



PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DE LOS  
SERVICIOS AGROPECUARIOS



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín Técnico No. 98



**Control Biológico de *Meloidogyne* spp.  
con la bacteria *pasteuria penetrans*  
en campos de producción.**

**Por:**

Carmen Triviño Gilces  
PhD. Nematóloga

**Instituciones Asociadas:**

Universidad Nacional de Loja (Ing. Agr. Tulio Solano)  
Universidad Técnica de Babahoyo (Ing. Agr. Joffre León)  
Universidad Técnica del Norte (Ing. Agr. Carlos Cazco)

**Personal de apoyo:**

Ing. Agr. Daniel Navia S. - E.E. Boliche, INIAP  
Agr. Luis Velasco - E.E. Boliche, INIAP  
Egdo. Geovanny Guijarro - E. E. Boliche, INIAP  
Egdo. Ever Castro - UTN  
Egdo. Julio Bustamante - UNL  
Egdos. Marco Romero V. y Yolanda Songor C. - UNL

**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO  
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE**

**2004**

## CONTENIDO

Antecedentes	1
1. Patogenicidad de <i>pasteuria penetrans</i> sobre <i>Meloidogyne</i> spp.	2
2.- Identificación de especies de <i>Meloidogyne</i> con dificultad para infectarse con <i>Pasteuria penetrans</i> .	6
3.- Eficacia de la introducción de <i>Pasteuria penetrans</i> para el control de <i>Meloidogyne</i> en campos de producción.	8
3.1. Introducción de <i>P. penetrans</i> en El Azúcar, Península de Santa Elena.	11
3.2. Introducción de <i>P. penetrans</i> en la zona de Babahoyo	16
3.3. Introducción de <i>P. penetrans</i> en el Valle del Catamayo, provincia de Loja.	24
3.4. Introducción de <i>P. penetrans</i> en el Valle del Chota, provincia de Imbabura.	30
4. Eficacia de metodologías de aplicación de <i>Pasteuria penetrans</i> para el control de <i>Meloidogyne</i> en campo de amplia superficie.	35
4.1. Metodologías de aplicación de <i>P. penetrans</i> en cultivo de transplante (tomate)	35
4.2. Eficacia de metodologías de aplicación de <i>P. penetrans</i> en cultivos de alta densidad de siembra (Soya-Fréjol)	41
5. Conclusiones	46
6. Bibliografía	47

**Cuadro 1. Respuesta de poblaciones de *Meloidogyne* spp. al parasitismo de cuatro poblaciones de *P. penetrans*, provenientes de diferentes cultivos hospedantes, E. E. Boliche, 2000.**

Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp	Poblaciones de <i>P. penetrans</i>	Número de <i>Meloidogyne</i> spp. (J2) con Pp				
		0	1-5*	6-15*	16-40*	41-90*
Tomate (43)	PpT	7	161	445	189	38
	PpHP	0	151	416	210	63
	PpS	21	248	396	154	21
	PpG	25	273	382	128	32
Pimiento (6)	PpT	0	22	60	32	6
	PpHP	0	38	48	24	10
	PpS	0	36	44	28	12
	PpG	0	32	66	18	4
Fréjol (10)	PpT	7	76	103	28	6
	PpHP	6	52	120	31	11
	PpS	10	76	93	31	10
	PpG	7	72	97	32	12
Haba pallar (3)	PpT	0	6	32	15	7
	PpHP	0	9	36	13	2
	PpS	0	15	31	13	1
	PpG	0	17	26	14	3
Soya (8)	PpT	30	96	30	4	0
	PpHP	26	80	36	18	0
	PpS	32	86	40	2	0
	PpG	34	102	24	0	0
Papaya (8)	PpT	30	88	33	9	0
	PpHP	31	82	38	9	0
	PpS	34	92	32	2	0
	PpG	30	95	29	6	0
Guayaba y Badea (2)	PpT	0	5	17	11	7
	PpHP	4	11	20	3	2
	PpS	6	14	15	5	0
	PpG	2	10	19	7	2

J2 = Segundo estadio juvenil, Pp = *Pasteuria penetrans*, T= Aislada de raíces de tomate, HP= haba pallar, S = soya G = Guayaba (*Cerecita*), \*Número de esporas adheridas a cada nematodo.

**Cuadro 2. Respuesta de *Meloidogyne* spp. al parasitismo de cuatro poblaciones de *P. penetrans*, provenientes de seis diferentes provincias. E. E. Boliche, 2000.**

Poblaciones de <i>Meloidogyne</i> spp	Poblaciones de <i>P. penetrans</i>	Número de <i>Meloidogyne</i> spp. (J2) con Pp				
		0	1-5*	6-15*	16-40*	41-90*
Guayas (20)	PpT	18	106	174	86	16
	PpHP	20	98	188	70	24
	PpS	22	108	168	84	18
	PpG	16	98	178	84	24
	% no infectados	4.7				
Manabi (20)	PpT	6	60	20	92	36
	PpHP	14	88	194	82	22
	PpS	12	150	164	52	22
	PpG	10	190	124	62	14
	% no infectados	2.6				
Los Rios (14)	PpT	43	138	87	12	0
	PpHP	38	126	89	25	2
	PpS	52	154	64	10	0
	PpG	53	178	49	0	0
	% no infectados	16.7				
El Oro (10)	PpT	6	74	84	33	3
	PpHP	5	54	92	37	12
	PpS	8	66	87	33	6
	PpG	7	64	95	32	3
	% no infectados	3.2				
Loja (10)	PpT	4	76	84	28	6
	PpHP	6	78	100	14	2
	PpS	10	100	60	24	6
	PpG	12	80	78	22	8
	% no infectados	4.0				
Imbabura (6)	PpT	12	78	20	10	0
	PpHP	8	80	28	4	0
	PpS	16	68	29	7	0
	PpG	12	64	40	4	0
	% no infectados	10.0				

J2 = Segundo estadio juvenil, Pp = *Pasteuria penetrans*, T = Aislada de raíces de tomate, HP= *haba pallar*, S = soya, G = Guayaba (*Cerecita*), \*Número de esporas adheridas a cada nematodo.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *MELOIDOGYNE* CON DIFICULTAD PARA INFECTARSE CON *P. PENETRANS*

De ochenta poblaciones de *Meloidogyne* sometidas a pruebas de sensibilidad con *P. penetrans* se seleccionaron 29 de ellas que contenían algunos especímenes que no se infectaron con las esporas de la bacteria. Estos nematodos se inocularon en plantas de tomate y se mantuvieron en el invernadero por seis semanas. Se extrajeron 20 hembras maduras por cada población del nematodo y para la identificación de la especie se efectuó cortes perineales (Figura 3).

Se determinó que de los especímenes de *Meloidogyne* con dificultad para infectarse con *P. penetrans* corresponden 92% a *M. javanica*, 3 % a *M. arenaria*, 2 % *M. incognita* y 3 % a una especie no identificada (Cuadro 3).

Con este trabajo se deduce que por la mezcla de especies y razas de *Meloidogyne* en el campo siempre habrá una pequeña población del nematodo que escapa al ataque de la bacteria, y con mayor frecuencia ocurrirá en la Provincia de Los Ríos donde hay una mayor incidencia de *M. javanica* en maíz (según diagnósticos Nematológicos efectuados en la E.E. Boliche). Sin embargo por previos monitoreos esta determinado que el 80 % de la densidad poblacional de *Meloidogyne* del Ecuador es *M. incognita*, excelente hospedante de las poblaciones nativas de *P. penetrans* y solamente el 20% corresponde a *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. graminicola*, y otras especies no identificadas

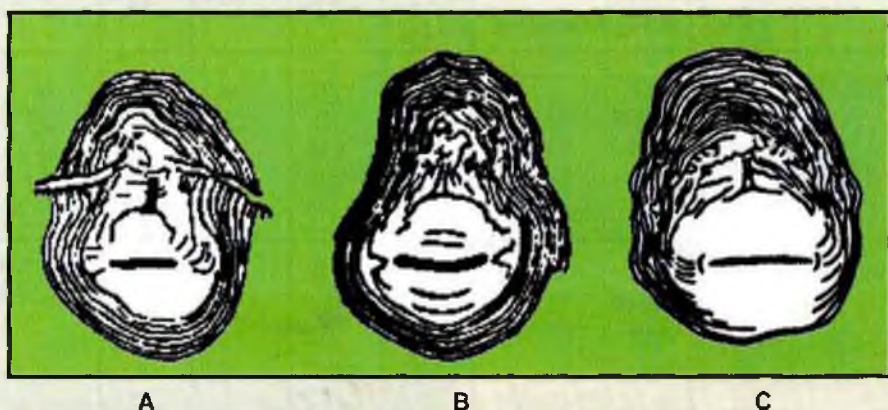


Fig. 3. Corte perineal de *M. javanica* (A), *M. incognita* (B) y *M. arenaria* (C)

**Cuadro 3. Identificación de especies de *Meloidogyne* en los especímenes con dificultad para infectarse con *P. penetrans*, E. E. Boliche. 2000**

Procedencia de la muestra			Especie de <i>Meloidogyne</i>	%
Provincia	Sitio	Cultivo		
Guayas	Taura	Tomate	<i>M. javanica</i>	80
			No identificada	20
	Chimbo	Tomate	<i>M. javanica</i>	90
			No identificada	10
	El Triunfo	Tomate	<i>M. javanica</i>	80
			<i>M. arenaria</i>	20
Boliche Presa El Azúcar	Tomate	<i>M. javanica</i>	100	
		Pimiento	<i>M. javanica</i>	80
			No identificada	20
Manabi	Guabito	Tomate	<i>M. javanica</i>	75
			No identificada	25
	Sta. Ana	Tomate	<i>M. javanica</i>	90
			<i>M. incognita</i>	10
	Lodana	Pimiento	<i>M. javanica</i>	90
			<i>M. incognita</i>	10
Sequita Higueron	Haba pallar	<i>M. javanica</i>	100	
	Pimiento	<i>M. javanica</i>	100	
El Oro	La Isla	Tomate	<i>M. javanica</i>	80
			<i>M. arenaria</i>	10
			<i>M. incognita</i>	10
	Guarapal	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
			<i>M. javanica</i>	100
	Arenillas	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
			<i>M. javanica</i>	100
	Jumon	Fréjol	<i>M. javanica</i>	100
			<i>M. javanica</i>	70
Sta. Rosa	Papaya	<i>M. incognita</i>	20	
		<i>M. arenaria</i>	10	
Los Ríos	Quevedo	Soya	<i>M. javanica</i>	90
			<i>M. arenaria</i>	10
	Fumisa	Soya	<i>M. javanica</i>	100
			<i>M. javanica</i>	100
	Babahoyo	Fréjol	<i>M. javanica</i>	100
			<i>M. javanica</i>	100
	U.T.de Babahoyo Mata de Cacao	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
<i>M. javanica</i>			80	
		Tomate	<i>M. arenaria</i>	20

Procedencia de la muestra			Especie de <i>Meloidogyne</i>	%
Provincia	Sitio	Cultivo		
Loja	Chanquicuña	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
	San Francisco	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
	Chichoca	Fréjol	<i>M. javanica</i>	100
	Las Vega	Tomate	<i>M. javanica</i>	100
	La Capilla	Papaya	<i>M. javanica</i>	100
Imbabura	Cuambo	Fréjol	<i>M. javanica</i>	90
			<i>M. incognita</i>	10
	Chapi	Tomate	<i>M. javanica</i>	90
			<i>M. incognita</i>	10
	Juncal	Tomate	<i>M. javanica</i>	80
			<i>M. arenaria</i>	20
La Pradera	Tomate	<i>M. javanica</i>	100	

### 3. EFICACIA DE LA INTRODUCCIÓN DE *PASTEURIA PENETRANS* PARA EL CONTROL DE *MELOIDOGYNE* EN CAMPOS DE PRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó en cuatro lugares donde no se encontró presencia de *Pasteuria penetrans* en forma natural según monitoreos en raíces de tomate y suelo de la rizosfera. Estos lugares fueron, El Azúcar (35 msnm) en la Península de Santa Elena (Figura 4), Babahoyo (8 msnm) en el campo experimental de la Universidad Técnica de Babahoyo (Figura 5), El Juncal (1200 msnm) en el Valle del Chota (Figura 6) y el Tingo en el Valle del Catamayo (Figura 7). Se investigaron siete tratamientos: cinco poblaciones individuales de *P. penetrans* reconocidas como Nueva Colonia (1), La Concordia (2), Quinde (3), Boliche (4), Guarapal (5), la mezcla de las cinco poblaciones (6) y un testigo sin *Pasteuria* (7). Se distribuyeron en un Diseño Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos se manejaron con la siembra de seis ciclos de cultivos susceptibles a *Meloidogyne*: fréjol - fréjol - tomate - fréjol - fréjol - tomate. Se sembró tomate de la variedad Floradade y de fréjol con los materiales más sembrados en la zona respectiva como Blanco Imbabura en Catamayo, '1001' y Sangre de Toro en el Chota, Chabelo e INIAP 472 en El



Azúcar y Babahoyo. Las esporas de *P. penetrans* se incorporaron al suelo 5 días antes de la siembra del primer y cuarto ciclo de cultivo en concentración de  $80 \times 10^6$  esporas/m<sup>2</sup> de superficie. Para el efecto, las esporas se asperjaron en forma manual sobre la superficie del suelo de cada parcela y se incorporaron con un rastrillo. Al final de cada ciclo se evaluó: índice de agallamiento, densidad poblacional del segundo estadio de *Meloidogyne* en raíces y suelo de la rizosfera, porcentaje de J2 del suelo infectados con *P. penetrans*, densidad de esporas en 100 mg de raíces pulverizadas y producción de los cultivos.



**Fig. 4. Área experimental de la introducción de *Pasteuria penetrans* para el control de *Meloidogyne* en El Azúcar, Península de Sta. Elena.**



**Fig. 5.** Área experimental de la introducción de *Pasteuria penetrans* para el control de *Meloidogyne* en la Granja de la Universidad Técnica de Babahoyo.



**Fig. 6.** Área experimental de la introducción de *Pasteuria penetrans* para el control de *Meloidogyne* en el Valle de Catamayo, Provincia de Loja.



Fig. 7. Área experimental de la introducción de *Pasteuria penetrans* para el control de *Meloidogyne* en el Valle del Chota, Provincia de Imbabura.

### 3.1. Introducción de *P. penetrans* en El Azúcar, Península de Santa Elena

En el campo donde se desarrolló esta investigación hubo presencia de *Pratylenchus* (lesionador de raíces) y *Rotylenchulus reniformis* (forma pequeños nódulos) cuyas poblaciones se incrementaron con las siembras sucesivas de los ciclos de cultivo, quedando determinado con este trabajo que el fréjol es más susceptible a estos dos nematodos a diferencia del tomate donde *Meloidogyne* spp predomina. Como consecuencia, la eficacia de la bacteria se vio afectada por la presencia de los dos nematodos mencionados. No se encontró diferencia estadística entre tratamientos en las variables evaluadas, sin embargo, en la densidad poblacional de *Meloidogyne* en las raíces al final de cada ciclo hubo una sustancial reducción desde el tercer al sexto ciclo de cultivo (Figura 8). En los ciclos 1, 3 y 6 se determinó reducción poblacional de este nematodo en 10.5, 31.32 y 44.4 % respectivamente (Figura 9). En los nematodos del suelo en todos los ciclos de cultivo hubo reducción de la densidad poblacional con relación al testigo, siendo la máxima de 47 % en el sexto ciclo (Figura 10).

Un buen indicio para considerar que la introducción de las esporas de *P. penetrans* redujeron la población de *Meloidogyne* en El Azúcar (Península de Santa Elena) fue el alto porcentaje de juveniles en el suelo infectados con las esporas de la bacteria que fluctuó desde 14 % en el ciclo 1 hasta el 41% en ciclo 6 (Cuadro 4), resultados similares también han sido reportados por (Dube, 2001; Meyer y Daniel, 2002). La multiplicación de esporas fue similar entre todas las poblaciones de *P. penetrans* (Cuadro 5), aunque mayor cantidad se obtuvo con la población Guarapal (El Oro). En el primer ciclo de cultivo la concentración de esporas fue de 2523-6276 x 10<sup>4</sup> esporas /100 mg de raíces y en el ciclo 6 (último) ésta fue de 1161-3897 x 10<sup>4</sup> esporas/100 mg. En la producción de fréjol y tomate no hubo diferencia estadística entre tratamientos. En los dos ciclos de tomate (3 y 6) se obtuvo mayor peso de frutos/ha con los tratamientos *Pasteuria* vs testigo y en especial con el tratamiento mezcla de poblaciones de *P. penetrans* (Figura 11).

Hubo una correlación negativa entre la producción de tomate (peso de frutos/ha) y la densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces, es decir, cuanto más alta es la población de nematodos, la producción se ve afectada y cae notoriamente. Esta tendencia se repite según regresión lineal simple en la Figura 12.



**Fig. 8. Comparación del efecto de *P. penetrans* vs testigo en raíces de tomate, al final de 6 ciclos de cultivo. El Azúcar, Península de Sta. Elena**

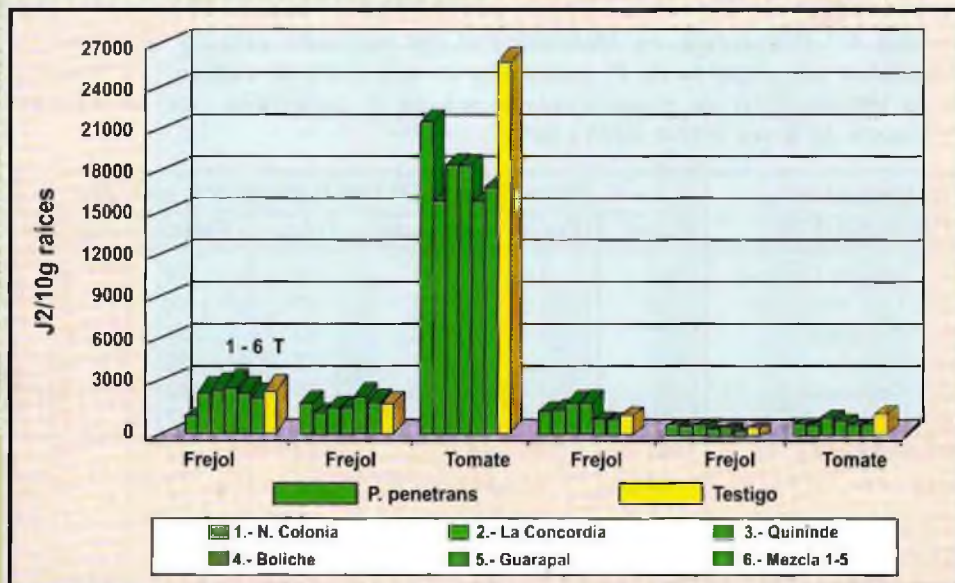


Fig. 9. Densidad poblacional de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* spp. en 10 g de raíces, en seis ciclos de cultivo, en El Azúcar, Península de Santa Elena. 2000 – 2003

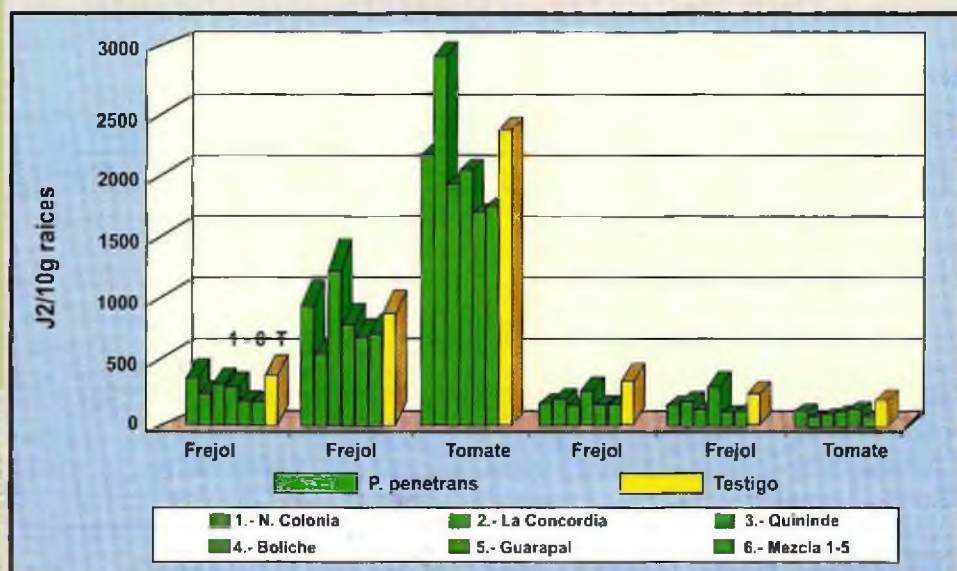


Fig. 10. Densidad poblacional de *Meloidogyne* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en seis ciclos de cultivo en El Azúcar de la Península de Santa Elena.

**Cuadro 4. Porcentaje de *Meloidogyne* del segundo estadio en el suelo infectados con esporas de *P. penetrans* en seis ciclo de cultivo, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans* en el Azúcar, Península de Santa Elena, 2000 - 2003.**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	% <i>Meloidogyne</i> (J2) con <i>P. penetrans</i> en suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	14	18	21	30	31	41
2. La Concordia	15	15	21	27	34	39
3. Quinindé	11	18	24	30	23	41
4. Boliche	19	19	21	28	36	43
5. Guarapal	13	11	23	30	32	34
6. Mezcla 1-5	11	10	30	45	37	49
<b>Promedio Pp</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>41</b>
CM	61.95	10.53	26.29	23.21	12.27	20.94
CV (%)	37.50	14.50	18.10	14.16	9.93	11.51
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron arcoseno.

CM= Cuadrado medio del error

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 5. Número promedio de esporas de *P. penetrans* en raíces pulverizadas, al final de cada ciclo de cultivo, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans* en el Azúcar, Península de Santa Elena, 2000 - 2003.**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	Esporas de <i>P. penetrans</i> X 10 <sup>4</sup> / 100 mg raíces					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	2523 b	1097	1250	2269	4125	3167 ab
2. La Concordia	6276 a	1714	900	1397	4938	1161 b
3. Quinindé	2738 b	761	1150	2041	4297	1692 b
4. Boliche	4182 b	1311	1594	1755	4042	1866 b
5. Guarapal	6099 a	994	1761	1078	5089	3066 ab
6. Mezcla 1-5	5871 ab	1855	1100	1389	3047	3897 a
<b>Promedio</b>	<b>4615</b>	<b>1289</b>	<b>1293</b>	<b>1655</b>	<b>4256</b>	<b>2475</b>
CM	676.62	113.94	73.68	60.22	107.85	59.56
CV (%)	10.30	18.28	23.82	21.11	16.10	15.83
Signific. estadística	**	ns	ns	ns	ns	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x+1}$

CM= Cuadrado medio del error.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

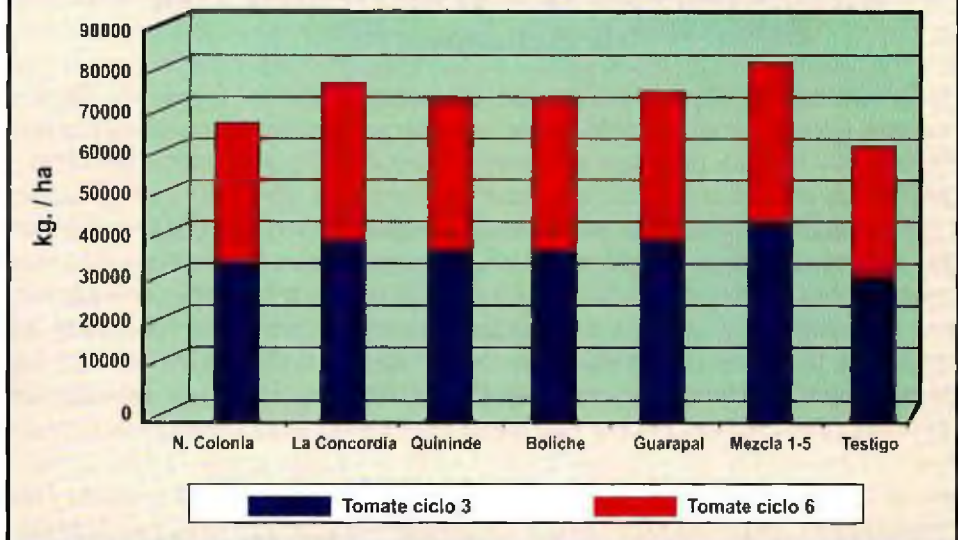


Fig. 11. Producción de frutos de tomate en dos ciclos del cultivo, en El Azúcar, Península de Santa Elena. 2000 - 2003.

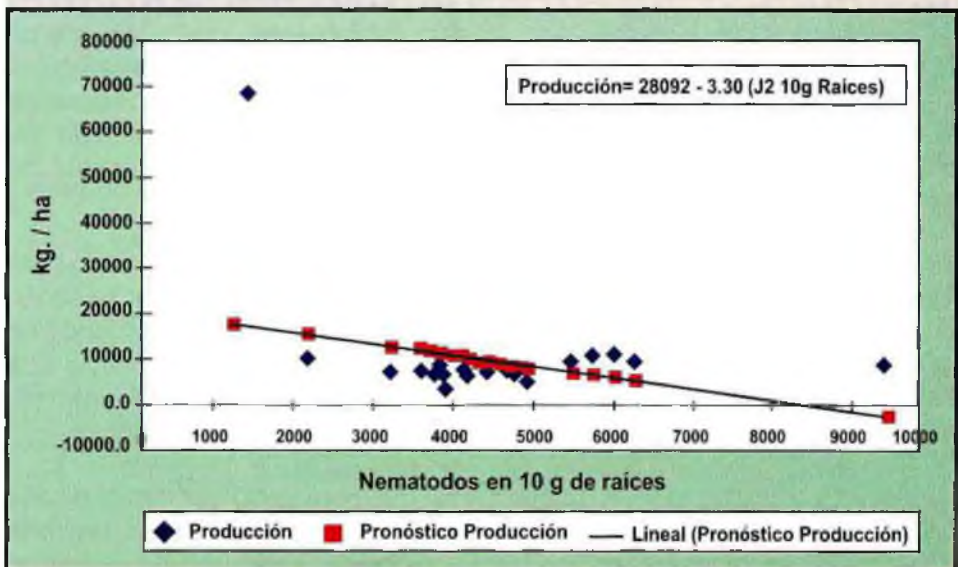


Fig. 12. Regresión lineal entre producción de tomate vs densidad poblacional de *Meloidogyne* en 10 g de raíces, en El Azúcar. 2000 - 2003

### 3.2. Introducción de *P. penetrans* en la zona de Babahoyo

El índice de agallas en las raíces se expone en la Figura 13. Según análisis estadísticos al inicio no hubo diferencias entre los tratamientos *Pasteuria* y testigo, pero fue evidente ésta conforme avanzaron los ciclos, de allí que en el cuarto ciclo se observa diferencia ( $P < 0.05$ ) y en el quinto y sexto ciclo la diferencia es altamente significativa ( $P < 0.01$ ). Asimismo del cuarto al sexto ciclo el daño en las raíces se redujo con los tratamientos *Pasteuria* en un 37, 73 y 51 % respectivamente, comparado con el testigo (Fig. 14). Es importante resaltar que entre los ciclos de tomate 3 y 6 hay una reducción del 51% del daño de raíces en los tratamientos *Pasteuria*, lo que significa que aplicando las esporas se reduce el daño en las raíces conforme aumentan los ciclos de cultivo.

En la densidad poblacional de *Meloidogyne* (J2) en raíces y suelo hay diferencias sustanciales entre tratamientos *Pasteuria* y testigo, especialmente en los dos últimos ciclos de cultivo. En las raíces desde el ciclo 3 al 6 se reducen los niveles de *Meloidogyne* spp. en los tratamientos *Pasteuria* (Cuadro 6), siendo estas de 36, 27, 77 y 87% respectivamente. Generalmente se observa que cuando las poblaciones de nematodos se incrementan considerablemente, posterior a esto ocurre una reducción, lo cual puede ser que al haber competencia ocurra un control intra específico. La densidad poblacional de *Meloidogyne* en el suelo también se redujo desde los ciclos 2, 3, 4, 5 y 6, siendo ésta de 50, 56, 56, 94 y 92 %, respectivamente comparando el promedio de tratamientos *Pasteuria* con el testigo (Cuadro 7).

Tanto el índice de agallamiento como la densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces y suelo tuvieron una correlación positiva, presentando mayor índice de agallas a mayor población del nematodo en raíces, suelo y viceversa. Además con regresiones se confirmó que éste efecto se puede repetir bajo las mismas condiciones del lugar del experimento (Figuras 15 y 16).

La eficaz reducción de las poblaciones del nematodo se debió al alto porcentaje de nematodos infectados con las esporas de la bacteria (Cuadro 8) e inclusive en el último ciclo de este trabajo hubieron nematodos infectados en el testigo. Esto trajo como consecuencia alta concentración de esporas en las raíces al final de cada ciclo de cultivo (Cuadro 9). Mediante correlaciones se determinó que, ésta era negativa,



decir que, al incrementarse el número de nematodos infectados con la bacteria se reduce la densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces y suelo. Lo mismo sucede cuando se incrementa la concentración de esporas en las raíces al final de cada ciclo de cultivo. Con regresiones se probó que éstas tendencias se repiten como se observa en las Figuras 17 y 18.

Es evidente la eficacia de *P. penetrans* en el control de *Meloidogyne* spp, especialmente cuando en el suelo no hay presencia de otros géneros de nematodos o éstas son bajas como sucedió en este campo experimental. En este caso no hubo obstáculo para que los nematodos se infecten y las esporas se multipliquen lo que trae como consecuencia que a mayor cantidad de esporas libres en el suelo haya mayor número de nematodos infectados, que al ingresar a las raíces y continuar con su ciclo de vida éste no podrá reproducirse, ya que todo el interior de la hembra estará lleno de las endosporas de su enemigo *Pasteuria*. De esta manera se ha logrado reducir la incidencia poblacional del nematodo y con regresiones se probó ésta afirmación (Figura 19).

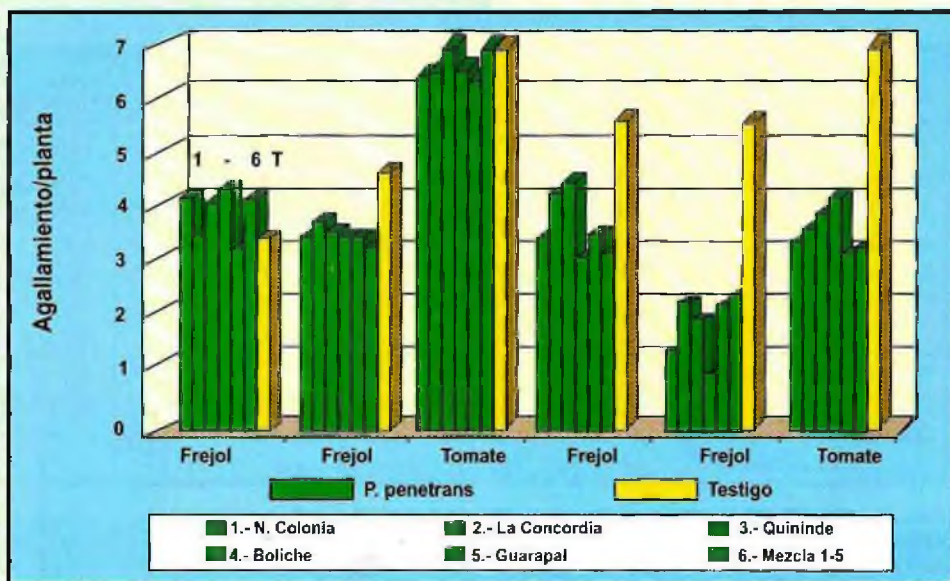


Fig 13. Índice de agallamiento en raíces de fréjol y tomate, al final de cada ciclo de cultivo. Babahoyo. 2000 - 2003



Fig. 14. Comparación del efecto de *P. penetrans* vs testigo en raíces de tomate, al final de 6 ciclos de cultivo. UTB, Babahoyo.

Cuadro 6. Densidad poblacional de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* spp. (J2) en 10 g de raíces, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans*, en la Universidad Técnica de Babahoyo. 2000 - 2003.

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 10 g de raíces					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	23675	11775	11625	8300	2400 ab	1200 b
2. La Concordia	15000	5450	11450	7650	3300 ab	1300 b
3. Quinindé	25450	9225	14550	7900	2800 ab	1250 b
4. Boliche	23800	11775	14213	7200	1800 ab	1050 b
5. Guarapal	18825	10550	13400	7300	3050 ab	900 b
6. Mezcla 1-5	23700	5300	14338	5700	1200 b	750 b
7.- Testigo sin Pp	23125	11125	20712	10050	10500 a	8000 a
% Promedio Control	-	-	36	27	77	87
CM	635.76	804.69	626.86	209.62	1925.41	1881.92
CV (%)	21.05	29.24	12.50	13.83	16.77	16.07
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	**	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Valores en columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Duncan

Cuadro 7. Densidad poblacional de *Meloidogyne* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al final de cada ciclo de cultivo, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans*, en la Universidad Técnica de Babahoyo 2000 - 2003.

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 100 cm <sup>3</sup> de Suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	263	1838 b	1087	300 b	200 b	337 b
2. La Concordia	188	1088 b	1275	450 b	350 b	437 b
3. Quinindé	413	975 b	2050	350 b	250 b	412 b
4. Boliche	413	1200 b	1562	300 b	300 b	387 b
5. Guarapal	200	1037 b	1662	350 b	262 b	312 b
6. Mezcla 1-5	188	1413 b	1437	500 b	250 b	325 b
7.- Testigo sin Pp	218	2537 a	3437	850 a	4612 a	3750 a
% Promedio Control	-	50	56	56	94	92
CM	31.70	217.56	267.00	267.00	1508.9	1018.3
CV (%)	23.36	19.58	23.74	23.74	17.25	12.46
Signific. estadística	ns	*	ns	**	**	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\* = hay diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Valores en columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Duncan

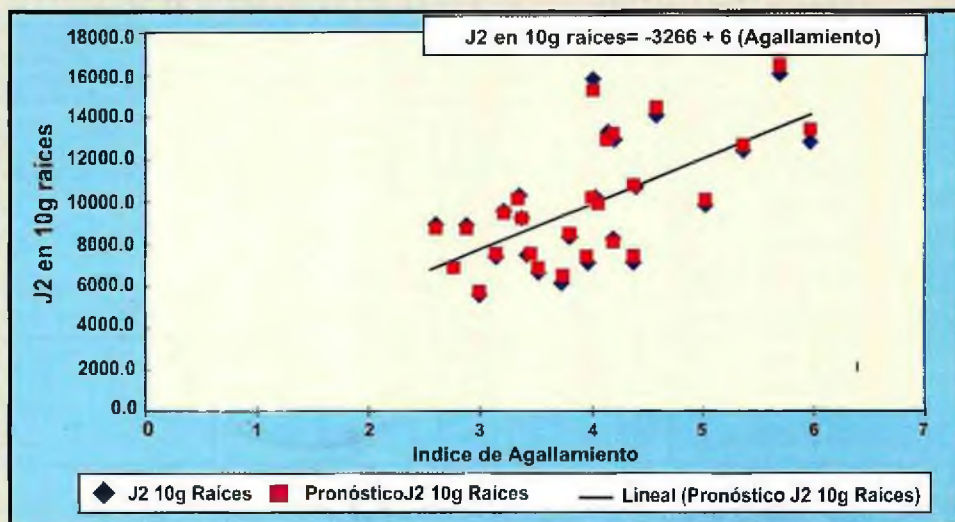
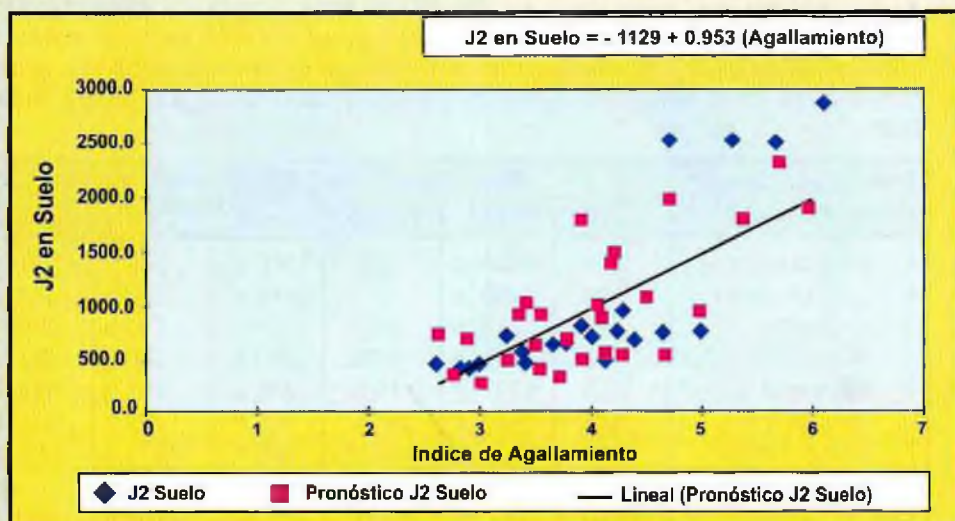


Fig. 15- Regresión lineal entre J2 en 10g raíces vs agallamiento. Babahoyo. 2000 - 2003



**Fig. 16- Regresión lineal entre J2 en 100 cm<sup>3</sup> suelo vs índice de agallamiento. Babahoyo. 2000 - 2003**

**Cuadro 8. Porcentaje de *Meloidogyne* spp. del suelo infectados con esporas de *P. penetrans*, en función de la introducción de cinco poblaciones de la bacteria, en la Universidad Técnica de Babahoyo. 2000 - 2003.**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	% <i>Meloidogyne</i> (J2) con <i>P. penetrans</i> en suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	10	20	48	52	50	60
2. La Concordia	9	21	44	49	52	70
3. Quinindé	8	16	43	46	49	55
4. Boliche	13	16	54	43	48	60
5. Guarapal	6	16	54	40	40	55
6. Mezcla 1-5	9	15	38	54	50	55
CM	50.98	33.59	47.90	42.01	13.23	14.26
CV (%)	43.89	23.90	16.13	16.13	8.28	7.43
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a arcoseno  
 CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.  
 ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 9. Número promedio de esporas de *P. penetrans* en 100 mg de raíces pulverizadas, al final de cada ciclo de cultivo, en la Universidad Técnica de Babahoyo. 2000 - 2003**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	Esporas de <i>P. penetrans</i> x 10 <sup>4</sup> / 100 mg raíces pulverizadas					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	892 b	1010	1225 b	1345 b	1653	2147
2. La Concordia	2053 ab	933	1677 b	2050 ab	2389	3033
3. Quinindé	1703 b	1658	2105 a	1903 b	2361	2978
4. Boliche	2300 ab	1097	1511 b	2200 ab	2178	2880
5. Guarapal	1669 b	1450	2144 a	2667 ab	2797	3119
6. Mezcla 1-5	3856 a	2502	1200 b	3556 a	1978	2730
CM	110.13	74.83	19.88	22.32	34.76	25.55
CV (%)	23.96	23.63	11.12	15.06	12.62	9.21
Signific. estadística	*	ns	**	**	ns	ns

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\* = hay diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

La producción de los cultivos se incrementó en los tratamientos *Pasteuria* en el ciclo de tomate 3 y en los ciclos de fréjol 4 y 5 al compararlos con los testigos (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Producción de semilla de fréjol y frutos de tomate, obtenida en ensayo sobre introducción de *Pasteuria penetrans* en la zona de Babahoyo. 2000 - 2003.**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	Producción kg / ha				
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol
1. Nueva Colonia	1500	2025	68750	2000	2100
2. La Concordia	1875	2437	63250	2297	2150
3. Quinindé	1575	2437	62750	2497	2212
4. Boliche	1437	1727	65875	2150	2115
5. Guarapal	1575	2075	63750	2725	2462
6. Mezcla 1-5	1875	2375	66750	2477	2482
7.- Testigo sin Pp	1500	2225	55250	1990	1532
CM	0.021	0.043	11.49	0.097	0.064
CV (%)	16.62	24.83	8.710	23.02	19.91
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns

El análisis estadístico se realizó en kg/ parcela. ns = No significativo.

CM= Cuadrado medio del error.

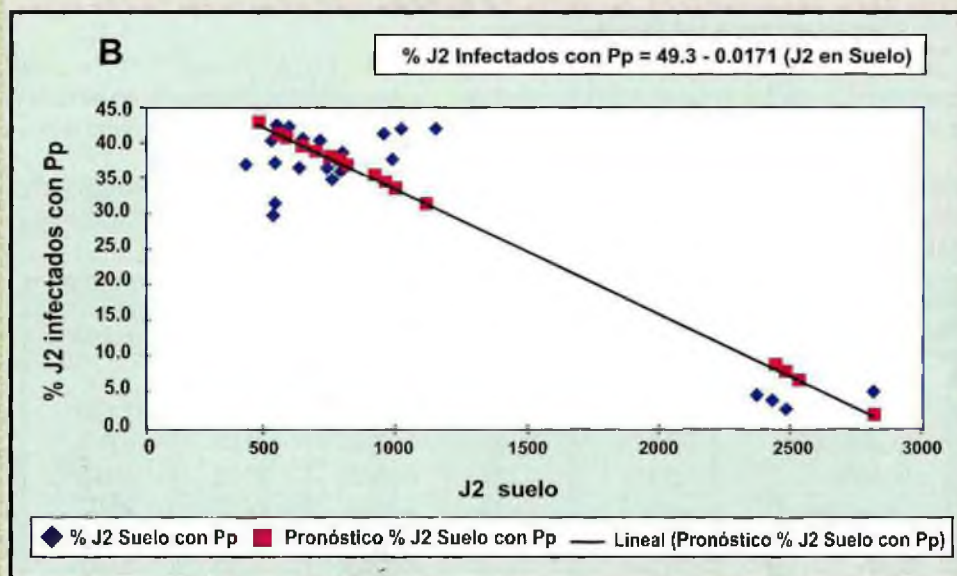
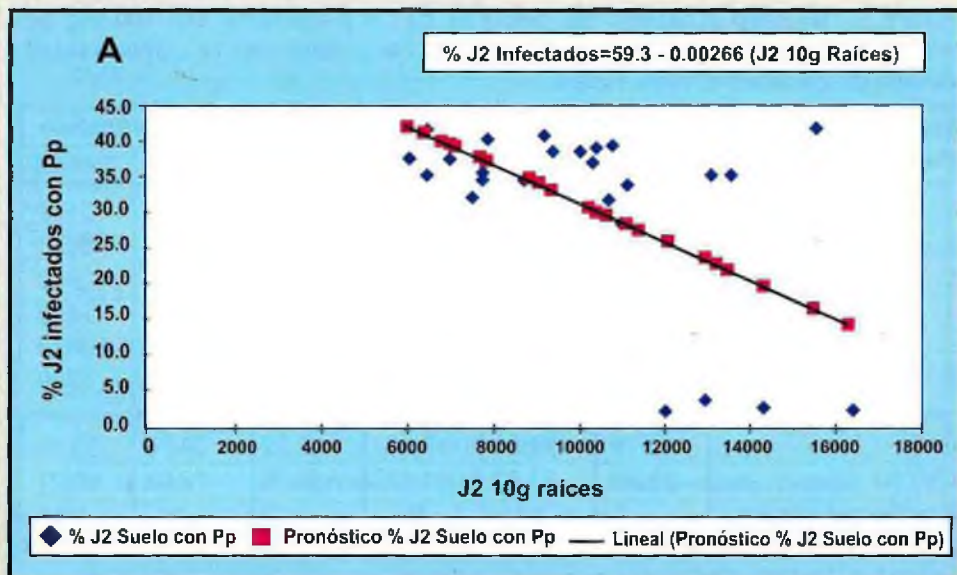


Fig. 17. Regresión Lineal entre % J2 infectados con *P. penetrans* vs J2 en 10 g de raíces (A) y J2 en 100 cm<sup>3</sup> de suelo (B). Babahoyo. 2000 - 2003.

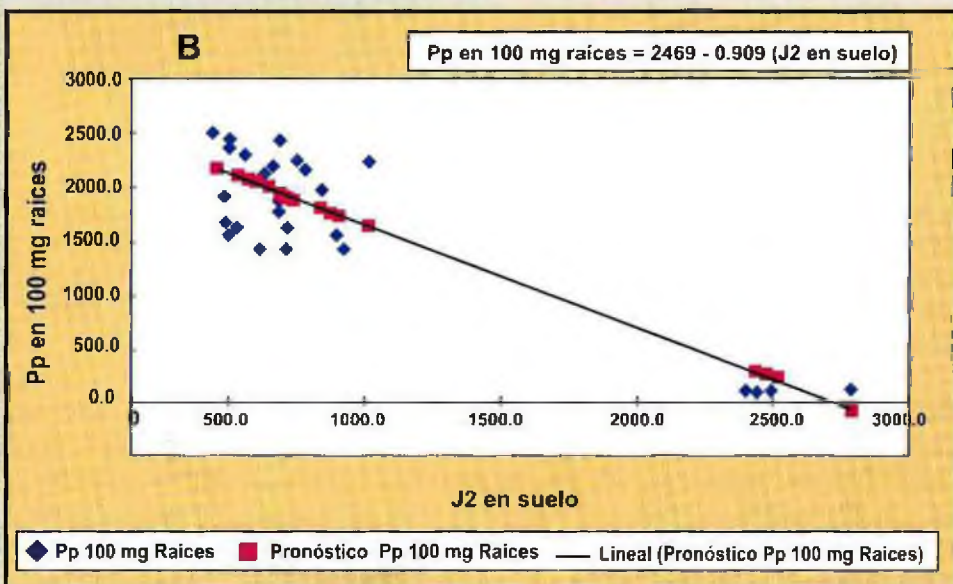
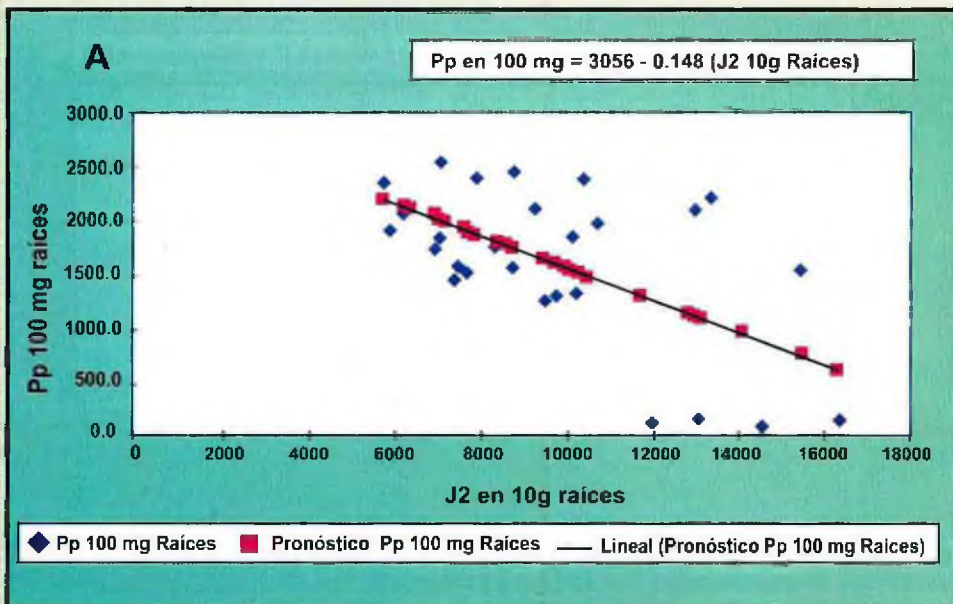


Fig. 18. Regresión lineal entre Pp en 100 mg raíz vs J2 en 10 g raíces (A) y 100 cm<sup>3</sup> suelo (B) Babahoyo. 2000 - 2003

Pp en 100 mg = 31.97 + 47.55 (%J2 Infectados con Pp)

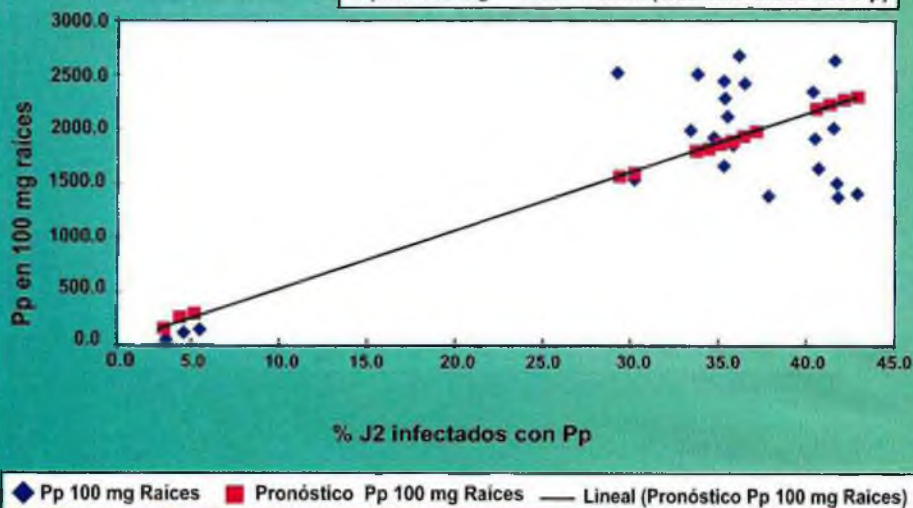


Fig. 19. Regresión lineal entre Pp en 100 mg de raíces vs % J2 infectados con Pp en suelo. Babahoyo, 2000 - 2003

### 3.3. Introducción de *P. penetrans* en el Valle del Catamayo, provincia de Loja.

En esta localidad al igual que en la Península de Santa Elena, con la siembra del fréjol se incrementaron las poblaciones de *Pratylenchus* (lesionador de raíces) y *Rotylenchulus reniformis* (agallador); además se observó un ataque de *Fusarium* que influyó en la obtención de una mejor eficiencia de *Pasteuria*.

Las densidades poblacionales de *Meloidogyne* en raíces y suelo fueron estadísticamente iguales entre tratamientos. Se determinó que las poblaciones de nematodos en las raíces disminuyeron conforme aumenta el ciclo de cultivo, siendo más notorio este descenso por especie de cultivo, con diferencias sustanciales entre tratamientos *Pasteuria* y testigo en los ciclos de tomate (Figura 20 y 21). Igual situación ocurrió con las densidades poblacionales de *Meloidogyne* en el suelo (Figura 22), es decir no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente las poblaciones del nematodo disminuyeron con el paso de los ciclos de cultivo



cultivo incluyendo al testigo. A pesar de ello en el último ciclo hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos y testigos, lo que indica que el control de *Pasteuria* bajo ciertas condiciones tarda un poco más pero no determina falta de efectividad. Como ya se explicó en el trabajo de El Azúcar, en este caso se hubiese presentado mejor eficacia de la bacteria en ausencia de los otros géneros de nematodos y *Fusarium*.

El porcentaje de *Meloidogyne* en el suelo infectado con las esporas de la bacteria fluctuó de 5 - 11% en ciclo 1 y de 35 - 37 % en el ciclo 6 (Cuadro 11). La mayor concentración de esporas en las raíces están en el ciclo 1 (fréjol) esto se debe a que al inicio la incidencia de los otros géneros de nematodos y hongos en las raíces fueron bajas. Según el promedio general de la producción de esporas, la población de *P. penetrans* identificada como Guarapal y la mezcla de las cinco poblaciones presentaron los mayores valores (Cuadro 12).



Testigo



Tratado con *Pasteuria*

**Fig. 20. Comparación del efecto de *P. penetrans* vs testigo en raíces de tomate, al final de 6 ciclos de cultivo, Valle de Catamayo, Provincia de Loja**

Regresiones de las variables evaluadas determinaron que la densidad poblacional de *Meloidogyne* en el suelo (J2) disminuye conforme aumenta el porcentaje de nematodos del suelo infectados con las esporas y por el incremento de la concentración de esporas en las raíces. Estas tendencias son representadas en las Figuras 23, 24 y 25.

Con respecto a la producción de los cultivos se determinó que en tomate se incrementó desde el ciclo 2 al ciclo 4 y 6, aunque no todos los tratamientos *Pasteuria* son mejores al testigo. Lo contrario sucedió con el

fréjol ya que la producción disminuyó al aumentar los ciclos de cultivo (Cuadro 13). Esto concuerda con los resultados obtenidos en la Península de Santa Elena debido a que el fréjol presentó problemas colaterales por ser excelente hospedero de los nematodos y al hongo antes mencionado, lo que hace que los resultados del Valle del Catamayo sean muy parecidos a los de la Península de Santa Elena.

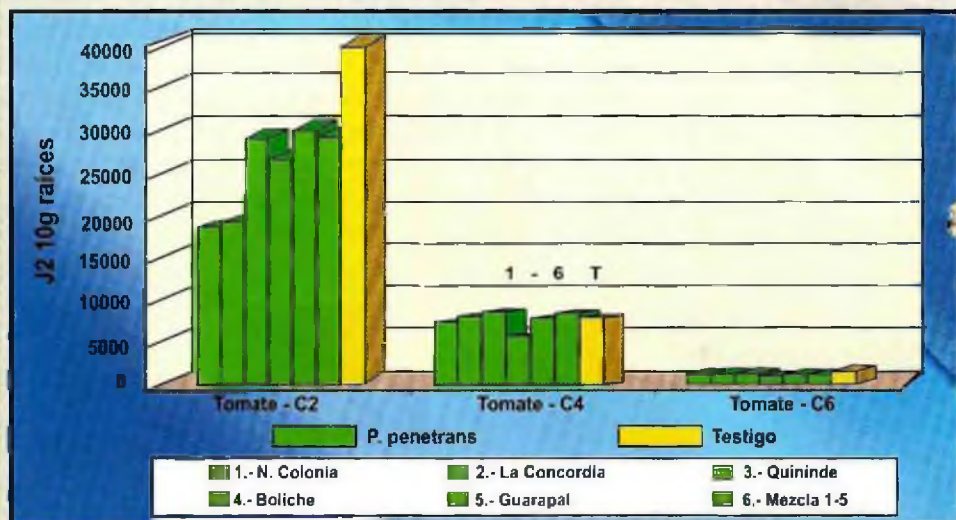


Fig. 21. Densidad poblacional de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* spp. en 10 g. de raíces al final de cada ciclo de cultivo, en el Valle de Catamayo. 2000 - 2003

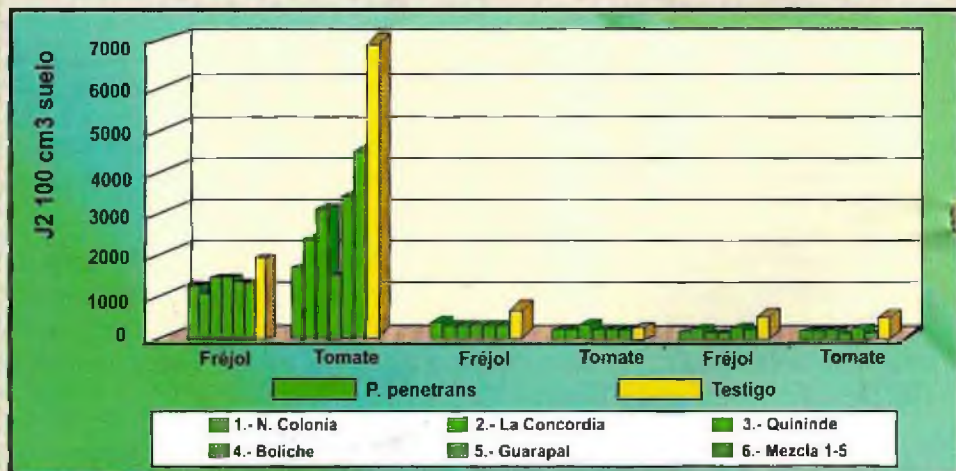


Fig. 22. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, al final de cada ciclo de cultivo, en el Valle de Catamayo. 2000 - 2003

**Cuadro 11. Porcentaje de *Meloidogyne* spp. del suelo infectados con esporas de *P. penetrans*, en función de la introducción de cinco poblaciones de la bacteria, en el Valle del Catamayo de la provincia de Loja. 2000 – 2003**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	% <i>Meloidogyne</i> (J2) con <i>P. penetrans</i> en suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	11	9 b	11	35	30 a	36
2. La Concordia	11	15 a	11	26	27 ab	35
3. Quinindé	11	15 a	14	41	26 ab	37
4. Boliche	10	12 ab	11	35	24 b	36
5. Guarapal	5	14 a	11	30	32 a	36
6. Mezcla 1-5	10	17 a	13	39	26 ab	37
CM	1.43	26.21	4.04	46.50	16.48	1.23
CV (%)	26.92	12.79	14.96	17.56	21.78	9.71
Signific. estadística	ns	*	ns	ns	ns	ns

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a arcoseno

CM= Cuadrado medio del error.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\* = hay diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

**Cuadro 12. Número promedio de esporas de *P. penetrans* en 100 mg de raíces pulverizadas, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans*, en el Valle**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	Esporas de <i>P. penetrans</i> $\times 10^4$ / 100 mg raíces					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	1599 b	927 b	764	1780 ab	3025 a	678 b
2. La Concordia	3546 ab	719 b	996	1797 ab	2583 ab	931 b
3. Quinindé	2886 ab	783 b	858	1900 a	2078 ab	1236 ab
4. Boliche	3017 ab	514 b	664	966 b	2644 ab	2031 ab
5. Guarapal	6331 a	811 b	747	1825 a	1980 b	1808 ab
6. Mezcla 1-5	5665 a	933 a	630	906 b	1393 b	2770 a
CM	867.97	5.88	21.96	158.20	165.46	380.07
CV (%)	8.76	8.74	11.26	12.58	11.67	14.05
Signific. estadística	**	**	ns	**	**	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Valores en una columna seguidos por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Duncan

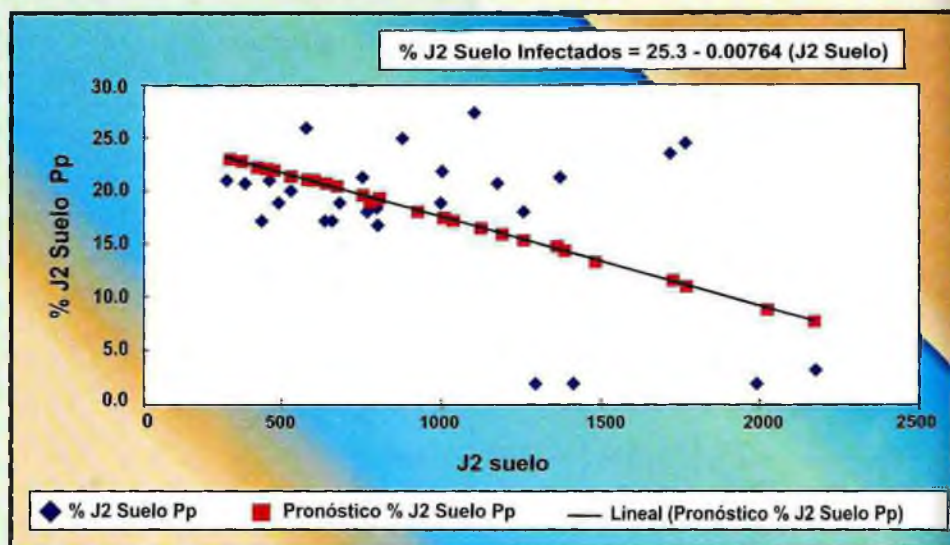


Fig. 23- Regresión lineal entre % J2 en suelo infectados vs J2 suelo. Catamayo 2000 - 2003

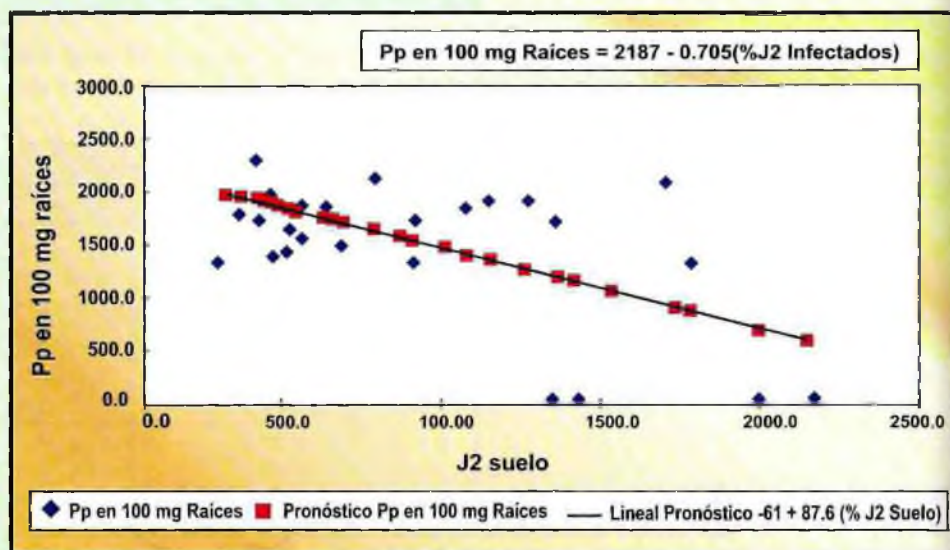
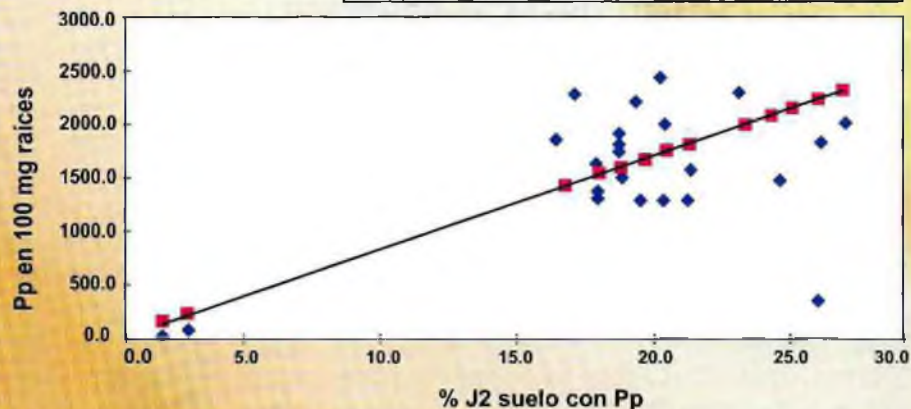


Fig. 24- Regresión lineal entre P. penetrans en 100 mg vs J2 suelo Catamayo 2000 - 2003.

Pp en 100 mg Raíces = 61+87.6 (%J2 Infectados)



◆ Pp en 100 mg Raíces ■ Pronóstico Pp en 100 mg Raíces — Lineal (Pronóstico Pp en 100 mg Raíces)

Fig. 25- Regresión lineal entre %J2 en suelo infectados con Pp vs Pp en 100 mg de raíces. Catamayo 2000 - 2003.

Cuadro 13. Peso de semillas seca de fréjol y frutos de tomate, en seis ciclos de cultivo, en función de la introducción de cinco poblaciones de *P. penetrans* en el Valle del Catamayo, provincia de Loja. 2000 - 2003

Tratamientos Pasteuria (Pp)	Producción kg / ha					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	475.0	15050	383.0	21450	262.5	25900
2. La Concordia	477.5	15125	211.5	23275	256.2	28700
3. Quinindé	626.0	15350	494.0	14950	235.0	26900
4. Boliche	519.0	16350	518.2	21325	297.5	37475
5. Guarapal	515.0	16125	410.2	20325	406.2	32150
6. Mezcla 1-5	587.5	20175	391.0	22700	290.0	22675
7.- Testigo sin Pp	652.5	16375	377.5	18700	405.0	25850
CM	0.0003	2.003	0.003	5.131	0.005	15.367
CV (%)	19.85	19.7	20.25	30.74	48.72	28.39
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns

El análisis estadístico se realizó en kg / parcela.

CM= Cuadrado medio del error

ns = No significativo.

### 3.4. Introducción de *P. penetrans* en el Valle del Chota, provincia de Imbabura

En el campo experimental de El Juncal donde se desarrolló esta investigación hubo presencia del nematodo falso agallador de raíces *Nacobbus aberrans*. La mayor incidencia se presentó en el cultivo de tomate y menor en fréjol de los cultivares utilizados (Blanco Imbabura y 1001), sin embargo, es importante reportar que hay materiales de fréjol muy susceptibles a este nematodo; por lo expuesto, no se presentan datos de índice de agallamiento en las raíces causados por *Meloidogyne*.

En las poblaciones de *Meloidogyne* en las raíces y suelo no hubo diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 14). Se determinó que desde el tercer ciclo de cultivo (tomate) hubo reducción de las poblaciones del nematodo, manteniendo una diferencia numérica apreciable entre tratamientos *Pasteuria* y testigo, lo que representa en el promedio general una reducción del 44% (Figura 26). En cuanto a las poblaciones de *Meloidogyne* del suelo se determinó que al final del ciclo 2 (tomate) fueron altas y después hubo una gran reducción, con una diferencia considerable entre lo tratado y testigo (Cuadro 15),

El porcentaje de nematodos con esporas se incrementó conforme pasaron los ciclos de cultivo (Cuadro 16) desde 1.1 - 2.5 % J2 en el ciclo 1 a 40 - 54 % en el ciclo 6. La concentración de esporas en las raíces fue muy variable entre ciclos (Cuadro 17), presentaron mayor cantidad en ciclos alternados sean estos fréjol o tomate (2, 4 y 6). Cabe mencionar que a pesar de la heterogeneidad en la multiplicación de *Pasteuria* en el Valle de El Chota, se ha definido que su introducción en este Valle juega un rol muy importante en el manejo integrado de nematodos.

Con las regresiones de las variables se determinó que la densidad poblacional de *Meloidogyne* es menor a mayor porcentaje de nematodos del suelo infectados con las esporas. También ocurrió que a mayor concentración de esporas de *P. penetrans* en las raíces se obtiene mayor número de nematodos infectados con las esporas en el suelo. Estas tendencias son corroboradas con las respectivas regresiones (Figuras 27 y 28).

La producción de semilla de fréjol se duplicó en los dos últimos ciclos de cultivo, posiblemente debido a que aparte de reducir las poblaciones de

*Meloidogyne* con el uso de *Pasteuria*, también se redujo la población de *Nacobbus* con la siembra de fréjol. Sin embargo, solamente en el ciclo 6 sembrado con tomate se obtuvo un incremento del 25 % de la producción en el promedio de los tratamientos *Pasteuria* comparado con el testigo (Figura 29).



Fig. 26. Comparación del efecto de *P. penetrans* vs testigo en raíces de tomate, al final de 6 ciclos de cultivo. Valle del Chota, Provincia de Imbabura

Cuadro 14. Densidad poblacional de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* spp. en 10 g. de raíces, en función de la introducción de *P. penetrans* en el Juncal. Valle El Chota, provincia de Imbabura. 2000 - 2003.

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 10 g de raíces					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	1089	6150	600	325	850	212
2. La Concordia	1357	4950	625	250	812	287
3. Quinindé	1859	2700	500	238	300	325
4. Boliche	1139	5375	650	338	400	387
5. Guarapal	2178	3500	575	362	387	187
6. Mezcla 1-5	720	5125	550	213	850	175
7.- Testigo sin Pp	1089	8600	600	1189	1350	825
CM	275.08	639.86	3.58	152.49	165.95	99.99
CV (%)	36.05	38.01	18.3	36.83	42.66	25.38
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns

J2 = Segundo estadio juvenil. Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error.

ns = No existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 15. Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en función de la introducción de *P. penetrans* en el Valle del Chota, provincia de Imbabura, 2000 - 2003**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 100 cm <sup>3</sup> de suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	188	2950	100	75 b	262	112 b
2. La Concordia	163	2338	100	250 ab	300	87 b
3. Quinindé	338	1700	100	88 b	175	100 b
4. Boliche	188	3088	100	163 b	312	150 b
5. Guarapal	263	1938	75	288 ab	600	112 b
6. Mezcla 1-5	375	3563	75	125 b	475	75 b
7.- Testigo sin Pp	238	3413	125	300 a	1237	637 a
CM	12.32	249.96	3.20	50.62	188.28	125.67
CV (%)	43.70	35.38	23.44	21.46	38.39	32.40
Signific. estadística	ns	ns	ns	**	ns	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

**Cuadro 16. Porcentaje de *Meloidogyne* spp. del suelo infectados con *P. penetrans*, en función de la introducción de esporas de la bacteria en el Valle del Chota. 2000 - 2003.**

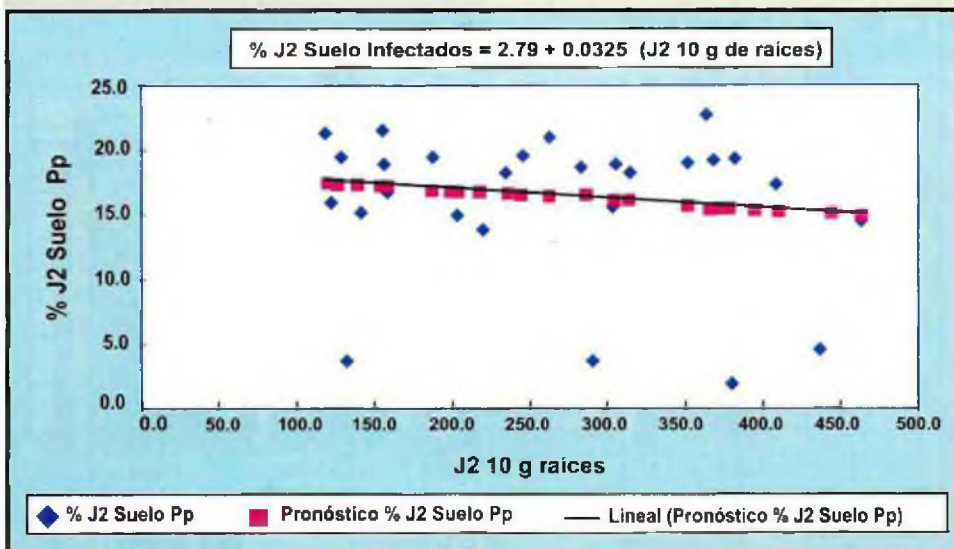
Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	% <i>Meloidogyne</i> (J2) con <i>P. penetrans</i> , en suelo					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	1.3	15.0	10	18	16	54
2. La Concordia	1.3	21.2	9	21	12	40
3. Quinindé	2.5	15.0	8	20	15	49
4. Boliche	1.9	11.2	9	23	19	44
5. Guarapal	1.3	13.8	14	16	19	47
6. Mezcla 1-5	1.1	10.0	10	14	15	45
CM	55.64	33.65	8.62	10.85	30.96	29.05
CV (%)	173.2	27.02	16.30	13.11	24.07	12.56
Signific. estadística	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a arcoseno

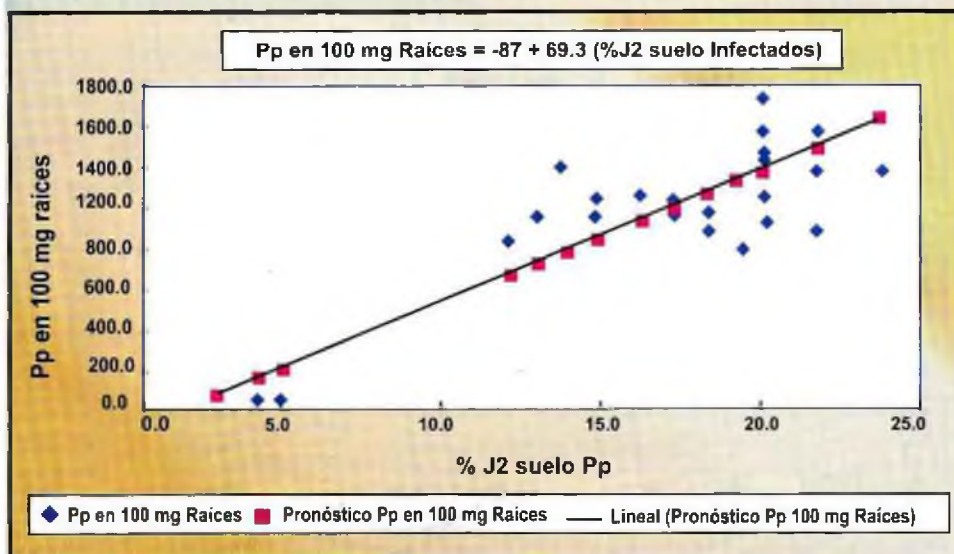
CM= Cuadrado medio del error. J2 = Segundo estadio juvenil.

ns = No existen diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ )





**Fig. 27- Regresión lineal entre % J2 en suelo vs J2 raíces. El Chota.**



**Fig. 28- Curva de Regresión lineal entre P. penetrans en 100 mg de raíces vs % J2 con Pp en suelo. El Chota 2000 - 2003**

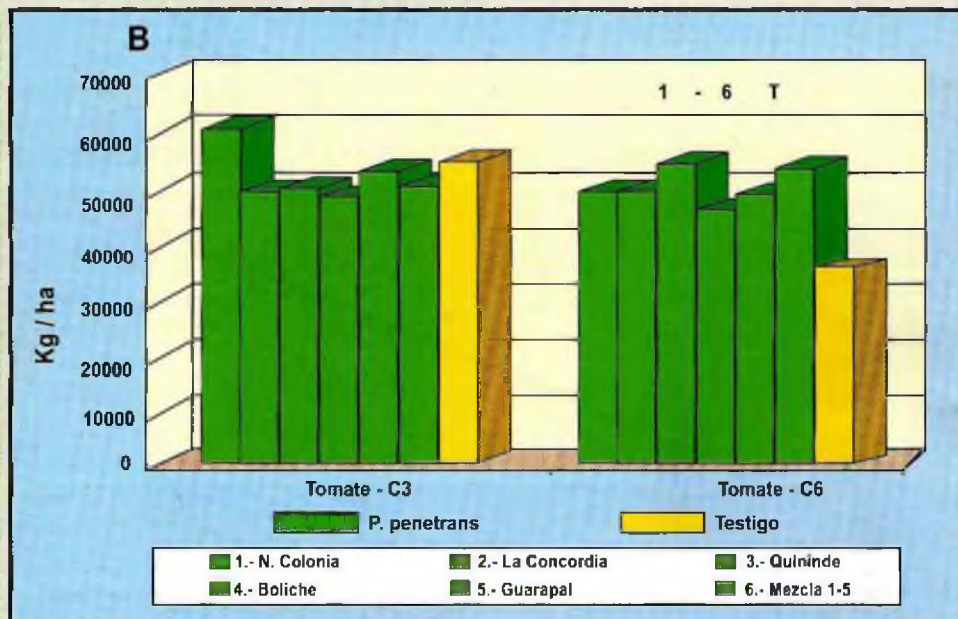
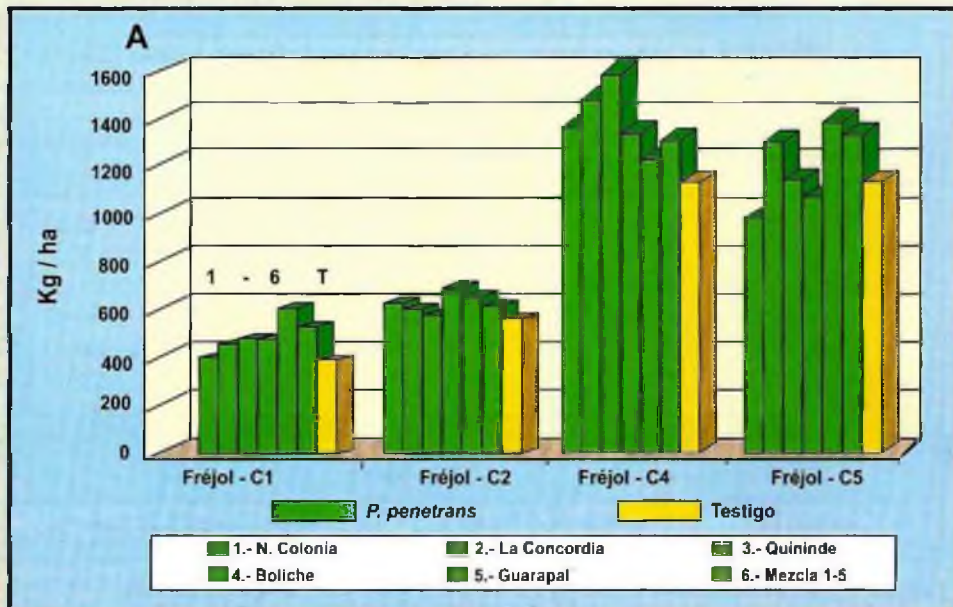


Fig. 29. Producción de semilla de fréjol (A) y frutos de tomate (B) en los seis ciclos. en el Juncal, Valle del Chota. 2000 - 2003

**Cuadro 17. Número promedio de esporas de *P. penetrans* en 100 mg de raíces pulverizadas, en función de la introducción de cinco poblaciones de bacteria en el Juncal, Valle de El Chota, provincia de Imbabura. 2000 - 2003.**

Tratamientos <i>Pasteuria</i> (Pp)	Esporas de <i>P. penetrans</i> X 10 <sup>4</sup> /100 mg raíces					
	Fréjol	Fréjol	Tomate	Fréjol	Fréjol	Tomate
1. Nueva Colonia	292 b	1799 a	333 b	2350 ab	356 b	1295 ab
2. La Concordia	503 a	1041 ab	492 ab	2385 ab	505 b	2780 ab
3. Quinindé	439 ab	1211 ab	658 ab	2928 a	610 ab	1970 ab
4. Boliche	456 ab	558 b	453 ab	2314 ab	545 ab	2839 a
5. Guarapal	322 b	1013 ab	708 a	2714 ab	802 a	1016 ab
6. Mezcla 1-5	517 a	1133 ab	528 ab	2050 b	914 a	1483 ab
CM	247.06	707.93	319.00	1419.36	400.10	744.44
CV (%)	22.56	23.10	15.77	13.85	14.89	14.48
Signific. estadística	**	**	**	**	**	**

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$

CM= Cuadrado medio del error.

\*\* = Hay diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.01$ )

## 4. EFICACIA DE METODOLOGÍAS DE APLICACIÓN DE PASTEURIA PENETRANS PARA EL CONTROL DE MELOIDOGYNE EN CAMPOS DE AMPLIA SUPERFICIE

### 4.1. Metodologías de aplicación de *P. penetrans* en cultivo de trasplante (tomate).

Este trabajo se lo efectuó con el objetivo de determinar una metodología eficaz de aplicación de esporas de *P. penetrans* en cultivos de ciclo corto de trasplante para el cual se escogió tomate. Se ejecutó en la E. E. Boliche desde agosto del 2001 a julio del 2003 (Figura 30), se sembró tomate riñón variedad "Floradade" por ser altamente susceptible al nematodo de las agallas radicales *Meloidogyne* spp. Los tratamientos investigados fueron cinco: aplicaciones de *P. penetrans* en semillero convencional tipo cama (1), en semillero tipo vaso (2), *P. penetrans* aplicado al voleo incorporado antes del trasplante en el sitio definitivo (3), *P. penetrans* aplicado en sitio definitivo al trasplante al fondo del hoyo (4) y

un testigo absoluto sin la bacteria (5). Se aplicó la concentración  $320 \times 10^6$  esporas por parcela en suelo húmedo al inicio del primer y segundo ciclo. Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. El manejo de la bacteria se realizó con la siembra de cuatro ciclos continuos de tomate. El área experimental fue de  $1280 \text{ m}^2$ , las parcelas de  $64 \text{ m}^2$  y el distanciamiento de siembra de  $0.60 \times 0.80 \text{ m}$ . (130 plantas /parcela). Al final de cada ciclo de cultivo se evaluó: Índice de agallamiento en las raíces (daño), densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces y suelo, porcentaje de juveniles del nematodo en el suelo infectados con *P. penetrans*, concentración de esporas en las raíces y peso de frutos por parcela.

Las metodologías de aplicación de las esporas fueron iguales entre sí en índice de agallamiento. Esta variable fluctuó de 1.3 a 3.9 en los tratamientos *Pasteuria* y en el testigo de 2.6 a 4.9 (Figuras 31 y 32).

Las densidades poblacionales de *Meloidogyne* en raíces fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos en los ciclos 3 y 4 con diferencias sustanciales entre tratados y testigo, sin embargo los métodos de aplicación de *Pasteuria* fueron iguales entre ellos. Según los valores promedio de las cuatro evaluaciones, la reducción de la población con relación al testigo fluctuó de 69.6% con la aplicación al semillero convencional a 52 % con aplicación en semillero en vasos (Cuadro 18). Las población de nematodos en suelo se mantuvieron bajas en los tratamientos *Pasteuria*, mientras que en el testigo aumentaron progresivamente, siendo los tratamientos con aplicación en semillero convencional e incorporado en el sitio definitivo ( $112 \text{ J2}/100 \text{ cm}^3$  suelo) diferentes al testigo. Considerando el promedio general, la reducción de la población fue del 46 al 53 % con el uso de *P. penetrans* (Cuadro 19).

El porcentaje de nematodos infectados con *Pasteuria* fluctuó de 11-17 en el ciclo 1 a 75-80 en el ciclo 4 (Cuadro 20), lo que coincide con el mayor contenido de esporas en las raíces (Cuadro 21). En la producción de frutos no hubo diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 22), solamente se observó un ligero incremento del ciclo 1 al 3.



**Fig. 30. Distribución de parcelas en campo experimental en la E. E. Boliche.**



**Testigo**



**Tratado con *Pasteuria***

**Fig. 31. Comparación del efecto de *P. penetrans* vs testigo en raíces de tomate, al final de cuatro ciclos de cultivo. E. E. Boliche, INIAP.**

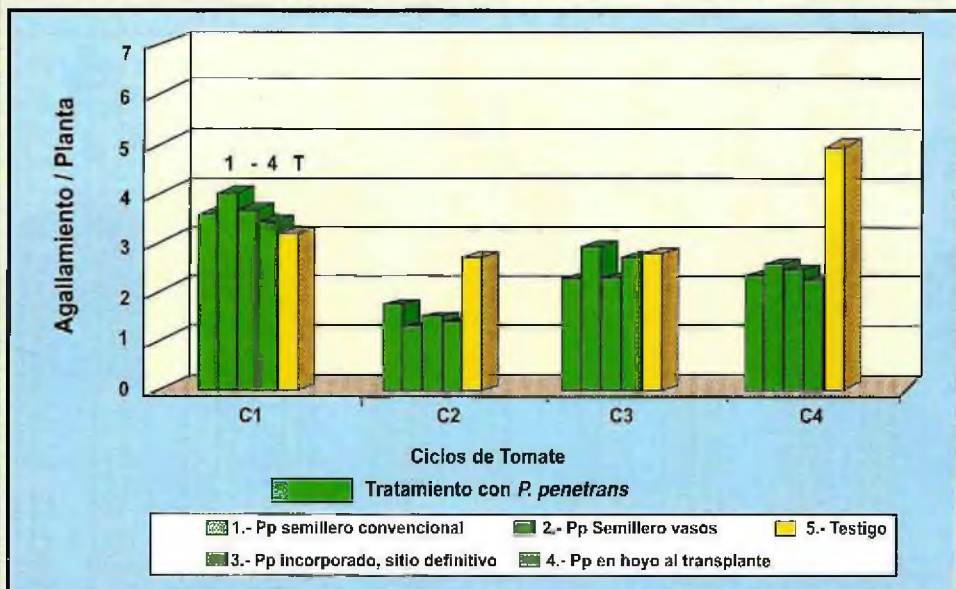


Fig. 32. Índice de agallamiento obtenido con diferentes metodologías de aplicación de esporas de *P. penetrans* en campo de tomate de amplia superficie. E. E. Boliche. 2001 - 2003

Cuadro 18. Densidad poblacional de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne spp.* en 10 g de raíces al final de cada ciclo de tomate, en investigación realizada en la E. E. Boliche. 2001 - 2003.

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 10g de raíces				Promedio	% control
	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate		
1. Pp en semillero convencional	6462 ns	300 ns	1361 b	1100 b	2306 b	69.6
2. Pp en semillero de vasos	8562	288	3313 ab	1800 b	3491 b	52.5
3. Pp incorporado en sitio definitivo	7275	313	2938 ab	1625 b	3038 b	58.6
4. Pp en hoyo al ptransplante	6675	300	3700 ab	2212 b	3222 b	56.1
5. testigo absoluto	7787	387	11087 a	10125 a	7346 a	
CV (%)	27.16	24.38	18.24	14.58	26.76	
LSD (P≤ 0.05)	34.18	6.56	17.51	11.76	22.57	

J2 = Segundo estadio juvenil. Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$ . ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P= 0.05).

**Cuadro 19. Densidad poblacional de *Meloidogyne* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo al final de cada ciclo de tomate, según metodologías de aplicación de esporas. E. E. Boliche. 2001 - 2003**

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	<i>Meloidogyne</i> (J2) / 100 cm <sup>3</sup> de suelo					
	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Prome- dio	% control
1. Pp en semillero convencional	200 ns	188 ns	162 ab	112 b	165 ns	46
2. Pp en semillero de vasos	137	150	175 ab	137 ab	150	51
3. Pp incorporado en sitio definitivo	137	250	81 b	112 b	145	53
4. Pp en hoyo al trasplante	175	238	125 ab	175 ab	153	50
5. Testigo absoluto	125	275	325 a	500 a	306	
CV (%)	24.50	17.81	18.25	14.18	30.53	
LSD (P≤ 0.05)	4.57	3.97	3.54	2.92	4.24	

J2 = Segundo estadio juvenil. Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$ .  
ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P= 0.05).

**Cuadro 20. Porcentaje de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* del suelo infectados con *P. penetrans*, según metodologías de aplicación de esporas en tomate. E. E. Boliche 2001 - 2003.**

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	% <i>Meloidogyne</i> (J2) con <i>P. penetrans</i> en suelo			
	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate
1. Pp en semillero convencional	17 a	21 a	70 ns	75 a
2. Pp en semillero de vasos	15 a	20 a	80	85 a
3. Pp incorporado en sitio definitivo	11 a	19 a	75	80 a
4. Pp en hoyo al trasplante	12 a	18 a	62	80 a
5. Testigo absoluto	0 b	0 b	25	35 b
CV (%)	18.36	9.65	12.66	6.28
LSD (P≤ 0.05)	4.91	3.12	10.64	5.65

Para el análisis estadístico los valores originales se transformaron arcoseno.  
ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P= 0.05).

**Cuadro 21.** Número promedio de esporas de *P. penetrans* en 100 mg de raíces pulverizadas, al final de cada ciclo de cultivo, según tratamientos en la E. E. Boliche. 2001 - 2003.

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	Esporas de <i>P. penetrans</i> x 10 <sup>4</sup> /100 mg raíces				
	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Total
1. Pp en semillero convencional	500 a	700 a	3014 a	3800 a	8014 ns
2. Pp en semillero de vasos	506 a	1600 a	1081 ab	3200 a	6387
3. Pp incorporado en sitio definitivo	414 a	620 a	2370 a	4500 a	7904
4. Pp en hoyo al trasplante	447 a	535 a	1611 ab	2855 a	5448
5. Testigo absoluto	0 b	0 b	195 b	502 b	697
CV (%)	20.50	18.23	17.09	10.58	21.06
LSD (P ≤ 0.05)	5.37	6.35	9.84	8.48	10.62

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x+1}$ .

ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P = 0.05).

**Cuadro 22.** Peso de frutos de tomate en tres ciclos de cultivo, en ensayo de metodologías de aplicación de *P. penetrans* en campo de amplia superficie. E. E. Boliche. 2001 - 2003.

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	Peso de frutos Kg / ha		
	Tomate Ciclo 1	Tomate Ciclo 2	Tomate Ciclo 3
1. Pp en semillero convencional	16719 ns	22500 ns	29219 a
2. Pp en semillero de vasos	17812	21906	26406 a
3. Pp incorporado en sitio definitivo	18906	26906	24375 a
4. Pp en hoyo al trasplante	15937	20469	27500 a
5. Testigo absoluto	17812	20000	21250 b
CV (%)	17.57	9.04	4.14
LSD (P ≤ 0.05)	2.768	1.646	0.813

El análisis estadístico se realizó en kg / parcela.

ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P = 0.05).



## 4.2. Eficacia de metodologías de aplicación de *P. penetrans* en cultivos de alta densidad de siembra (Soya - Fréjol)

El objetivo de este trabajo fue definir una metodología de aplicación de esporas de *Pasteuria penetrans* en cultivos de ciclo corto de alta densidad de siembra y en campo de amplia superficie. Se desarrolló en la Granja experimental de la Facultad de Ciencia Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, desde Junio 2002 a Agosto 2003 (Fig. 33). Se sembró soya variedad INIAP 304 y fréjol INIAP 472 por ser susceptibles a *Meloidogyne* spp. Los tratamientos fueron cinco: Soya + *P. penetrans* + Nitragín aplicado con sembradora (1), Soya + *P. penetrans* + Nitragín aplicado con voleadora (2), Soya + *P. penetrans* + Nitragín aplicado al voleo manual (3), *P. penetrans* aplicado manualmente al suelo en presiembra + soya + Nitragín, con sembradora (4) y un testigo absoluto Soya + Nitragín sembrado con sembradora sin *P. penetrans* (5). Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. El manejo de las poblaciones de la bacteria se realizó con la siembra en el mismo sitio de soya + fréjol + soya. Se aplicó  $204 \times 10^8$  esporas por parcela de 102 m<sup>2</sup>, una sola vez al inicio del primer ciclo. El área útil experimental fue de 2040 m<sup>2</sup>, el distanciamiento de siembra de 15 plantas por m lineal y 45 cm entre hileras. Al final de cada ciclo de cultivo se evaluó: índice de agallamiento en las raíces, densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces y suelo, porcentaje de juveniles del nematodo en el suelo infectados con *P. penetrans*, concentración de esporas en las raíces y peso de semillas.

Los diferentes métodos de aplicación de *Pasteuria* en el cultivo de soya presentaron diferencia estadística en índice de agallamiento (Figura 34 y Cuadro 23), sin embargo solamente la aplicación en presiembra (tratamiento 4) con índice de agallamiento 2-1 por planta fue diferente al testigo (4.5 / planta). Con respecto a la densidad poblacional de *Meloidogyne* en raíces, en el tercer ciclo hubo diferencia estadística, aunque las metodologías de aplicación fueron iguales entre ellas (Cuadro 24); en este ciclo, la reducción de la población del nematodo en las raíces fue del 35 al 70% en los tratamientos *Pasteuria* y en el suelo varió de 46 al 71% aplicado en presiembra (Cuadro 26).

El porcentaje de nematodos (J2) infectados con *P. penetrans* (ciclo 3) fue del 55 - 70 %, siendo los métodos de aplicación estadísticamente iguales

**Cuadro 25.** Densidad poblacional de *Meloidogyne* en 100 cm<sup>3</sup> de suelo, en investigación realizada en la granja de Agronomía de la Universidad Técnica de Babahoyo 2002 - 2003.

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	Meloidogyne (J2) / 100 m <sup>3</sup> Suelo			
	Soya	Fréjol	Soya	% control
1. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con sembradora	287 ns	312 ns	150 b	57
2. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con voleadora	750	387	187 b	46
3. Pp en semilla + Nitragin, aplicada al voleo manual	175	450	162 b	54
4. Pp en presiembra y siembra con sembradora	737	550	100 b	71
5. Testigo absoluto	700	425	350 a	
CV (%)	62.18	33.50	19.74	
LSD (P ≤ 0.05)	18.19	47.71	4.02	

J2 = Segundo estadio juvenil. Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x}$ .  
ns = No significativo

**Cuadro 26.** Porcentaje de juveniles del segundo estadio de *Meloidogyne* spp del suelo infectados con esporas de *P. penetrans*, en Universidad Técnica de Babahoyo 2002 - 2003.

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	% J2 del suelo con esporas de Pp		
	Soya	Fréjol	Soya
1. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con sembradora	19 ns	31.2 ns	70 a
2. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con voleadora	24	21.2	55 ab
3. Pp en semilla + Nitragin, aplicada al voleo manual	20	31.0	60 ab
4. Pp en presiembra y siembra con sembradora	29	30.0	55 ab
5. Testigo absoluto	0	7.5	26 b
CV (%)	28.17	33.99	8.59
LSD (P ≤ 0.05)	9.87	14.50	6.199

Para el análisis estadístico los valores originales se transformaron arcoseno.

ns = No significativo. Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P = 0.05).

**Cuadro 27. Número promedio de esporas de *P. penetrans* en 100 mg de raíces pulverizadas, al final de cada ciclo de cultivo, en la Universidad Técnica de Babahoyo 2002 - 2003.**

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	Esporas de Pp X 10 <sup>4</sup> / 100 mg raíces pulverizadas		
	Soya	Fréjol	Soya
1. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con sembradora	394 ab	1939 a	2666 ab
2. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con voleadora	602 a	1422 a	3111 a
3. Pp en semilla + Nitragin, aplicada al voleo manual	547 a	2400 a	4443 a
4. Pp en presiembra y siembra con sembradora	594 a	1144 a	4200 a
5. Testigo absoluto	0 b	144 b	444 b
CV (%)	20.54	42.75	11.44
LSD (P≤ 0.05)	5.74	21.39	8.82

Para efectuar el análisis estadístico los datos originales se transformaron a  $\sqrt{x+1}$ . Valores en una columna seguido por una misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (P= 0.05).

**Cuadro 28. Peso de granos secos de soya y fréjol, en ensayo de metodologías de aplicación de esporas de *P. penetrans* para el control de *Meloidogyne* spp en campo de amplia superficie en la Universidad Técnica de Babahoyo 2002 - 2003.**

Tratamientos Metodologías de Aplicación de <i>P. penetrans</i> (Pp)	Producción Kg / ha		
	Soya	Fréjol	Soya
1. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con sembradora	2551 ns	799 ns	4250 ns
2. Pp en semilla + Nitragin, aplicada con voleadora	2157	1037	4087
3. Pp en semilla + Nitragin, aplicada al voleo manual	2451	1037	4250
4. Pp en presiembra y siembra con sembradora	2363	850	4087
5. Testigo absoluto	2451	837	3892
CV (%)	7.46	39.94	8.03
LSD (P≤ 0.05)	5.609	19.944	7.914

El análisis estadístico se realizó en kg / parcela. ns = No significativo.

## CONCLUSIONES

- En Ecuador, las poblaciones nativas de la bacteria *Pasteuria penetrans* más patogénicas sobre *Meloidogyne* spp. son Nueva Colonia, Boliche (provincia del Guayas), La Concordia, Quinindé (provincia de Esmeraldas) y Guarapal (El Oro).
- La población de *P. penetrans* de la Unión (Esmeraldas) es la que menos infecta a *Meloidogyne* spp. a pesar de ello se mantiene en una colección en la E. E. Boliche para futuras investigaciones.
- El 80% de las poblaciones de *Meloidogyne* en Ecuador son *M. incognita*, y ésta es la más parasitada por *P. penetrans*.
- En esta investigación, *Meloidogyne javanica* es la especie con más dificultad para infectarse con *P. penetrans*.
- No existe selectividad de *P. penetrans* sobre poblaciones de *Meloidogyne* spp. que provengan de la misma especie de planta de la que también se extrae el nematodo.
- Las condiciones de salinidad del suelo y agua en El Azúcar, no afectan la multiplicación de *P. penetrans*.
- En el Azúcar (Península de Santa Elena) zona de Babahoyo y Valles del Catamayo y Chota la introducción de las cinco poblaciones de *P. penetrans* fue eficaz, además no hubo diferencia significativa entre ellas en nematodos parasitados y producción de esporas.
- En los Valles de la Sierra la introducción de *P. penetrans* reduce con eficacia las poblaciones de *Meloidogyne* spp.
- En tomate a nivel comercial, la aplicación de esporas de *P. penetrans* manual e incorporadas en semillero o en el sitio definitivo, no difieren en eficacia para el control de *Meloidogyne* spp.
- En soya, la aplicación de esporas de *P. penetrans* manual e incorporadas antes de la siembra, es igual en eficacia para el control de *Meloidogyne* spp. que aplicadas con sembradora en mezcla con la semilla y Nitragín.
- Excelente eficacia de *P. penetrans* en el control de *Meloidogyne* spp. se obtiene en campos donde no hay incidencia de otros géneros de nematodos, o es baja.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dube, B. N. 2001. Integrated Application of *Paecilomyces lilacinus*, *P. penetrans* and cattle manure for control of *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology* 33(4): 255
2. Navia, D. y Triviño, C. 2003. Poblaciones de *Pasteuria penetrans* de amplia cobertura para infectar al nematodo *Meloidogyne* spp. INIAP, Guayaquil, Ecuador. Boletín Técnico No 92: 8 pp.
3. Meyer, S. L., and Daniel, R. 2002. Combination of biocontrol Agents for management of plant parasitic nematodes and soil borne plant-pathogenic fungi. *Journal of Nematology* 34(1): 1-8
4. Triviño, C. 1996. 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.
5. Triviño, C., Gowen, S., Farguette, M. 1998. Densidades poblacionales de nematodos fitoparásitos en campos hortícolas del Ecuador. *Nematropica* 28(2): 148
6. Triviño, C. y Figueroa, M. 1993. Los nematodos del arroz y su control, INIAP, Quito, Ecuador. Boletín Divulgativo No. 241: 1-2

## **INSTITUCION RESPONSABLE**



**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACION EXPERIMENTAL BOLICHE**  
**Departamento Nacional de Protección Vegetal**  
**Sección Nematología**  
**Km. 26 de la Vía Durán - Tambo**  
**Apartado Postal 09-01-7069**  
**Telf.: 593 (4) 2717160 - 2717161**  
**Fax: 593 (4) 2717119**  
**Guayaquil - Ecuador**

## **INSTITUCIONES COLABORADORAS**

**Universidad Técnica del Norte**  
**Universidad Técnica de Babahoyo**  
**Universidad Nacional de Loja**

## **FINANCIADO**



**PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS  
SERVICIOS AGROPECUARIOS**