nodulation were *Sonchus* sp., *Brachiaria xantholeuca*, *Richardia scabra*, *Bidens pilosa* and *Sonchus oleracea*. Additionally, diagnostics were conducted in farmer's fields above 3500 masl and it was determined that *Meloidogyne* spp. is scattered in the departments of Potosí, Chuquisaca, Tarija and Cochabamba with severities and variables incidences. In the first three departments, it was also detected the nematode interacting with *N. aberrans* and *Globodera* spp. Analysis were made to *Meloidogyne* specie and it was determined that it does not correspond to the species *M. ingognita*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. javanica*, based on

perineal pattern analysis, being similar to *M. incognita* but females are comparatively very small and top arches are much larger in the new *Meloidogyne* of Bolivia high altitudes.

Additional key words:

Yield lost, host cultivar, wild species.

Introducción

En Bolivia en 1985, *Meloidogyne* sp. fue detectado atacando al cultivo de papa en Betanzos departamento de Potosí, a una altitud de 3100 msnm (Cabanillas, 1985); en 1993-94 se registró la presencia de *Meloidogyne* sp. en parcelas destinadas a la producción de semilla de papa de las variedades Alpha y Désirée (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*), además de parasitar a plantas de piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), en las comunidades de Monte Punku (2900 msnm) y Moyapampa-Totora (2950 msnm), del departamento de Cochabamba (Coca, 1992). Posteriormente, los años 1996-97 técnicos de certificación de semilla e investigadores de la Fundación PROINPA detectaron la presencia de este nematodo atacando al cultivo de la papa en el departamento de Cochabamba en la zona de Moyapampa.

Luego se evidenció la presencia de *Meloidogyne* sp. en muestras de raíces de haba enviadas de Lequezana (Potosí) por técnicos del Instituto de Investigación Agrícola en Bolivia (IBTA) en 1997. Asimismo, muestras de raíces de papa enviadas del departamento de La Paz en 1998, a los laboratorios de la Fundación PROINPA, mostraron la presencia de nódulos diminutos y constataron que el agente causal era *Meloidogyne* sp., las que provenían de parcelas de cuatro agricultores semilleristas de Jucumarini (Prov. Inquisivi-La Paz) que se encontraban a una altitud de 3650 msnm.

Estos antecedentes muestran algo particular en Bolivia porque a este género no había sido observado en zonas altas (3000 msnm), lo frecuente de este género es observarlo en valles

interandinos, donde se produce tomate (*Lycopersicon esculentum*), maní (*Hipomoea ipogea*), frutales de valle y otros que se cultivan por debajo de los 2500 msnm (Condori y Ortuño, 2010). Por eso la importancia de estudiarlo y determinar su grado de distribución en las zonas de producción de tubérculo semilla de papa.

Materiales y métodos

Los estudios I y II se realizaron en los invernaderos del Centro Experimental Toralapa de la Fundación PROINPA, que está ubicado a 3430 msnm en el departamento de Cochabamba-Bolivia. El inóculo utilizado en los estudios se obtuvo de suelo naturalmente infestado de campos cultivo de papa, de la zona de Moyapampa ubicada a 2950 msnm en el departamento de Cochabamba-Bolivia, donde *Meloidogyne* está presente con alta frecuencia en las parcelas de cultivo. La población se determinó en laboratorio, utilizando la técnica de centrifugación y flotación de Jenkins (1964) y Hooper (1970), determinándose la población de 21 vermiformes por gramo de suelo.

I. Gama de hospedantes a *Meloidogyne* sp.

Se realizaron estudios para determinar la gama de hospedantes de *Meloidogyne* spp. de zonas altas con diversas especies vegetales cultivables y no cultivables (Tabla 1) procedentes de zonas alto andinas y comunes en los sistemas de producción papero. Estas se sembraron en macetas de 50 cm de ancho x 70 cm de largo y 40 cm de altura, conteniendo suelo naturalmente infestado con este nematodo. El comportamiento de las especies vegetales, respecto al nematodo, se definió de acuerdo a un esquema establecido para este fin (Franco, 2003), donde la eficiencia (Efi) fue calificada como: Eficiencia baja (EB), Eficiencia moderada (EM) y eficiencia alta (EA) y no hospedante (NH).

II. Pérdidas en el rendimiento de dos variedades de papa

La población inicial en este estudio correspondió al 100% de inóculo utilizado (21 estados vermiformes por gramo de suelo),

proveniente de una parcela de cultivo de papa naturalmente infestado, este se diluyó con el mismo suelo esterilizado, en las proporciones de 100%, 80%, 60%, 40%, 20% y 0%.

Tabla 1. Especies cultivadas y no cultivadas en la zona alto andina de Bolivia evaluadas para establecer la gama de hospedantes de *Meloidogyne* sp.

Nombre científico Especies cultivables	Nombre común	Familia
<i>Solanum tuberosum</i> spp. <i>tuberosum</i>	Désirée	Solanaceae
<i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> .	Waych´a	Solanaceae
<i>Avena sativa</i>	Avena	Gramineae
<i>Hordeum vulgare</i>	Cebada	Gramineae
<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Graminaceae
<i>Triticum secale</i>	Triticale	Híbrido
<i>Vicia faba</i>	Haba	Leguminosae
<i>Pisum sativum</i>	Arveja	Leguminosae
<i>Lupinus mutabilis</i>	Tarwi	Leguminosae
<i>Chenopodium quinoa</i> .	Quinoa	Chenopodiasae
<i>Bromus unioloides</i> .	Bromus	Graminosae
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Isaño	Tropaeolasae
<i>Ullucus tuberosus</i>	Papalisa	Basellasae
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca	Oxalidasae
Especies no cultivables		
D1*	<i>Sonchus</i> . spp.	Asterasae
K´ipu	<i>Nierebergia</i> . Spp.	Compositasae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i> .	Cruciferasae
D2*	<i>Brachiaria xantholeuca</i> .	Poacea
Abrojoito.	<i>Spergula arvensis</i>	Cariophyllasae
Botoncillo	<i>Richardia scabra</i> .	Rubiasae
Muni	<i>Bidens pilosa</i>	Compositasae
K´epu k´epu.	No identificado	Asterasae
Leche Leche	<i>Sonchus oleraceae</i>	Compositasae

D1* y D2* Especies no identificadas por su nombre común.

Para determinar las pérdidas de rendimiento se utilizaron dos variedades de papa, Waych´a (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) y Désirée (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosa*) y diez

repeticiones por cada uno de los 6 tratamientos (Tabla 2). Las evaluaciones realizadas fueron: Población inicial y final (Pi y Pf), tasa de multiplicación (TM), número de hembras por nódulo, número de huevos por hembra, número de estados vermiformes y el número de nematodos en el tubérculo. Para los análisis en laboratorio se utilizaron las técnicas de centrifugación y flotación de Jenkins (1964) y Hooper (1970). En el análisis de datos se utilizó un diseño completamente al azar y comparación de medias por Tukey, usando el sistema SAS.

Tabla 2. Tratamientos utilizados en el ensayo realizado en condiciones de invernadero

*Niveles	Variedad	Cantidad de inóculo en Kg./Maceta
0	Waych`a – Désirée	100 % de suelo estéril.
20	Waych`a – Désirée	20 % de suelo infestado (inóculo).
40	Waych`a – Désirée	40 % de suelo infestado.
60	Waych`a – Désirée	60 % de suelo infestado.
80	Waych`a – Désirée	80 % de suelo infestado.
100	Waych`a – Désirée	100 % suelo infestado.

* Niveles = Niveles de infestación del suelo.

En el mismo ensayo se efectuaron evaluaciones agrofisiológicas, considerando las variables: altura de planta, número de tallos, peso de la raíz y rendimiento. Para el análisis estadístico en esta parte del estudio se utilizó un análisis de tendencia utilizando el sistema SAS, con la opción PROC REG.

III. Incidencia y severidad de *Meloidogyne* sp. en muestras de zonas de altura en Bolivia

Se colectaron muestras de suelo en 1708 parcelas de 12 Municipios en 10 provincias de los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija (Tabla 3).

Las muestras recibidas en laboratorio una vez codificadas fueron evaluadas para determinar la incidencia (número de parcelas infestadas por comunidad, municipio o provincia) y

severidad (intensidad de ataque causada por el nematodo). Para estas evaluaciones e identificación del nematodo se utilizó el método del bioensayo en bolsa cerrada. El método del bioensayo consiste en utilizar 400 gr de suelo de campo, depositarlo en una bolsa de plástico transparente (facilita la evaluación), humedecer a capacidad de campo, sembrar un tubérculo pequeño ya brotado y sano, cerrar herméticamente la bolsa y se coloca en una incubadora a 25°C, en completa obscuridad (favorece solo el desarrollo de raíces) por 40 días, oportunidad en que se efectúa la evaluación por observación de las raíces (Ortuño *et al.*, 1999).

Tabla 3. Muestras de suelo de diferentes municipios, provincias y departamentos para su evaluación nematológica por pruebas de bioensayo

Departamento	Provincia	Municipio	No. Muest.
Potosí	Bernardino Bilbao	Acasio	32
	Cornelio Saavedra	Betanzos	188
	Chayanta	Ocurí	299
		Ravelo	64
	Rafael Bustillos	Uncía	279
	Modesto Omiste	Villazón	21
Chuquisaca	Zudañes	Presto	125
		Icla	138
	Belisario Boeto	Villa Serrano	275
	Yamparaez	Tarabuco	30
Tarija	Cercado	Tarija	226
	Mendez	El Puente	31

Para cuantificar el grado de infestación² se determinó la densidad poblacional de los nematodos en las muestras de suelo (severidad) y número de parcelas afectadas (incidencia). Se utilizó para el primer caso, el número de nódulos causados por los nematodos (*Meloidogyne* sp. y *N. aberrans*), y el porcentaje de nodulación causados por los nematodos en el

² **Infestación:** presencia de patógeno o parásito en un medio físico (suelo, agua, herramientas, aire y otros).

Infección: afección de patógeno o parásito en el tejido vivo.

total de la raíz observada del bioensayo, solo o en interacción, con otros nematodos parásitos de la papa. Para la incidencia, se registró el porcentaje de parcelas infestadas por el nematodo en cada municipio. La presencia de *Globodera* spp. se evaluó de acuerdo a presencia o ausencia de quistes en las raíces.

IV. Identificación de la especie de *Meloidogyne* sp.

De las muestras colectadas para el estudio de incidencia y severidad de *Meloidogyne* sp., se aislaron 30 hembras por las 10 provincias de los tres departamentos estudiados, las cuales fueron disectadas (Taylor y Sasser, 1983) para obtener un total de 300 patrones perineales. Estos patrones fueron observados al microscopio compuesto y comparados analizando lo descrito por Taylor y Sasser (1983) y la colección de fotografías publicadas por el Organismo Internacional de *Meloidogyne* de la Universidad de Carolina del Norte-USA.

Resultados y discusión

I. Gama de hospedantes.

Las especies vegetales cultivables y silvestres, se agruparon en hospedantes y no hospedantes, según la presencia o ausencia del nematodo, considerando cualquiera de sus estados de desarrollo o síntomas en las raíces de cada especie vegetal.

Especies cultivables. Las especies cultivables se evaluaron por la presencia de nódulos en las raíces, y en base a los síntomas se clasificaron en hospedantes y no hospedantes de *Meloidogyne* sp.

a) Especies hospedantes eficientes.

Las especies vegetales de la Tabla 4, se identificaron como hospedantes eficientes de *Meloidogyne* sp., por la formación de nódulos y porque se verificó en laboratorio la presencia de hembras globosas en las raíces, lo cual muestra compatibilidad entre las especies vegetales y la población del nematodo. El nematodo logró completar su desarrollo hasta el estado de

adulto, por eso la presencia de hembras globosas, siendo el isaño (var. Azul isaño), oca (var. Lluchu) y la arveja (var. Yesera), las que se comportaron en forma similar, pero con un menor número de nódulos, por lo que se les denominó como de eficiencia baja (EB). Oca var. s/n (sin nombre) tuvo un comportamiento diferente al resto de los hospedantes, presentando un mayor número de nódulos (15 nódulos) por lo que fue evaluado como hospedante de eficiencia alta, además se observaron estados juveniles en las raíces.

Este hecho demuestra que *Meloidogyne* sp. tiene hospedantes altamente eficientes en los que se puede reproducir favorablemente bajo las condiciones estudiadas. Sin embargo el comportamiento puede variar en la misma especie cultivable, es así que con la oca, hay una variedad muy susceptible y otras dos con cero presencia de nematodos y/o síntomas (Tabla 4).

b) Especies no hospedantes.

Estas especies comprenden todas aquellas que no presentaron nódulos en las raíces ni estados inmaduros (análisis de laboratorio no detectaron la presencia de juveniles del nematodo) de *Meloidogyne* sp. dentro sus raíces, porque no permitieron la penetración del nematodo ni su reproducción en sus raíces

Las especies vegetales citadas en el Tabla 5 muestran que no existe formación de nódulos ni presencia de estados juveniles en las plantas cultivadas de tarwi (*Lupinus mutavilis*), oca (*Oxalis tuberosa*), isaño (*Tropeolum vulgare*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), bromus (*Bromus unioloides*) y quinua (*Chenopodium quinoa*), por lo que se las denominaron como especies cultivables no hospedantes. Por otro lado, estas especies podrían servir como una alternativa en la rotación de cultivos para el manejo del nematodo.

c) Cultivos trampa con alta eficiencia.

En las especies de la Tabla 5 no se observó el desarrollo de nódulos, pero mediante el procesado de raíces en laboratorio, se detectó número elevado de nematodos (desde 125 hasta 350 individuos en 4 gramos de suelo) en estados juveniles, los

cuales dan la pauta para clasificarlos como posibles cultivos trampa. Aún cuando la penetración de nematodos a las raíces fue en número elevado no presentaron nodulaciones radiculares. Esto indicaría que *Meloidogyne* sp. invadió las raíces de dichas especies pero no permitió la formación de hembras y huevos, por consiguiente no hubo reproducción. Resultados similares fueron observados con *Nacobbus aberrans*, por Ortuño *et al.* (1998) y Main *et al.* (1999), quienes demostraron que ciertas variedades o líneas de cebada, avena, trigo y triticale son cultivos trampa para *N. aberrans* porque estas especies vegetales permiten la penetración del nematodo pero no su reproducción.

Tabla 4. Especies cultivadas hospedantes y no hospedantes de *Meloidogyne* sp.

CULTIVO Hospedantes	Nombre Científico	No.	Ind.	Efic.
Isaño var. Azul isaño	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	4	50	EB
Oca var. Lluchu	<i>Oxalis tuberosa</i>	4	75	EB
Arveja var. Yesera	<i>Pisum sativum</i>	5	225	EB
Oca var. s/n	<i>Oxalis tuberosa</i>	15	75	EB
No Hospedantes				
Triticale var. Renacer	Triticosecale	0	0	NH
Haba var. P-5	<i>Vicia faba</i>	0	0	NH
Haba var. E-33	<i>Vicia faba</i>	0	0	NH
Isaño var. Isaño	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	0	0	NH
Oca var. Q´uella apilla.	<i>Oxalis tuberosa</i>	0	0	NH
Oca var. Q´uella amarilla.	<i>Oxalis tuberosa</i>	0	0	NH
Tarwi criollo.	<i>Lupinus mutabilis</i>	0	0	NH
Papalisa var. Malcacho.	<i>Ullucus tuberosus</i>	0	0	NH
Papalisa var. Verde.	<i>Ullucus tuberosus</i>	0	0	NH
Bromus	<i>Bromus unioloides</i> .	0	0	NH
Quinoa var. Sajama.	<i>Chenopodium quinoa</i>	0	0	NH

No. = Número de nódulos **Ind.** = Individuos en 4 gramos de raíz. **Efic.** Nivel de eficiencia **EB** = Eficiencia baja **NH**=No hospedante.

Tabla 5. Especies cultivables que funcionan como cultivos trampa de *Meloidogyne* sp. con diferente eficiencia

Cultivo	Nombre Científico	No.	Ind.	Efic.
Trigo var. T.H Totorá	<i>Triticum aestivum</i>	0	125	EA
Cebada var. IBTA-80	<i>Hordeum vulgare</i>	0	175	EA
Arveja var. SB-3	<i>Pisum sativum</i>	0	350	EA
Arveja var. SB-2	<i>Pisum sativum</i>	0	375	EA
Haba var E-34	<i>Vicia faba</i>	0	150	EA
Cebada Var. Lucha	<i>Hordeum vulgare</i>	0	25	EB
Isaño Var. Isaño	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	0	25	EB
Papalisa Var. K'ellu papalisa	<i>Ullucus tuberosus</i>	0	50	EB
Avena Var. Sefo 1	<i>Pisum sativum</i>	0	75	EB

No. = Número de nódulos **Efic.** = nivel de eficiencia. **Ind.** = Individuos en 4 gramos de raíz. **NE** = No eficiente. **EB** = Eficiencia baja. EB=Eficiencia Baja.

d) Cultivos trampa con baja eficiencia.

La penetración del nematodo en las raíces de las variedades mencionadas en la Tabla 5 fue menor (desde 25 hasta 75 individuos por 4 gramos de suelo) en las evaluaciones realizadas en el momento de la floración. Estos resultados muestran que si bien *Meloidogyne* sp. invadió dichas especies, no permitió la formación de nódulos, hembras y huevos. Por lo indicado la cebada var. Lucha, isaño var. Isaño, la papalisa var. K'ellu papalisa y la avena var. Sefo 1 se comportaron como especies trampa de eficiencia baja porque se encontró un bajo número de nematodos dentro las raíces pero sin formación de nódulos, por lo tanto el nematodo no llegó a reproducirse no completando su ciclo de vida.

Especies silvestres. Las especies silvestres permanecen en los períodos en descanso y es ahí donde el nematodo puede continuar su ciclo vital. Esto sucede debido a que el agricultor de la zona andina, después de realizar la rotación tradicional, deja descansar sus terrenos por períodos de 2 a 3 años, por eso es importante su análisis. En las muestras observadas se identificaron cinco especies silvestres hospedantes de *Meloidogyne* sp., *Sonchus* spp. con 80% y *Brachiaria xantholeuca* con 60 % de nodulación, estas fueron clasificados

como especies silvestres hospedantes de alta eficiencia. *Richardia scabra*, *Bidens pilosa* y *Sonchus oleracea* se clasificaron como especies silvestres hospedantes de eficiencia baja por presentar un bajo porcentaje de síntomas. Mediante el procesado de raíces se pudo encontrar también estados juveniles, los cuales llegaron a completar su ciclo hasta la formación de nódulos (Tabla 6).

Tabla 6. Especies silvestres eficientes como hospedantes de *Meloidogyne* sp.

Especie	Nombre Científico	%	Ind.	Efic.
D1	<i>Sonchus</i> spp.	80	300	EA
D2	<i>Brachiaria xantholeuca</i>	60	100	EA
Botoncillo	<i>Richardia scabra</i> .	20	50	EB
Muni	<i>Bidens pilosa</i> .	5	75	EB
Leche Leche	<i>Sonchus oleracea</i>	5	75	EB

% = Porcentaje de nodulación. **No.** = Número de nódulos **Efic.** = nivel de eficiencia. **Ind.** = Individuos en 4 gramos de raíz. **EA** = Eficiencia alta. **EB** = Eficiencia baja. **D1** y **D2** = Especies que no fueron identificados por su nombre común.

II. Pérdidas en el rendimiento

Para estimar estas pérdidas se consideraron las Variables nematológicas en el cultivo de papa que se describen a continuación

Tasa de multiplicación (TM).

La tasa de multiplicación (TM) de *Meloidogyne* sp. en la variedad Waych'a, fue mayor en el tercer nivel de infestación (40%), incrementándose en 3.0 veces la población inicial. Posteriormente, la tasa disminuyó a densidades, sólo hasta 1.4 veces en 100% de infestación del suelo. El hecho de que descienda a partir del nivel 40 %, se debería a un efecto de competencia para el nematodo (Tabla 7).

La TM del nematodo en la variedad Désirée fue menor en comparación a la variedad Waych'a. La máxima TM, en esta variedad fue en el nivel de 20% y 40 % de infestación, con un

crecimiento de la población inicial de 2.0 veces. Posteriormente, a mayores densidades de población del nematodo, la TM fue menor. Esto puede estar relacionado con las características de crecimiento de cada variedad, porque la variedad Désirée presenta una menor área radical que la variedad Waych´a (Tabla 7), por lo tanto menor espacio de penetración y alimentación para el nematodo. Esto coincide con estudios realizados por Cusicanqui *et al.* (1997), con diferentes niveles de *N. aberrans* en cultivo de papa.

Tabla 7. Tasa de multiplicación de *Meloidogyne* sp. en las variedades de papa Waych´a y Désirée

Niveles de Infestación (%)	WAYCH´A			DÉSIRÉE		
	Pi	Pf	TM *	Pi	Pf	TM
0	0	0	0.0	0	0	0.0
20	3	5	1.7	2	4	2.0
40	3	9	3.0	5	10	2.0
60	10	16	1.6	11	18	1.6
80	11	19	1.7	19	30	1.6
100	15	21	1.4	83	92	1.1

$$TM = Pf/Pi$$

Número de nódulos.

En la variedad Waych´a, los diferentes niveles de infestación del suelo, mostraron una correlación lineal ascendente con el número de nódulos radicales respecto al tiempo (Figura 1 A). Después de la siembra (53 y 90 dds), se observaron tendencias ascendentes con respecto a los niveles de infestación del suelo, ajustándose a una función lineal con un coeficiente de correlación de $R^2=0.94$ ($p=0.01$) a los 53 dds, y. A los 53 dds, en la regresión se observa que por cada unidad del nivel de infestación del suelo con *Meloidogyne* se incrementa 0.15 nódulos por planta en la variedad Waych´a.

En el nivel 0% de infestación del suelo, no se observaron presencia de nódulos, demostrándose así que este nivel estuvo libre del nematodo. A partir del segundo nivel (20 % de suelo

infestado), se observa la presencia de nódulos a los 53 dds en un número de 3. En el tercer nivel (40 % de suelo infestado), a los 53 dds no existe incremento de nódulos. La máxima nodulación se observó en el nivel de 100% de infestación del suelo, con un total de 15 nódulos a los 53 dds.

La variedad Désirée (Figura 1 B), presentó nódulos radicales abundantes (Figura 1), existiendo un aumento en número a medida que transcurre el tiempo; a los 53 y 75 dds, se observa una tendencia ascendente, respecto a los niveles de infestación del suelo. Esta tendencia se explica por una función cuadrática, $R=0.89$ ($p=0.01$) a los 53 dds y de $R=0.92$ ($p=0.01$) a los 75 dds.

En la variedad Désirée como en la variedad Waych'a en el primer nivel (0% de suelo infestado), se confirmó la ausencia de nematodos y nódulos radiculares. En el segundo nivel el incremento es de 2 nódulos a los 53 dds y de 4 nódulos a los 90 dds. A partir del segundo nivel (20 % de suelo infestado), hay un aumento gradual y el máximo se puede observar en el nivel de máxima infestación (100%), donde el número de nódulos alcanzó a 83 a los 53 dds y de 92 nódulos a los 90 dds.

La variedad Désirée presentó mayor número de nódulos respecto a la variedad Waych'a, en todos los niveles de infestación del suelo (Figura 1). Esta diferencia demuestra que la variedad Désirée resultó ser más susceptible al ataque de *Meloidogyne* comparada con la otra variedad.

Análisis del desarrollo del nematodo en la raíz.

En la variedad Désirée cuando aumenta el nivel de infestación del suelo también aumenta la cantidad de nematodos vermiformes en las raíces (Tabla 8). Después de observar morfológicamente los estadios juveniles del nematodo, se observó mayor presencia de J2 en el nivel de 60% de infestación del suelo, con 323 individuos, seguido por el nivel 100% de infestación con 208 nematodos, probablemente porque en las menores densidades de población de nematodos en el suelo, sucede con mayor rapidez la eclosión y existe menor competencia de espacio radical. El estadio J3 no se

detectó en los niveles 0, 20, 40 y 80 %, se observó la mayor presencia en el nivel de 60 % de infestación con 108 nematodos por 4 g de raíz, seguido por el nivel de 100% de infestación con 33 individuos. El cuarto estadio juvenil (J4) se presentó a partir del nivel de 20 % de infestación del suelo, pero con una presencia mucho mayor en el último nivel (100% de infestación) con 175 nematodos. Además se observó la presencia de machos pero en menor cantidad en relación a los demás estadios llegando a encontrarse 42 nematodos en el 100% de infestación del suelo. En la variedad Désirée, la mayor cantidad de estados vermiformes, se presentaron en el nivel de 60 % de infestación del suelo seguido por el nivel de máxima infestación de suelo (100%).

En la variedad Waych'a (Tabla 8), la mayor cantidad de nematodos vermiformes, se presentaron en el nivel de máxima infestación del suelo (100%). La presencia de los segundos estadios juveniles (J2) fue reducido en la variedad Waych'a, llegándose a encontrar hasta 192 nematodos en el nivel mas alto (100% de infestación), mientras que el tercer estadio juvenil (J3) no se pudo observar en los niveles 0, 20, 40, 60 y 80 %, pero si en el último nivel con 100 nematodos por 4 g de suelo. El cuarto estadio juvenil J4 se encontró en todos los niveles, llegando a presentarse en mayor cantidad en el nivel de máxima infestación con 258 nematodos, seguido por el nivel de 40 % con 225 nematodos. La presencia de machos también se evidenció pero en forma reducida. En ambas variedades Waych'a y Désirée, la presencia de estadios juveniles en las raíces se pudo encontrar a partir del segundo nivel de infestación de suelo, llegando a incrementarse en cada nivel.

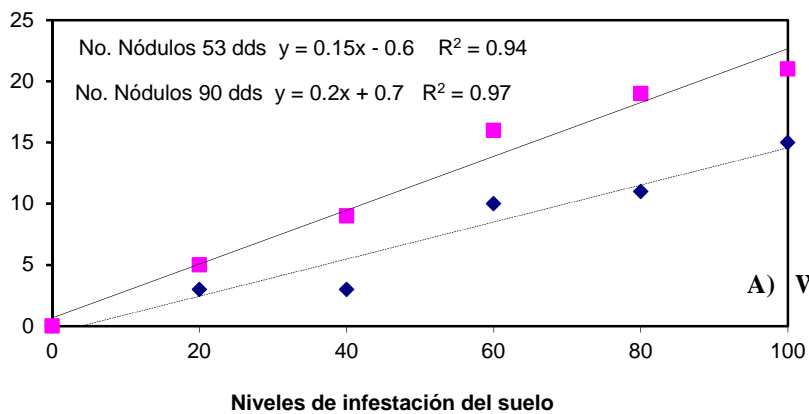
En las variedades Waych'a y Désirée (Figura 2), al momento de realizar la disección de los nódulos encontrados en las raíces, se observó la presencia de sólo una hembra por nódulo en las diferentes densidades de suelo infestado bajo las condiciones de estudio, es decir no hubo un efecto directo de los niveles de infestación del suelo sobre la cantidad de hembras por nódulo.

En cambio cuando se observó el número de huevos por hembra de *Meloidogyne* sp. se observaron diferencias ($p=0.05$) entre

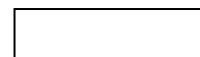
variedades. En la variedad Désirée se observó un 24% más de huevos que la variedad Waych'á.

Figura 1. Número de nódulos causados por *Meloidogyne* sp. en las variedades A) Waych'á y B) Désirée en diferentes niveles de infestación del suelo

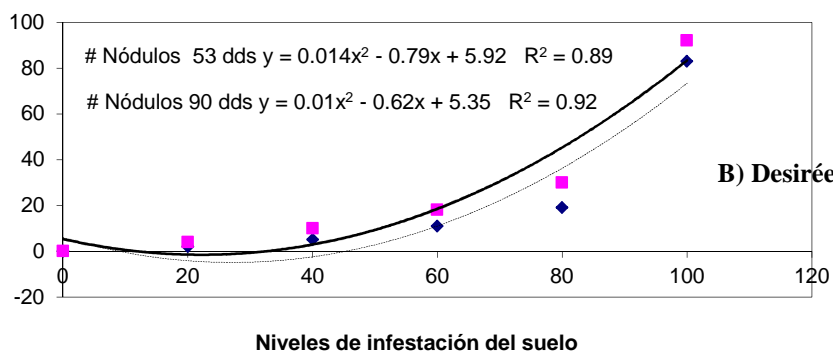
No. Nódulos/planta



A) Waych'á



No. Nódulos/planta



B) Désirée



La variedad Désirée mostró 155 huevos dentro de la masa gelatinosa, mientras que la variedad Waych'a solo 105 huevos, observándose machos en las masas de huevos.

Tabla 8. Diferentes estadios de desarrollo de *Meloidogyne* sp. en seis niveles de infestación del suelo, en 4 g. de raíz evaluados a la floración, en la variedad Désirée

Variedad	Nivel de infestación	J2	J3	J4	Machos	Hembras	Total
Désirée	0	0	0	0	0	0	0
	20	42	0	17	33	1	93
	40	117	0	75	8	1	201
	60	323	108	133	33	1	599
	80	100	0	58	0	1	159
	100	208	33	175	41	1	459
Waych'a	0	0	0	0	0	0	0
	20	42	0	17	33.33	1	93
	40	133	0	225	8.33	1	368
	60	8.3	0	67	8.33	1	84
	80	33	0	75	8.33	1	118
	100	192	100	258	33.33	1	584

Nematodos en los tubérculos.

En tubérculos procesados de la variedad Waych'a, se encontraron estadios juveniles, siendo el más frecuente el juvenil 2 (J2), que estuvo presente a partir del segundo nivel (20 % de infestación del suelo), y en forma ascendente hasta llegar a 19 nematodos/tubérculo en el último nivel 100% de infestación (Tabla 9).

En la variedad Désirée se encontraron J2 en mayor proporción, respecto a los otros estadios juveniles (Tabla 9), siendo el nivel de 60 % de infestación donde se detectó la mayor cantidad (13 individuos por tubérculo), seguido por el nivel 100% de infestación (8 individuos/tubérculo). En menor proporción se observaron estadios juveniles J3, J4 y machos en el tubérculo.

Figura 2. Número de huevos encontrados en hembras maduras en la variedad Désirée y Waych´a

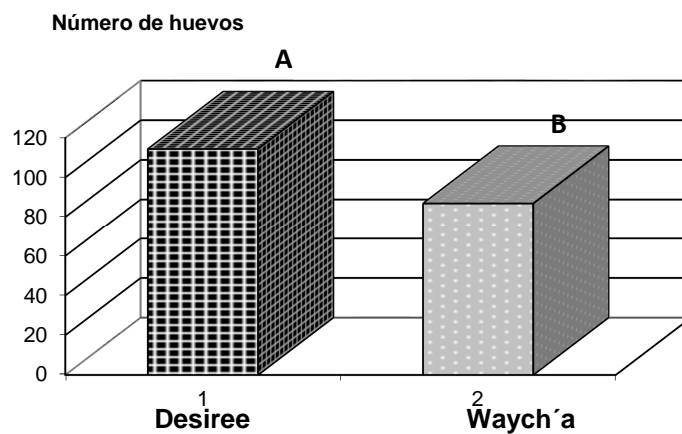


Tabla 9. Estados juveniles de *Meloidogyne* sp. encontrados mediante el procesado de la cáscara en las variedades Désirée y Waych´a

Variedad	Niveles de infestación	J2	J3	J4	Machos	Total
Désirée	0	0	0	0	0	0
	20	3	0	0	0	3
	40	7	0	0	0	7
	60	13	0	0	0	13
	80	3	0	0	0	3
Waych´a	100	8	0	1	0	9
	0	0	0	0	0	0
	20	1	0	0	0	1
	40	2	0	0	0	2
	60	4	0	0	0	4
	80	11	0	0	0	11
	100	19	0	0	0	19

La presencia de juveniles en tubérculos en las variedades Waych´a y Désirée, demuestran que este nematodo se disemina en el tubérculo-semilla de papa, lo cual coincide con otros nematodos que se diseminan en el tubérculo semilla de papa, como *Nacobbus* y *Globodera* (Franco, *et al.*, 1999 y Ortuño *et al.*, 2004).

Variables agronómicas.

Altura planta.

En ambas variedades, Waych´a y Désirée, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. ($p=0,05$) en la primera lectura (28 dds), pero si en la segunda lectura (43 dds) Entre variedades también hubieron diferencias ($p=0,05$), donde la variedad Waych´a presentó una mayor altura comparado con la variedad Désirée, esto se debería mas a un efecto varietal y no así a la presencia del nematodo.

En la variedad Waych´a, los niveles de infestación del suelo mostraron un efecto sobre el crecimiento de la planta a lo largo del período vegetativo, a medida que aumenta la infestación o densidad de población del nematodo en el suelo, disminuye la altura de la planta. La mayor altura se observó en la menor infestación del suelo (0%), siendo 19.35% mayor a la altura registrada en la máxima infestación (100%). Existiendo una tasa de disminución de la altura del 0.15 cm por cada 1% de aumento de la población de *Meloidogyne* sp. (Figura 3).

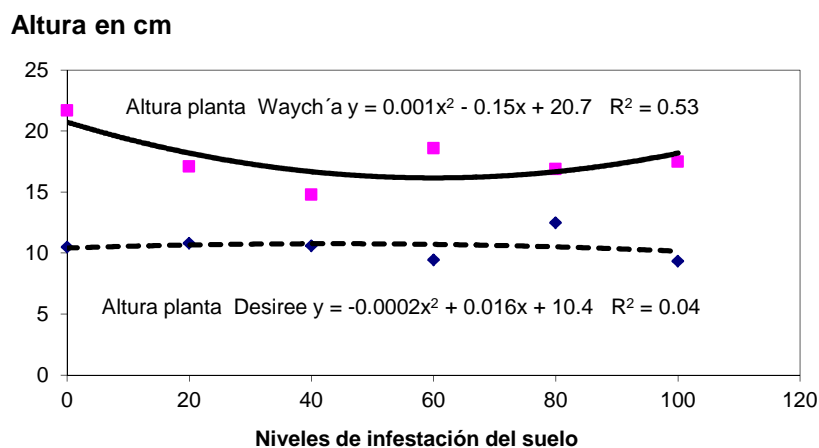
En la variedad Désirée los niveles de infestación del suelo por el nematodo, no tienen una tendencia marcada de disminuir el crecimiento de la planta, porque la mayor altura se registró en el nivel de (80 % de infestación del suelo) seguido por los niveles 20 y 40 %.

La tercera lectura realizada a los 58 dds mostró diferencias significativas entre tratamientos y variedades. La disminución en la altura de ambas variedades, se ajustó a una función cuadrática, la que indica una disminución en la altura a medida que aumenta los niveles de infestación del suelo a través del tiempo. La variedad Waych´a por cada 1% de incremento de la

población del nematodo, la planta crece en 0.11cm a los 58 dds. En cambio la variedad Désirée mostró un comportamiento más estable respecto a la variación de los niveles de infestación del suelo.

La última lectura efectuada 73 dds, también mostró diferencia ($p=0.05$) entre tratamientos y variedades, manteniéndose en forma constante las alturas, debido a que ya completaron esta fase fenológica del cultivo. Al igual que en la tercera lectura, las alturas en los diferentes niveles de infestación del suelo se ajustaron a una función cuadrática en la variedad Waych'a, que tuvo una disminución en la altura del 0.12 cm por cada 1% de aumento de la población de *Meloidogyne* sp. La variedad Désirée no disminuyó en la altura de planta por que no es afectada por los niveles de infestación del suelo.

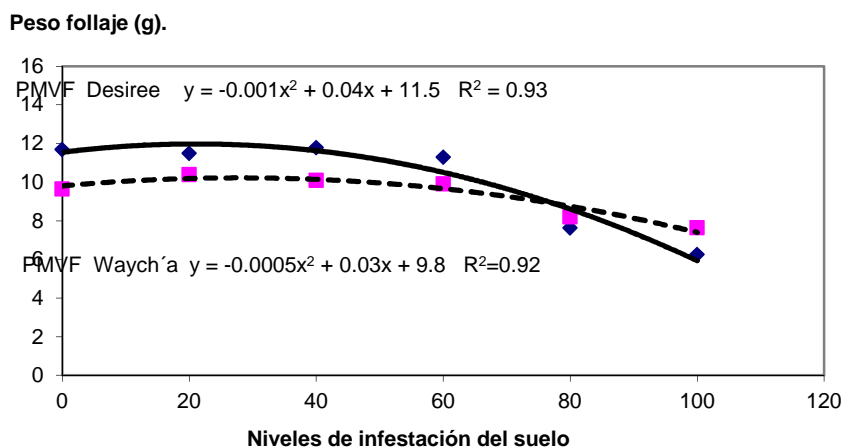
Figura 3. Efecto de diferentes niveles de población de *Meloidogyne* sp. sobre la altura de planta 43 días después de la siembra en las variedades Waych'a y Désirée



La variedad Désirée tuvo un menor tamaño de planta en todas las lecturas en comparación con la variedad Waych'a, debido a las características propias de cada variedad. Estos resultados indican que a partir de los 43 dds existen diferencias

significativas en cuanto a la altura de la planta hasta los 73 dds, dónde la planta deja de crecer y mantiene una altura constante. En general la variedad Waych´a fue afectada en la altura de planta por el incremento de la población de *Meloidogyne* sp., en cambio, en la variedad Désirée no se observó un efecto claro sobre esta variable cuando se incrementó las poblaciones del nematodo, coincidiendo con quienes demostraron respuestas diferenciadas en variedades de papa respecto al nematodo dorado de la papa (Franco *et al.*, 1999).

Figura 4. Peso de la materia verde foliar (PMVF) como respuesta a seis niveles de infestación del suelo en las variedades Waych´a y Désirée, evaluadas en el momento de la floración



Peso de la materia verde foliar.

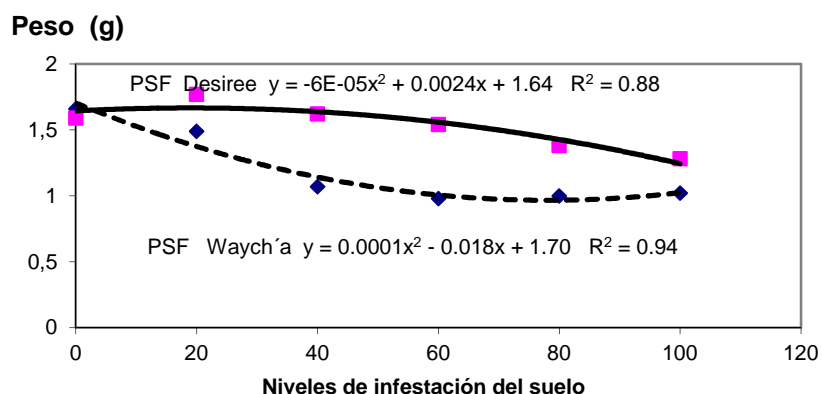
El peso de la materia verde foliar se registró en el momento de la floración. En la variedad Waych´a y Désirée se encontraron diferencias ($p=0.05$) conforme a las densidades de población del nematodo, pero entre variedades no se observaron diferencias significativas. La variedad Désirée presentó mayor peso en la parte foliar llegando a pesar 11.7 g en el nivel 0% de infestación, y de 6.26 g en el nivel más alto de infestación

(100%) (Figura 4), esto porque esta variedad tiene intrínsecamente una mayor área foliar que la variedad Waych'a.

Peso de la materia seca foliar.

En la variedad Waych'a se detectó diferencias ($p=0.05$) entre densidades de población, en el peso de la materia seca foliar, llegando a tener el mayor peso en el nivel 0% de infestación del suelo con 1,66 g y de 1.02 g en el nivel de máxima infestación del suelo con un 38.55 % menor que el testigo (Figura 5). En la variedad Désirée también, existieron diferencias ($p=0.05$) entre tratamientos, teniendo mayor peso en el segundo nivel (20 % de infestación del suelo), con 1.77 g. y el menor peso se registró en el nivel de 100% de infestación con 27.68 % menor al segundo nivel de infestación.

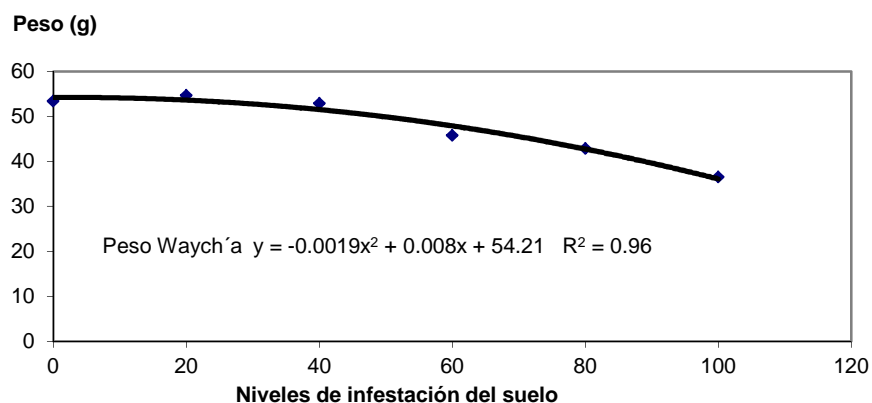
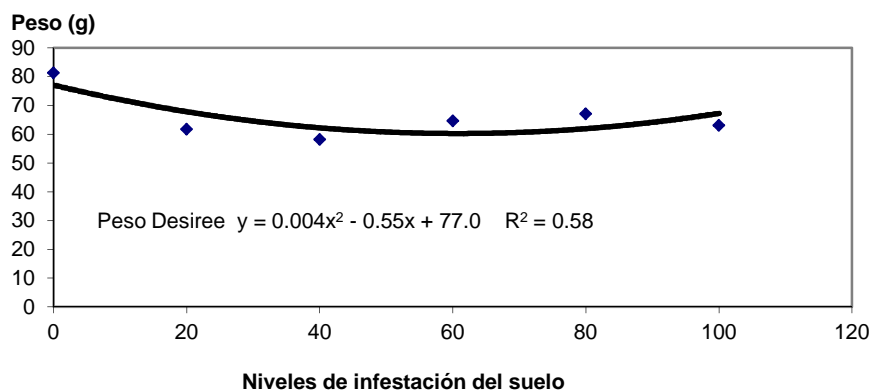
Figura 5. Peso seco foliar (PSF) en seis niveles de infestación del suelo en las variedades Waych'a y Désirée, evaluadas en el momento de la floración



Entre variedades también se registraron diferencias ($p=0.05$) llegándose a obtener un mayor peso en la variedad Désirée (Figura 6), por contar con una mayor área foliar respecto a la variedad Waych'a. En la variedad Waych'a existe una disminución de la materia seca foliar de 0.018 g. por cada 1% de incremento de la población de *Meloidogyne* sp. Es decir, los

diferentes niveles de infestación del suelo tuvieron un efecto sobre el follaje de la planta ya que a medida que aumentó el nivel de infestación del suelo disminuyó el peso seco.

Figura 6. Efecto de diferentes niveles de infestación del suelo con *Meloidogyne* sp. sobre el rendimiento total de tubérculos por planta en las variedades Désirée y Waych'a

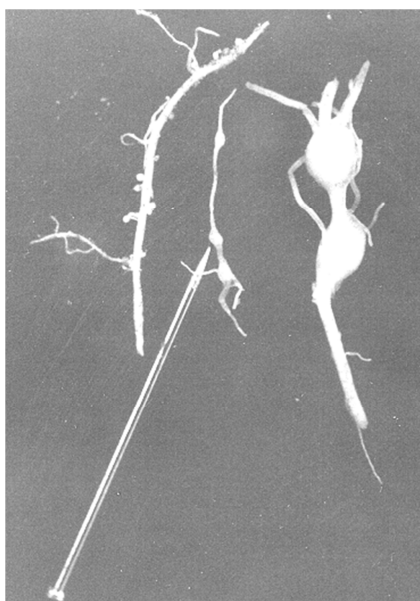


Rendimiento por planta.

En la variedad Désirée, las pérdidas de rendimiento ocasionadas por *Meloidogyne* sp. fueron detectadas con

diferencias ($p=0.05$) importantes en los niveles de infestación del suelo. En el nivel de 0 % de infestación del suelo, se tuvo el mayor peso (81.43 g) a partir del cual disminuyó hasta el nivel de 100% de infestación (63.20 g), representando un 22.39 % más bajo, lo cual demuestra que este nematodo podría estar ocasionando pérdidas de rendimiento y de ingresos para los pequeños productores de papa. La disminución de rendimiento comienza a notarse a partir del segundo nivel de infestación 20 % (Figura 6), con una pérdida comparada con el testigo de 24.1 %, en el tercer nivel que es del 40 % de suelo infestado, donde se evidencia una disminución en el rendimiento de 28.4 %. La producción de tubérculos se ajustó a una función cuadrática, es decir una disminución en el rendimiento a medida que se incrementa el nivel de infestación del suelo, con un coeficiente de correlación $R=0.58$ ($p=0.05$), donde el peso de tubérculos disminuye en 0.55 g por cada 1% de incremento de la población del nematodo.

Figura 7. Comparación del tamaño de quistes de *Globodera* spp (izquierda), nódulos radiculares causados por *Meloidogyne* sp. de zona alta (centro) y nódulos de *Nacobbus aberrans* (derecha) en raíces de plantas de papa en relación al grosor de un alfiler (centro abajo)



En la variedad Waych'a, las variaciones entre tratamientos fueron significativos ($p=0.05$), se observó pérdidas en el rendimiento. Se obtuvieron rendimientos más bajos que el cultivar Désirée llegando a tener el máximo de 54.65 g en el segundo nivel de infestación y un 36.53 g en el último nivel que fue el de 100 % de suelo infestado. A partir del 20 % de suelo infestado la baja en el rendimiento es continua llegando a tener pérdidas hasta un 31.59 % comparado con el testigo (Figura 6).

Entre variedades existen diferencias significativas, es así que la variedad Waych'a presentó pérdidas más elevadas llegando a 31.6%, mientras que en la variedad Désirée se evidenció un 28.4 % de pérdidas. La disminución del peso de los tubérculos fue en forma gradual a medida que se incrementó el nivel de infestación del suelo, ajustándose a una función cuadrática con un coeficiente de correlación de 0.96 altamente significativa ($p=0.01$). La mayor pérdida en el rendimiento de la variedad Waych'a se debe a que esta variedad al tener un ciclo más largo que la variedad Désirée, el nematodo llega a formar otras generaciones y causan mayor daño, que ocasiona una mayor disminución en el peso de los tubérculos. Resultados similares fueron reportados por Franco *et al.* (1999), quienes demostraron que los nematodos como *Nacobbus* y *Globodera* tienen un efecto varietal respecto a pérdidas de los rendimientos.

Finalmente, se observó que los nódulos causados por *Meloidogyne* sp. que ataca al cultivo de papa en zonas altas y frías en Bolivia, mayores a los 3000 msnm, ocasiona nódulos muy pequeños (tamaño de la cabeza de un alfiler) (Figura 7) comparados con los causados por *N. aberrans* u otras especies de *Meloidogyne* en zonas de valle o trópico.

III. Incidencia y severidad de *Meloidogyne* sp. en zonas semilleras de altura en Bolivia

Los análisis por el método del bioensayo en bolsa cerrada se realizaron considerando la sintomatología observada en las raíces (Número de nódulos), tal como se observa en la Figura 7. Esto permitió calcular la incidencia y severidad del nematodo en

las 1346 parcelas muestreadas de zonas productoras de tubérculo-semilla de papa, en 10 provincias de 12 Municipios en los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de la incidencia de *Meloidogyne sp.*, *N. aberrans* y *Globodera spp.*, en las 1346 parcelas de los departamentos de Potosí (702), Chuquisaca (396) y Tarija (248). Los análisis nematológicos demostraron que 695 parcelas evaluadas (51.63%) se hallaban infestadas con *Meloidogyne sp.*, *N. aberrans* y *Globodera spp.* y 651 parcelas (48.37%) estaban totalmente libres de estos fitoparásitos, las que son aptas para producción de semilla.

Potosí

En las muestras de suelo provenientes de 702 parcelas de seis municipios de las provincias Modesto Omiste, Chayanta, Cornelio Saavedra, Rafael Bustillos y Bernardino Bilbao del departamento de Potosí, *Meloidogyne sp.* está presente en 21 parcelas evaluadas (10.1%), *N. aberrans* en 175 (24.9%) y *Globodera spp.* en 74 (10.5%), excepto, estos dos últimos nematodos no fueron detectados en el Municipio de Villazón. De todas la parcelas evaluadas en el departamento, 382 (54.4 %) estaban libres de nematodos (Tabla 10).

La severidad fue variable en cada parcela donde los nematodos estuvieron presentes. *Meloidogyne* presentó en promedio desde 8.7 hasta 110.1 nódulos en el bioensayo, dependiendo la parcela evaluada, asimismo *N. aberrans* desde 11.7 hasta 24.5 nódulos, y *Globodera spp.* de 1 a 2.2 según la escala para este nematodo (Tabla 11). También hubo parcelas donde estuvieron presentes dos o tres nematodos a la vez.

Chuquisaca

Se recibieron 396 muestras de 4 municipios y dos provincias del departamento de Chuquisaca, donde se observó que 187 parcelas están libres de nematodos y 209 infestadas con nematodos. *Meloidogyne sp.* tuvo una incidencia del 29.8 %, *N. aberrans* de 10.1 20% y *Globodera sp.* de 12.8 % de parcelas afectadas. En el Municipio de Tarabuco hubo parcelas libres de

Tabla 10. Incidencia de los nematodos *Meloidogyne* sp., *N. aberrans* y *Globodera* spp., en los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Tarija, 2012

Depart.	Provincia	Munic.	Parc. Eval.	Parc. Libres	Parcelas Infestadas con:			Total Infestadas
					<i>Meloidogyne</i>	<i>Nacobbus</i>	<i>Globodera</i>	
Potosi	Chayanta	Ocuri	248	140	7	87	14	108
		Ravelo	41	14	7	12	8	27
	C. Saavedra	Betanzos	156	93	38	16	9	63
	R. Bustillos	Uncia	206	102	7	55	42	104
	B. Bilbao	Acasio	30	14	10	5	1	16
	M. Omiste	Villazon	21	19	2	0	0	2
	Sub total		702	382	71	175	74	320
	(%)	100	54.42	10.11	24.93	10.54	45.58	
Chuquisaca	Zudañes	Presto	85	33	26	10	16	52
		Icla	114	73	20	10	11	41
	B. Boeto	V. Serrano	193	78	71	20	24	115
	Yamparaez	Tarabuco	4	3	1	0	0	1
	Sub total		396	187	118	40	51	209
	(%)	100	47.22	29.80	10.10	12.88	52.78	
Tarija	Cercado	Tarija	218	58	154	2	4	160
	Mendez	El Puente	30	24	4	2	0	6
	Sub total		248	82	158	4	4	166
		(%)	100	33.06	63.71	1.61	1.61	66.94
Total			1346	651	347	219	129	695
(%)			100	48.37	25.78	16.27	9.58	51.63

Tabla 11. Severidad en porcentaje y grado de escala de nematodos en muestras de suelo provenientes de diferentes municipios del departamento de Potosí

Departamento	Provincia	Municipio	<i>Nacobbus aberrans</i>	<i>Meloidogyne sp.</i>	<i>Globodera spp.</i>
			%	%	Escala
Potosí	Chayanta	Ocurí	31.7	56.4	2.2
	Chayanta	Ravelo	15.9	42.2	2.2
	C. Saavedra	Betanzos	23.6	44.4	1.6
	R. Bustillos	Uncia	30.4	4.6	2.2
	B. Bilbao	Acasio	22.0	15.0	1.0
	M. Omiste	Villazón *	0.0	23.0	0.0
Chuquisaca	Zudañes	Icla	19.0	22.7	2.1
		Presto	12.3	23.8	2.2
	B. Boeto	V. Serrano	29.8	17.3	2.1
	Yamparaez	Tarabuco	0.0	10.0	0.0
Tarija	Cercado	Tarija	3.0	26.9	1.7
	Mendez	El Puente	45.0	7.7	0.0

%= porcentaje de ataque

Escala: 1,2 y 3 (Franco *et al.*, 1998).

N. aberrans y *Globodera*. También se observó en otras muestras a los tres nematodos en interacciones dobles o triples con porcentajes bajos de infestación, siendo dominante la relación *N. aberrans* y *Meloidogyne* sp. Tarabuco presentó parcelas libres de nematodos (Tabla 10).

Todos los nematodos se presentaron con diferente grado de severidad, variando *Meloidogyne* sp. desde 28.1 a 52.1 nódulos en promedio (Tabla 11), *N. aberrans* desde 6.3 hasta 23.9 nódulos y *Globodera* spp. de 2.1 a 2.2 según la escala para este nematodo.

Por los datos analizados, los municipios de Chuquisaca están mucho más infestados con *Meloidogyne* sp. y *Globodera* spp. Hubieron casos donde aun cuando existía la presencia simultánea de *Meloidogyne* sp. y *N. aberrans*, el primero tuvo mayor nodulación. También *Globodera* sp. presentó un ataque severo en interacción con los otros nematodos.

Tarija

De Tarija se analizaron 248 parcelas, donde se observó a 166 infestadas y 82 libres de nematodos (Tabla 10). Las parcelas afectadas por *Meloidogyne* fueron 33.06%, 1.61% por *N. aberrans* y 1.61% por *Globodera* spp. También fue muy frecuente observar a *Meloidogyne* sp. y *Globodera* spp. en las mismas muestras (Tabla 10).

Respecto a la severidad *Meloidogyne* presentó desde 13.7 a 29.3 nódulos, *N. aberrans* de 2 a 43 nódulos y *Globodera* spp. se presentó con escala 2 sólo en el municipio de Tarija; el Municipio de El Puente está libre de este nematodo. También se presentó una interacción frecuente de *Meloidogyne* con *N. aberrans* (Tabla 11).

En los municipios de Potosí, *N. aberrans* es el nematodo más dominante en relación a los otros que parasitan el cultivo de papa. En los municipios de Chuquisaca, *Meloidogyne* sp. fue el de mayor incidencia, seguido de *Globodera* spp. En cambio los Municipios de Tarija mostraron mayor incidencia de *Meloidogyne* sp. y *Globodera* spp.

IV. Identificación de la especie de *Meloidogyne*

Los patrones perineales observados al microscopio en laboratorio fueron de forma ovoide, con el arco superior alto de forma redondeada, alguna veces de forma trapezoidal. Las estrías dorsales son poco espaciadas y onduladas con bifurcaciones. Los campos laterales poco evidentes, el arco ventral tiene estrías lisas. Esta descripción no corresponde a ninguno de las especies antes descritas en Bolivia, como son *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica* ni *M. hapla* (Torrico, 1982), siendo similar a *M. incognita* pero las hembras son comparativamente mas pequeñas y los arcos superiores del patrón perineal son mucho mas elevados en el nuevo *Meloidogyne* de las zonas altas de los Andes bolivianos, estos hechos indican que el nematodo de las zonas altas no corresponde a ninguna especie del nematodo antes descrito en Bolivia, por cual es necesario recurrir a técnicas modernas para la identificación de la especie de forma precisa.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las facilidades de la Fundación PROINPA y las sugerencias y orientación del Dr. Javier Franco; también a UNITAS-PROCADE que financió el trabajo de prospección nematológica en las zonas productoras de semilla de papa estudiadas.

Referencias

- Cabanillas, E. 1985. Summary report on the current status, progress and needs for *Meloidogyne* research in South América. Chapter 29. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque, Perú.
- Coca, M. 1992. Diagnóstico preliminar del nematodo nodulador de la raíz de *Meloidogyne* spp, en las zonas de altura productoras de semilla de papa de la provincia Carrasco. Memoria de la II Reunión Nacional de la Papa, Cochabamba-Bolivia. 74 p.
- Condori, N.; N. Ortuño. 2010. Diagnóstico de nematodos en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en Taipiplaya (Caranavi, La Paz). Revista de Agricultura. Cochabamba, Bolivia. 63 (49): 12-19.

Christie, J. R. 1970. Nematodos de los vegetales, su ecología y control. Est. Exp. Agríc. Univ. Florida. Centro regional de ayuda técnica. A.I.D., 1: 61- 84.

Cusicanqui, D.; J. Franco; N., Ortuño. 1997. Respuesta fisiológica del cultivo de la papa, cultivar Waych'a (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) a diferentes densidades de población de *Nacobbus aberrans*. Revista Latinoamericana de la Papa. Lima, Perú. 9(10):77-95.

Franco, J.; J., Ramos; G. Maín; N. Ortuño. 1999. Pérdidas económicas causadas por *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa. Lima, Perú. (11)1:40-66.

Franco, J.; R. Oros; G. Maín; N. Ortuño. 1998. Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in South America. In Potato Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. Edit. R.J. Marks and B.B. Brodie. CAB International. Cambridge, England. 239-270 p.

Hooper, D. J. 1970. Extraction of nematodes from plant material. In Soutley, J.F. (Ed) Laboratory Methods for work with plant and soil nematodes. Tech. Bull. 2 M.A.F.F. 5th edition. 45 p.

Jenkins, W.R. 1964. A rapid Centrifugal-Flotation technique for separating nematodes from soil. Pl. Dis. Repr. 41. 194 p.

Iriarte V.; B. Condori.; D. Parapo; D. Acuña. 2009. Catálogo etnobotánico de papas nativas del Altiplano Norte de La Paz-Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 142 p.

Gabriel, J. 2010. Documento marco: Estrategias y perspectivas del mejoramiento genético de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolivia, Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 60 p.

Mejía, H. 1996. Respuesta de diferentes niveles de población de *Nacobbus aberrans* en el suelo sobre el comportamiento de dos variedades de papa. Facultad de Ciencia Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias " Martín Cárdenas ". Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bol. 94.

Montecinos, R.; J. Franco. 1993. Diagnóstico de los principales nematodos del cultivo de la papa. Manual técnico 1/93. Instituto

Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Programa de Investigación de la Papa. Cochabamba – Bolivia. 26 p.

Maín, G.; J. Franco; N. Ortuño. 1999. Los cultivos trampa como alternativa para reducir las poblaciones de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en papa. Revista de Fitopatología. Lima, Perú 34(1):35-41.

Ortuño, N.; J. Franco; G. Maín; R. Oros. 1998. Uso de la resistencia genética de plantas no hospedantes para el combate de nematodos. In Segundo Taller de PREDUZA en resistencia duradera en cultivos altos en la zona andina. Edit. D. Daniel y O. Chicaiza. Cochabamba, Bolivia. 172-178p.

Ortuño, N.; J. Franco; R. Oros; G. Maín. 1999. Alternativas para la producción de tubérculo-semilla libre de nematodos. Revista Manejo Integrado de Plagas. Turrialba, Costa Rica. (51):IV. p. 4.

Ortuño, N.; J. Franco; R. Montecinos; J. Ramos; R. Oros; G. Maín; R. Montalvo. 2004. Desarrollo del manejo integrado del nematodo rosario de la papa *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Cochabamba-Bolivia 124 p.

Sledge, E. B.; A. M. Golden. 1964. *Hypsoperine graminis* (Nematoda: Heteroderidae), a new genus and species of plant parasitic nematodes. Proc. Helminthol. of Wash. 31:83-88.

Taylor, A.L.; J.N. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz. Universidad del Estado de Carolina del Norte de los Estados Unidos. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. 111 p.

Torrice, R. 1982. Determinación de Especies del Género *Meloidogyne* mediante Hospederos Diferenciales. Tesis Ing. Agr. Cochabamba - Bolivia. Universidad Mayor de San Simón 102 p.