

Boletín Técnico N° 110

Tecnología Biológica para el manejo del nematodo agallador de raíces *Meloidogyne* spp. en soya



2004

POR

CARMEN TRIVIÑO
PhD Nematóloga del INIAP

INSTITUCION ASOCIADA

Universidad Técnica de Babahoyo (Ing. Joffre León)

PERSONAL DE APOYO DEL INIAP

Ing. Geovanny Guijarro
Ing. Daniel Navia S.
Ing. Emilio Farias F.
Ing. Saúl Mestanza V.
Agr. Luis Velasco

**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE**

CONTENIDO

	Páginas
Contenido	i
1. Antecedentes	1
2. Generalidades de <i>Meloidogyne</i> spp.	2
2.1. Síntomas de <i>Meloidogyne</i> en raíces de soya	2
2.2. Ciclo de vida de <i>Meloidogyne incognita</i>	2
2.3. Comportamiento de las variedades a <i>Meloidogyne</i> spp.	3
3. <i>Pasteuria penetrans</i>	4
4. Tecnología para el manejo de <i>Meloidogyne</i> spp con <i>P. penetrans</i> en soya	6
4.1. Obtención masiva de esporas de <i>P. penetrans</i>	6
4.2. Aplicación de <i>P. penetrans</i> en campo	6
4.3. Eficacia de la tecnología	7
5. Conclusiones	9
6. Literatura citada	10

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ciclo de vida de <i>M. incognita</i> en soya variedad INIAP 304	3
Cuadro 2. Susceptibilidad de variedades comerciales de soya <i>M. incognita</i> y <i>M. javanica</i>	4

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Raíz de soya con agallas causadas por <i>Meloidogyne</i> spp.	2
Figura 2. Ciclo de vida de <i>P. penetrans</i>	5
Figura 3. Esporas de <i>P. penetrans</i> y segundo estadio juvenil de <i>Meloidogyne</i> (J2) infectado con esporas de la bacteria	5
Figura 4. Efecto de la aplicación de <i>P. penetrans</i> en la densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp. en raíces de soya	7
Figura 5. Efecto de la aplicación de <i>P. penetrans</i> en la densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> en suelo cultivado con soya	8
Figura 6. Porcentaje de <i>Meloidogyne</i> en suelo infectados con <i>P. penetrans</i>	8
Figura 7. Cantidad de esporas de <i>P. penetrans</i> obtenidas en las raíces de soya al final del tercer ciclo de cultivo	9



INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS
SERVICIOS AGROPECUARIOS

1. ANTECEDENTES

La soya es otro de los cultivos del sistema tradicional de producción de la Cuenca Alta del Río Guayas junto con maíz y arroz. Actualmente se dispone de las variedades de soya INIAP 305, INIAP 306 e INIAP 307 con resistencia a *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*, sin embargo en los últimos dos años se han introducido al país variedades que presentan susceptibilidad al nematodo agallador.

En las áreas soyeras del litoral ecuatoriano, los niveles más altos de densidades poblacionales de nematodos se encuentran en la Cuenca Alta del Río Guayas, especialmente en las fincas ubicadas entre las vías: Quevedo-El Empalme, Quevedo-Sto. Domingo, Quevedo-Valencia y Quevedo-San Carlos.

Los nematodos son microscópicos en forma de lombrices, se encuentran en el suelo distribuidos heterogéneamente y son parásitos de las raíces de las plantas cultivadas y malezas.

El uso de la bacteria *Pasteuria penetrans* es una nueva alternativa biológica desarrollada para reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp. por ser éste nematodo el hospedante específico (Chen, *et. al.*, 1998; Preston, *et. al.*, 2003). En Ecuador es muy común encontrar esporas de la bacteria en campos sembrados con hortalizas, sin embargo, también se la ha encontrado en las localidades de Fumisa y El Vergel (CARG) en plantas de soya INIAP 304 (Triviño, 1998). Estas características de patogenicidad de *P. penetrans* permitió realizar investigaciones para el desarrollo de una tecnología para el control biológico de *Meloidogyne* en soya.

2. GENERALIDADES DE MELOIDOGYNE SPP.

2.1. Síntomas de *Meloidogyne* en raíces de soya

Meloidogyne spp. causa hinchazones o agallas en las raíces (figura 1). Estos se forman por el conjunto de células gigantes como consecuencia de una hipertrofia e hiperplasia provocada por el segundo estadio juvenil (J2) del nematodo al inyectar enzimas hidrolíticas en el tejido. Las agallas causadas por el nematodo se diferencian de los nódulos bacterianos porque estos últimos se desprenden con facilidad al tocarlos con las yemas de los dedos. La alta incidencia de *Meloidogyne* en las raíces de la soya reduce la cantidad y calidad de los nódulos bacterianos, impidiendo la fijación normal del nitrógeno y la absorción de los nutrimentos y agua disponibles en el suelo.



Figura 1. Raíz de soya INIAP 304 con agallas causadas por *Meloidogyne* spp.

2.2. Ciclo de vida de *Meloidogyne incognita*

El ciclo de vida de *M. incognita* en soya altamente susceptible (INIAP 304), en condiciones de la Estación Experimental Boliche del INIAP (24-30 °C) es de 28 días. En el Cuadro 1 se presenta el tiempo de duración de cada estadio del nematodo.

Cuadro 1. Ciclo de vida de *M. incognita* en soya INIAP 304

Estadios	Duración en días
Juvenil 2	11
Juvenil 3	2
Juvenil 4	5
hembra inmadura	4
hembra madura	6
Total	28

2.3. Comportamiento de las variedades a *Meloidogyne* spp.

Las variedades Vincés, Josefina, Suprema, INIAP-Júpiter, INIAP 302, INIAP 303 e INIAP 304 son susceptibles al nematodo *M. incognita* y *M. javanica*; mientras que, las variedades INIAP 305, INIAP 306 e INIAP 307 presentan resistencia a las dos especies mencionadas.

En el Cuadro 2 se presentan las diferencias del grado de susceptibilidad, poblaciones de nematodos e índice de reproducción entre las variedades susceptibles y resistentes. Para estas pruebas se inocularon 3000 J2 en planta de 8 días después de la germinación y se evaluaron a los 45 días después de la inoculación (INIAP, 2004). El índice de agallamiento se calificó con la escala del Proyecto Internacional *Meloidogyne* (IMP), que tiene un valor de 0 al 5 (Taylor y Sasser, 1988), siendo ésta: 0= plantas inmune con 0 agallas, 1= plantas resistentes con 1 a 3 agallas, 2= moderadamente resistente de 4 a 10 agallas, 3= moderadamente susceptible de 11 a 30 agallas, 4=susceptibles con 31 a 100 agallas y 5= altamente susceptibles más de 100 agallas. Complementario a ésta evaluación, también se consideró la resistencia en base al índice de reproducción del nematodo (población final / población inicial), susceptible cuando éste es >1 y resistente <1 .

Cuadro 2. Susceptibilidad de variedades comerciales de soya a *M. incognita* y *M. javanica*. E. E. Boliche, INIAP. 2004

Variedades	<i>Meloidogyne incognita</i>				
	Agallas /planta	Grado de susceptibilidad	Nematodo (J2) / 10 g raíces	Nematodo (J2) / 100 cm ³ suelo	Indice de Reproducción
INIAP 305	8	MR	1110	70	0.50
INIAP 306	9	MR	1150	70	0.41
INIAP 307	9	MR	1270	60	0.44
INIAP 304	242	AS	21270	650	7.31
<i>Meloidogyne javanica</i>					
INIAP 305	8	MR	450	60	0.34
INIAP 306	7	MR	610	70	0.23
INIAP 307	6	MR	450	70	0.17
INIAP 304	252	AS	17080	250	5.78

MR= Moderadamente resistente (4-10 agallas/planta); AS= Altamente susceptible (>100 agallas)

3. PASTEURIA PENETRANS

P. penetrans es un enemigo específico de *Meloidogyne* spp., se reproduce por esporas y el ciclo de vida en *M. incognita* atacando al tomate, fréjol y soya, variedades susceptibles es de 21 – 27 días bajo condición ambiental de la E. E. Boliche (24 – 30°C). Las esporas de *P. penetrans* se las encuentra en cualquier tipo de suelo infestado con el nematodo. El segundo estadio juvenil (J2) infectado con esporas ingresa a las raíces, éstas emiten un tubo germinativo y después de un proceso de ramificación y división celular se forman las endosporas que llenan el interior del cuerpo de la hembra y al destruirse las raíces éstas nuevamente son liberadas al suelo (Figura 2 y 3).

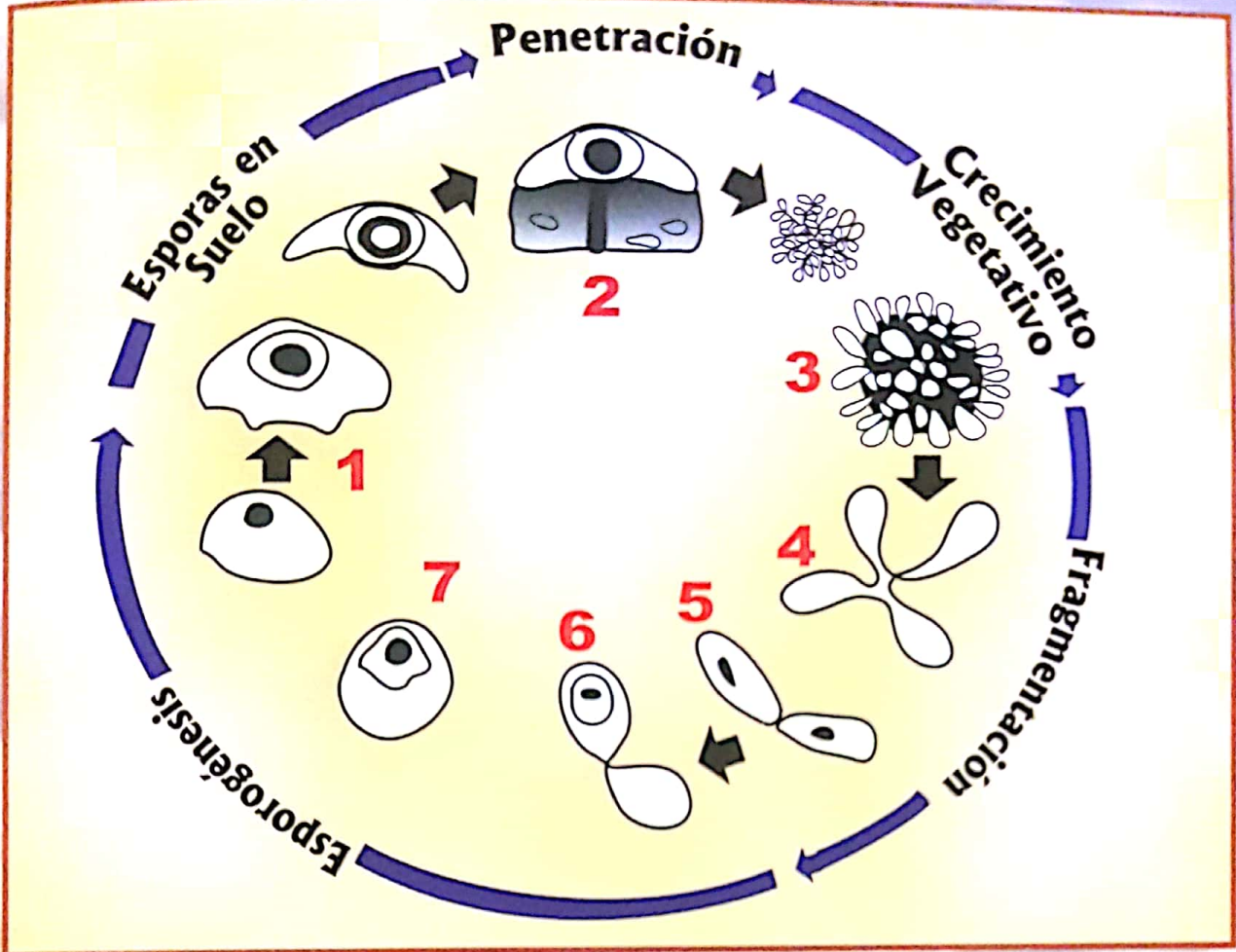


Figura. 2. Ciclo de vida de *P. penetrans* (Por Sayre y Wergin) publicado en el libro *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes* por G. R. Stirling, 1991.

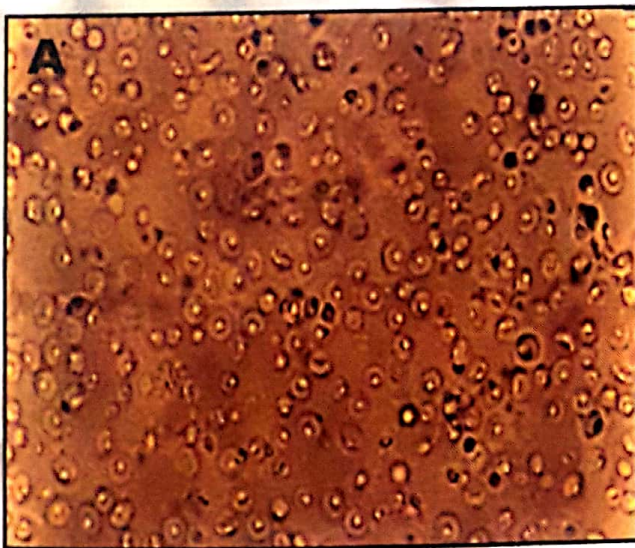


Figura 3. Esporas de *P. penetrans* (A). Segundo estadio juvenil de *Meloidogyne* (J2) infectado con esporas de la bacteria (B). E.E. Boliche, INIAP. 2004.

4. TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO DE MELOIDOGYNE SPP CON *P. PENETRANS* EN SOYA.

4.1. Obtención masiva de esporas de *P. penetrans*

Para la obtención de esporas de *P. penetrans* se extraen hembras de *Meloidogyne* de raíces de soya, fréjol, tomate o cualquier otra planta infestada con el nematodo. Las esporas se colocan en un plato pequeño junto con los nematodos del segundo estadio (J2) y cuando estos presenten entre dos a cinco esporas adheridas a la cutícula (4 – 5 horas) se inoculan en plantas susceptibles al nematodo. Después de ocho semanas se cosechan las plantas, las raíces se lavan, se secan al sol y se muelen en un molino eléctrico obteniendo un polvo fino con las esporas. Se construye camas para la multiplicación masiva de esporas, se llenan con suelo que fue expuesto al sol y tratado con fungicida para eliminar cualquier patógeno. Este suelo desinfectado se infesta con *Meloidogyne*, se incorporan las esporas y se deja de cinco a siete días antes de sembrar para asegurar la adhesión de éstas en la cutícula del nematodo. Después de la siembra o trasplante se dejan ocho semanas, se extraen las plantas, se lavan las raíces, se secan al sol y se muelen. Estas contienen millones de esporas y están listas para ser aplicadas en los campos de producción de soya donde después de una aplicación, la multiplicación de las esporas puede ser manejada con varios ciclos de cultivo.

4.2. Aplicación de *P. penetrans* en campo

Para reducir las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en campos de soya, las esporas de la bacteria *P. penetrans* se pueden aplicar con la sembradora o voleadora en mezcla con la semilla y el inoculante que fija nitrógeno, o al voleo manual en presiembra mezclando las esporas con suelo o con turba húmeda, para evitar que las esporas se pierdan con el viento.

La dosis adecuada es de 200 millones de esporas / m² aplicada dos veces en un campo al inicio de cada ciclo de cultivo. La reducción de las densidades poblaciones del nematodo en el suelo y el incremento de la cantidad de esporas se obtienen con los ciclos sucesivos del cultivo.

4.3. Eficacia de la tecnología

Por cualquiera de las metodologías de aplicación de esporas de la bacteria utilizada, se ha logrado reducir con eficacia las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en soya, al comparar con parcelas no tratadas (testigo).

Al final del tercer ciclo del cultivo de siembra sucesiva de soya susceptible al nematodo, se ha obtenido reducción de las densidades poblacionales en las raíces desde 40 al 70% (Figura 4). En el suelo, al final del tercer ciclo de cultivo de soya, la reducción de la densidad poblacional del nematodo (J2) al comparar las parcelas aplicadas con *P. penetrans* y el testigo no aplicado, es superior al 50% (Figura 5).

En este mismo ciclo de cultivo, se puede obtener más del 50% de juveniles del segundo estadio de la densidad poblacional del suelo infectados con esporas de *P. penetrans* (Figura 6). Además, en esta variable no hay diferencia estadística entre las metodologías de aplicación de esporas.

En lo que respecta a la concentración de esporas en la raíces de soya del tercer ciclo del cultivo (Figura 7), se puede obtener desde 25 a 40 millones de esporas / 100 mg de raíces secas pulverizadas.

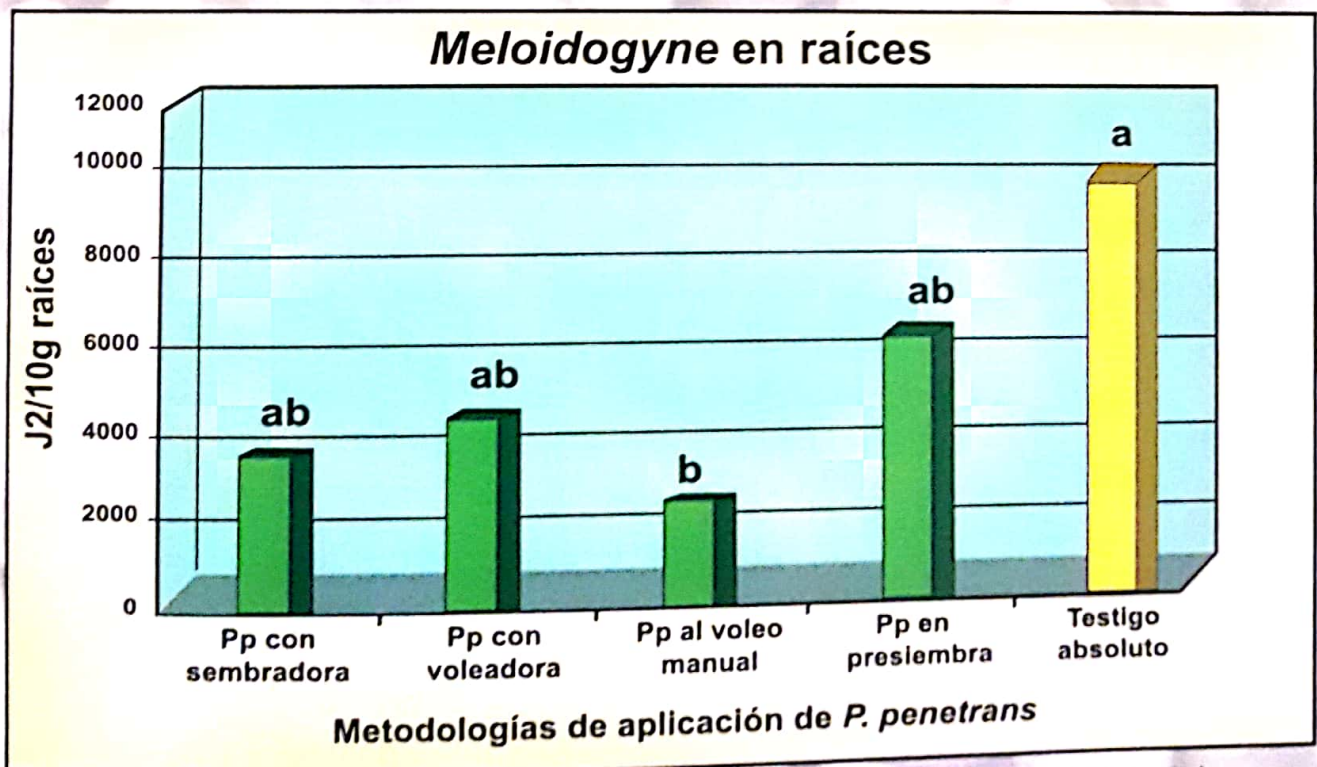


Figura 4. Efecto de la aplicación de *P. penetrans* en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces de soya. E.E. Boliche, INIAP. 2003

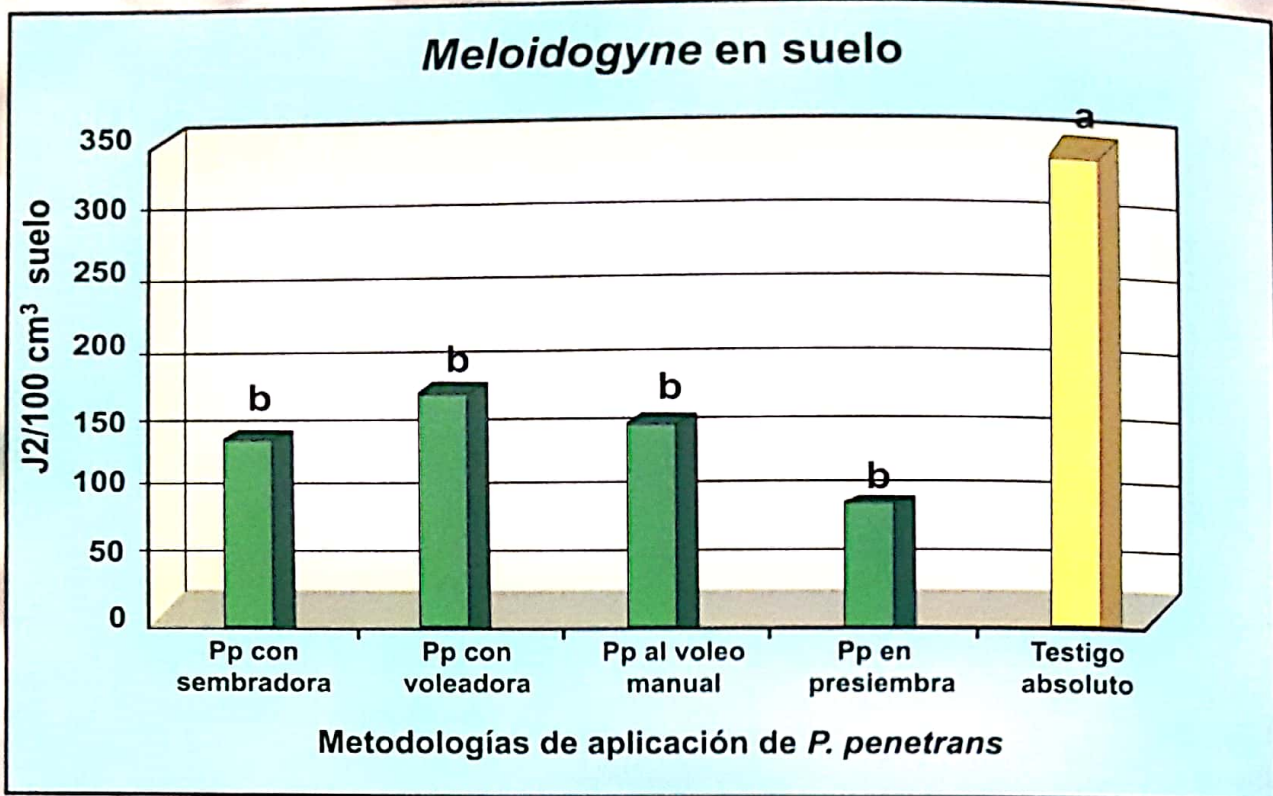


Figura 5. Efecto de la aplicación de *P. penetrans* en la densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo sembrado con soya. E.E. Boliche, INIAP. 2003

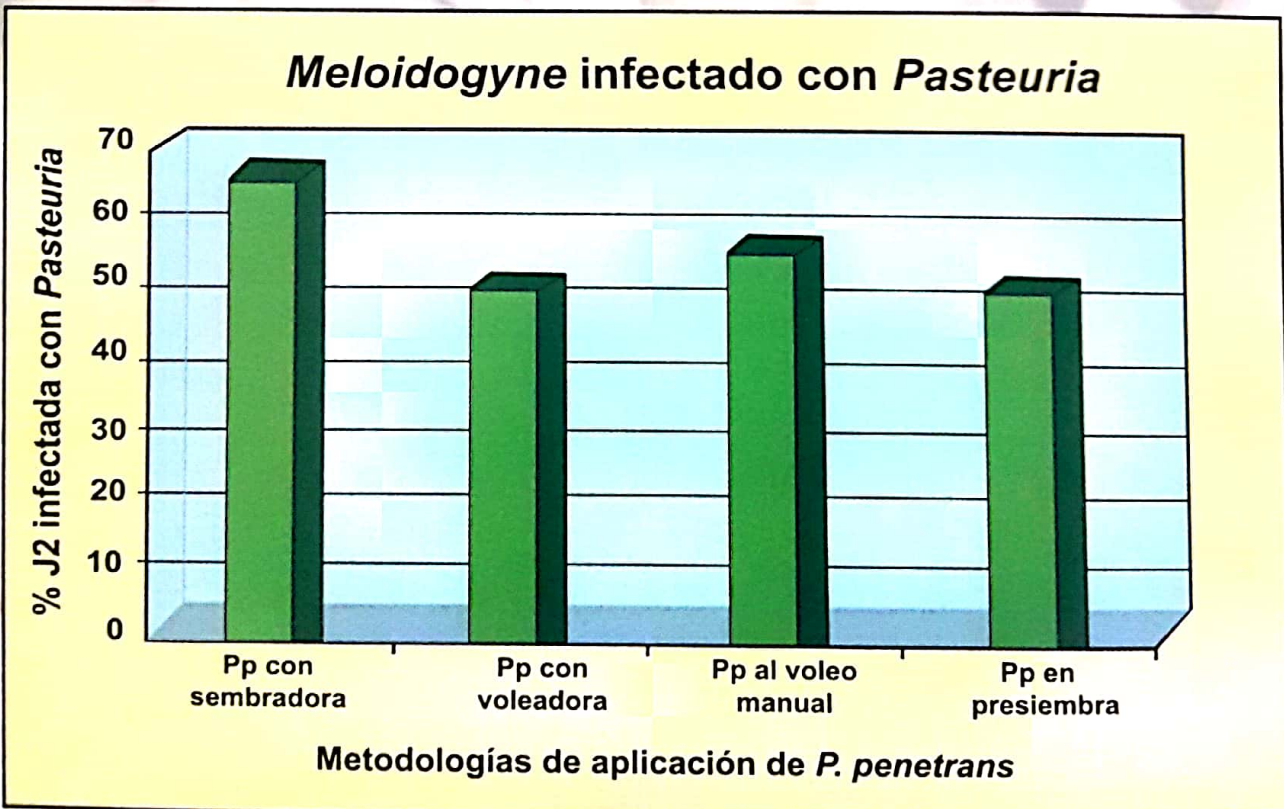


Figura 6. Porcentaje de *Meloidogyne* del suelo infectados con *P. penetrans*. E.E. Boliche, INIAP. 2003

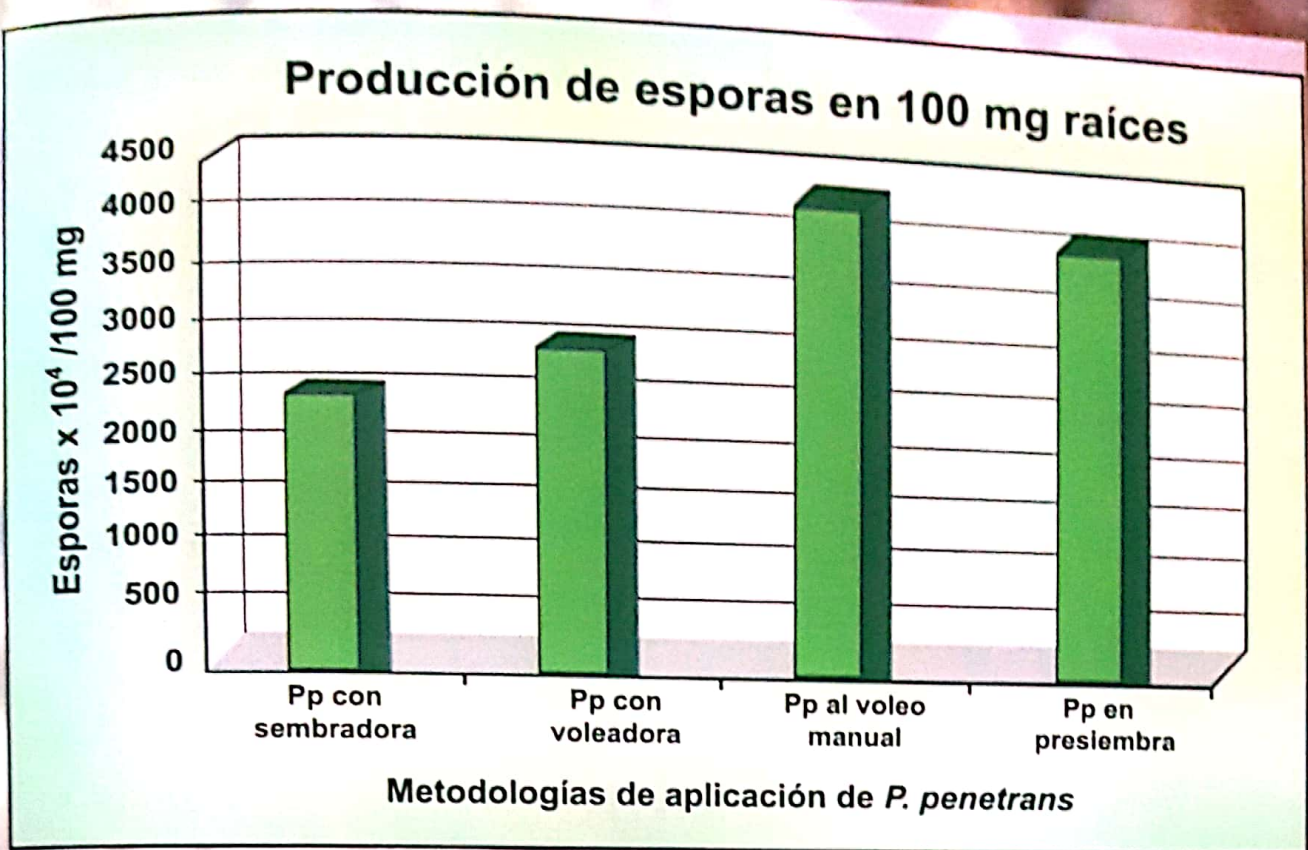


Figura 7. Cantidad de esporas de *P. penetrans* obtenidas en las raíces de soya al final del tercer ciclo de cultivo. E.E. Boliche, INIAP. 2003

5. CONCLUSIONES

- Cualquier metodología de aplicación de las esporas de *P. penetrans*, mecanizada o manual, la reducción de la población del nematodo es más del 50% después del tercer ciclo de cultivo, con una alta concentración de esporas en el sistema radical.
- Esta alternativa biológica, integrada con la siembra de variedades de soya resistentes a *Meloidogyne* spp. es la solución para un control eficaz del nematodo en los campos soyeros

6. LITERATURA CITADA

- CHEN, Z. X., AND DICKSON, D. W. 1998. Review of *Pasteuria penetrans*: Biology, ecology and biological control potential. *Journal of Nematology* 30: 313-340.
- PRESTON, J. F., DICKSON, D. W., MARUNIAR, J. E., NONG, G., BRITTO, J. A., SCHMIDT, L. M. AND GIBLLING-DAVIS, R. M. 2003. *Pasteuria* spp: Systematic and Phylogeny of these bacterial parasites of phytopathogenic nematodes. *Journal of Nematology* 35 (2): 198-206
- TAYLOR, L. A. AND SASSER, N. J. 1983. Biología identificación y control de los nematodos del nódulo de la raíz. Especies de *Meloidogyne*. Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Departamento de Fitopatología de la Universidad de Carolina del Norte 89 pp.
- TRIVIÑO, G. C. 1998. The occurrence of *Pasteuria penetrans* infecting root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in vegetable fields in Ecuador and its potential role in nematode management. Ph.D. Thesis, Department of Agriculture, University of Reading England. 138 pp.
- TRIVIÑO, G. C. 2004. Control biológico de *Meloidogyne* spp. con la bacteria *Pasteuria penetrans* en campos de producción. Boletín N° 98. Estación Experimental Boliche, Guayaquil, Ecuador. 47 pp.
- STIRLING, G. R. 1991. Biological Control of Plant Parasitic Nematodes, Progress, Problems and Prospect. CAB International, UK, Redwood Press Ltd. Melksham. 275 pp.



SOYAYA

TEJALAP



INSTITUCION RESPONSABLE



**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL BOLICHE
Departamento Nacional de Protección Vegetal
Sección Nematología
Km. 26 vía Durán - Tambo -
Telf.: 593 (04) 2717160 - 2717161
Fax: 593 (04) 2717119
Guayas - Ecuador

PROYECTO IG-CV-040
FINANCIADO POR PROMSA



**PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DE LOS
SERVICIOS AGROPECUARIOS**

Derechos reservados © 2004
INIAP - PROMSA

IMPRESA GENESIS: TELF.: 04-2303458 CEL.: 097954310