“JORNADA TÉCNICA SOBRE ALCACHOFA Y PIMIENTO ”

La Alberca,
22-noviembre- 2017

Patologías de suelo (nematodos) en pimiento

Caridad Ros Ibáñez
Carmen María Lacasa Martínez
Victoriano Martínez Alarcón
Adriana Esteban López
Carmen Martínez Lluch
Jerónimo Torres Corcuera

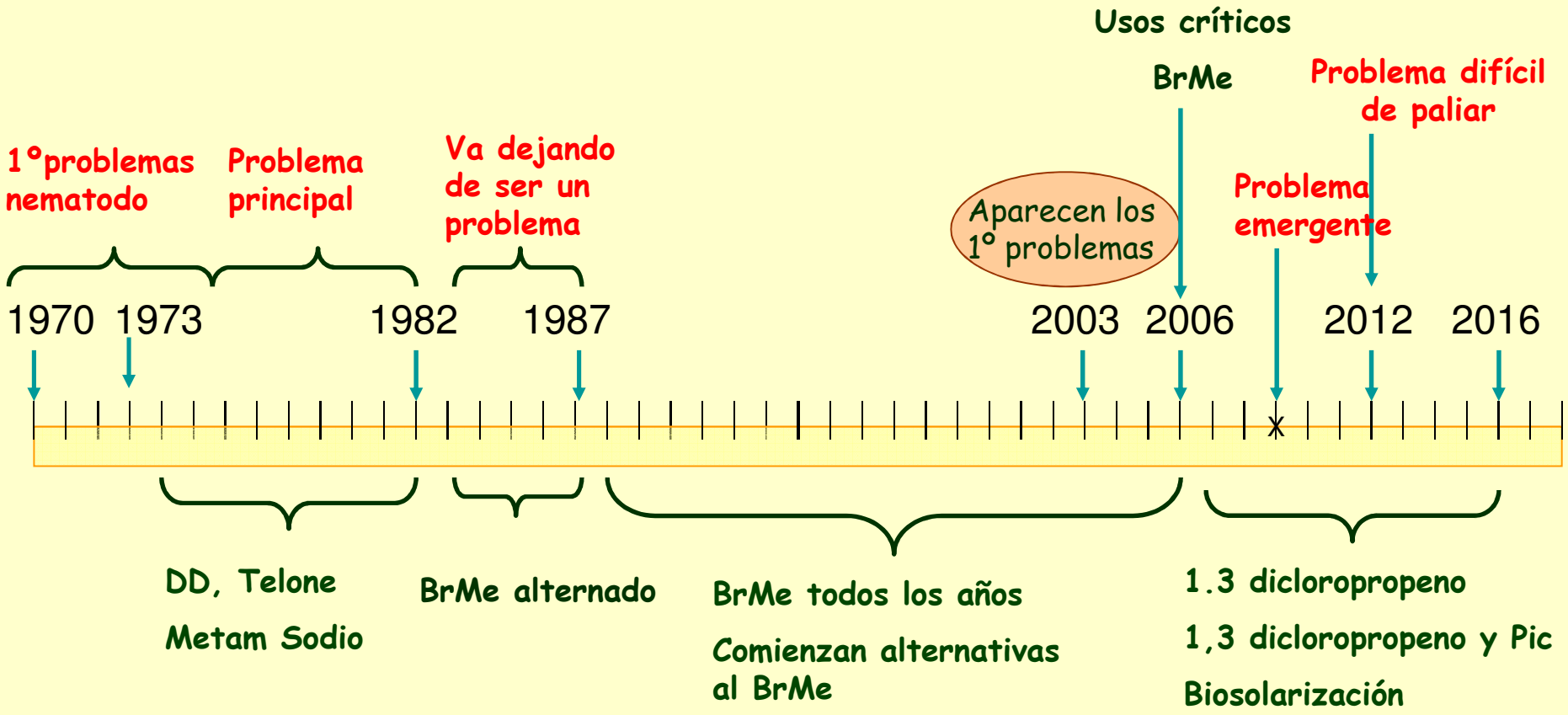
Región de Murcia

UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
“Una manera de hacer Europa”

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario

Evolución problema de Meloidogyne en el campo de Cartagena



2008 al 2011 dos periodos de gracia de 18 meses para el 1,3-D

Desde 2011 usos excepcionales o emergentes del 1,3-D y de Pic

Meloidogyne sp nematodo ligado al pimiento

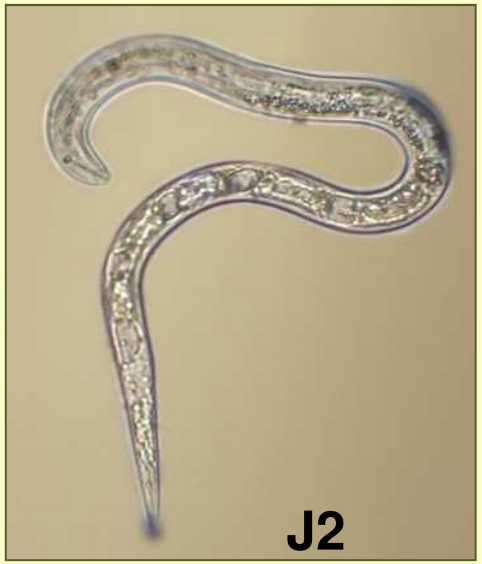
Especies polífagas

Especies más relevantes en el Sureste

Meloidogyne incognita
Meliodogyne arenaria

En otros países o zonas de España

Meloidogyne hapla
Meloidogyne hispanica
Meliodogyne fallax
Meloidogyne enterolobii
Meloidogyne chitwoodi



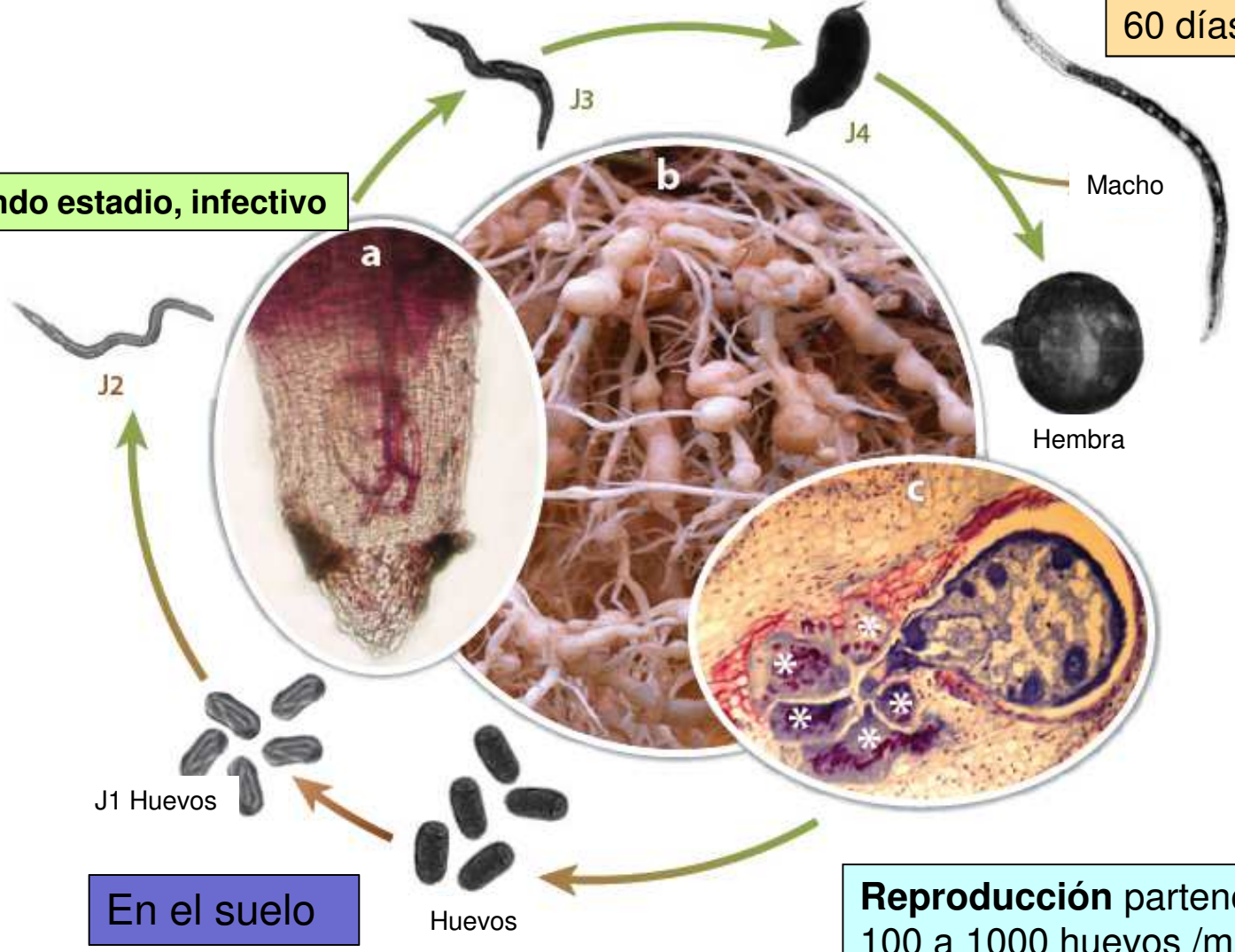
Ciclo de desarrollo de *Meloidogyne sp*

4 estadios juveniles, hembra y macho

En las raíces

Duración ciclo:
25-30 días a 28ºC.
60 días a 20ºC

El segundo estadio, infectivo



En el suelo

Reproducción partenogenética
100 a 1000 huevos /masa

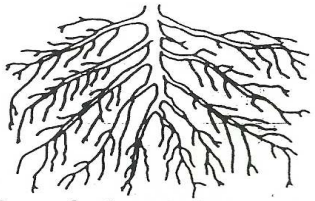
Sintomas en el cultivo

Marchitamiento apical en correspondencia con las alteraciones en las raíces principales

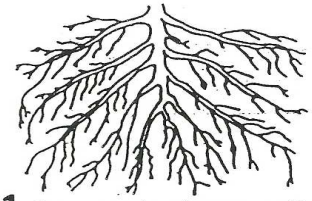
Amarilleos de la copa en rodales de plantas con agallas en las raíces

Estimación daños de *Meloidogyne incognita*

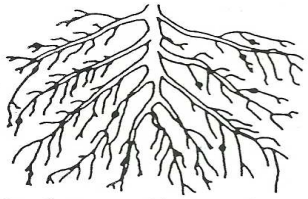
CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE ATAQUE DOS NEMÁTODOS FORMADORES DE GALHAS NAS RAÍZES (*MELOIDOGYNE spp.*)



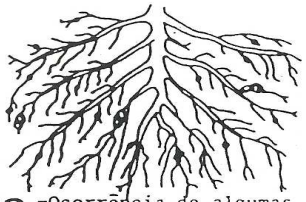
0 =Ausência de galhas em todo o sistema radicular.



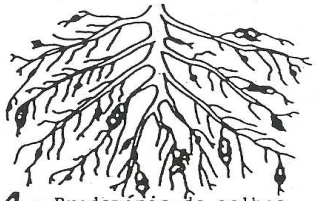
1 =Presença de algumas galhas pequenas, difíceis de observar.



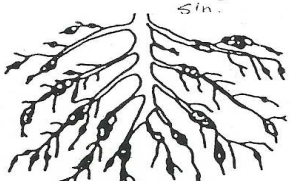
2 =Sòmente galhas pequenas, mas claramente visíveis. Raízes principal, primárias e secundárias sem galhas.



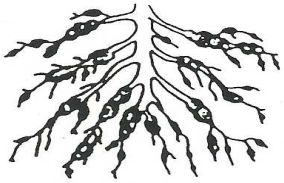
3 =Ocorrência de algumas galhas maiores. Raízes principal, primárias e secundárias sem galhas.



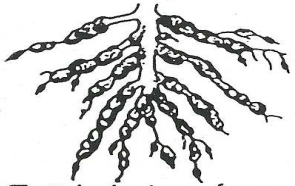
4 = Predomínio de galhas grandes, mas raízes principal, primárias e secundárias sem galhas.



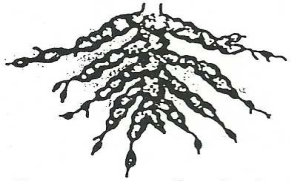
5 =Infecção de 50% das raízes. Presença de galhas em parte das raízes primárias e secundárias.



6 =Presença de galhas em parte de todas as raízes (principal, primárias e secundárias).



7 =Maioria das raízes primárias e secundárias com galhas em toda a sua extensão.



8 =Todas as raízes (principal, primárias e secundárias) com galhas em toda a sua extensão.

9 =Todas as raízes fortemente infectadas. Planta geralmente morrendo.

10 = Sem sistema radicular. Planta geralmente morta devido a uma forte infecção.

Fig.2. Carta para determinação do índice de galhas(*)

G. Reis, Out.'92

(*) Adaptado de BRIXEE, J. & PAGE, S.L.J. 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. Tropical Pest Management, 26 : 296-298.

BRIDGE y PAGE (1980)

Factores que determinan los daños en el cultivo

- Presencia del nematodo en el suelo densidad de inoculo
- Antagonistas posibles en el suelo
- Altas temperaturas que dan lugar a que se adelanten las primeros daños y que se den varias generaciones al año
- Aparición de poblaciones capaces de remontar la resistencia

Control Meloidogyne

- Fumigantes químicos en uso: 1,3-dicloropropeno, Metam sodio, Dazomet Cloropicrina. Nuevos desinfectante: Dimetil disulfito (ensayo demostración), Dióxido de Cloro?, Ozono?.

- La biosolarización:
  - Iniciada en agosto resultados aleatorios nematodos
  - 1º semana de septiembre muestra deficiencias muy notables
  - La adición de algunas enmiendas mejoran los efectos de la BS en septiembre y octubre (Bagazo de cerveza, Torta de colza)
  - La combinación de la BS + injerto población avirulenta al gen *Me3*

Control Meloidogyne

➢ Las desinfecciones químicas o no químicas no cubren todo el ciclo de cultivo haciéndose necesario el establecimiento de estrategias de control.

1. Combinación de la desinfección química + uso de resistencias

2. Combinación de la biosolarización + uso de resistencias

3. Rotación cultivos para disminuir plón: brasicas, forrajeras (crotalaria)

4. Aplicación de productos:

Oxamilo
Fluopirán

Resistencias genéticas a nematodos en pimiento

La resistencia a *Meloidogyne* está gobernada 9 genes identificados como: *N, Me1, Me2, Me3, Me4, Me5, Me6, Mech1 y Mech2*

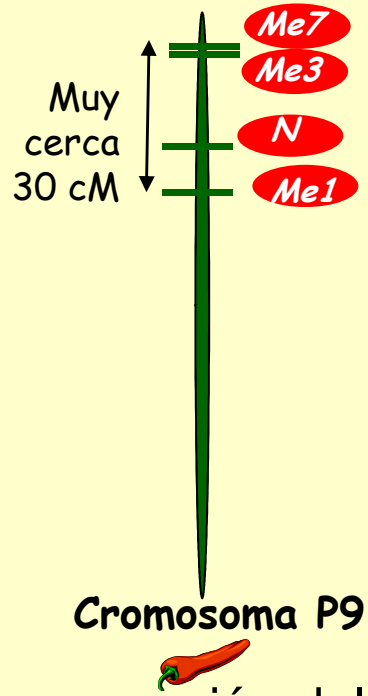
Para *Meloidogyne incognita, M. javanica* y *M. arenaria* los genes:

N: pimiento Carolina Hot*, EE.UU.*
Me1: pimiento PI 201234, America central
Me3: pimiento PI 322719, India
Me7= Me3: pimiento Serrano criollo de Morelos 334, Méjico

Para *Meloidogyne javanica* los: *Me5* y *Me6* en pimiento Yollo Wonder

Para *Meloidogyne chitwoodi* los: *Mech1* y *Mech2*

Resistencias M. incognita



Existen 3 genes *Me1*, *Me3* y *N*

- El gen *Me3* es remontada cuando se reitera el cultivo
- El gen *Me1* no es remontada

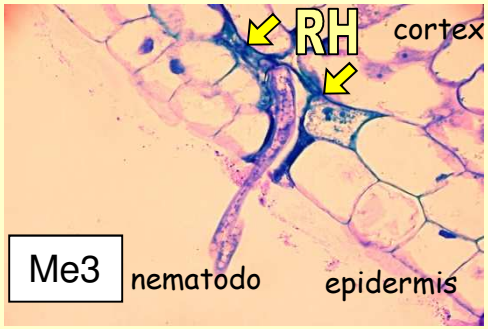
- La base genética donde se introduce un gen influye en la expresión del mismo. → **Estrategias de manejo**

- La rotación gen *Me3* y *Me1* reducen los daños en el ss cultivo *Me3*
- El co-cultivo gen *Me1* y *Me3* disminución de daños en las raíces gen *Me3*.

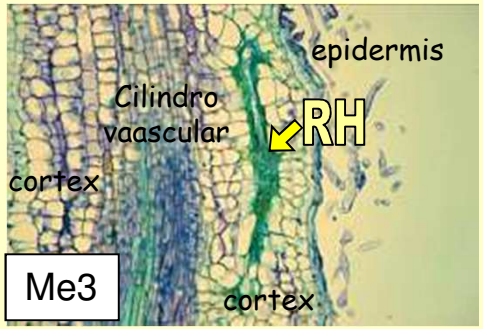
Mecanismos de resistencia conferida por los genes

Evolución histológica de la infestación de la raíz

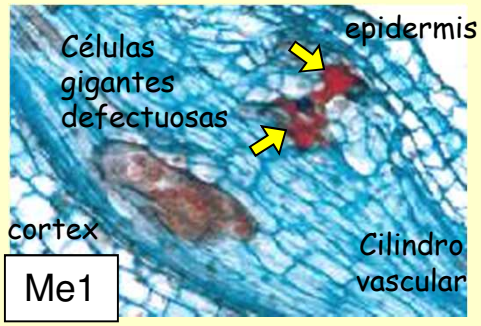
1 día



3 día



10 día

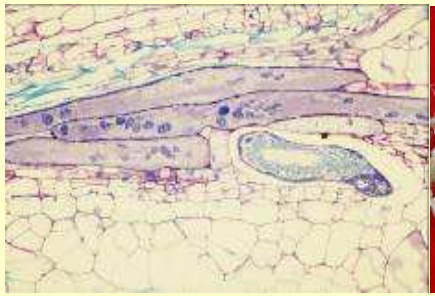


Necrosis inmediata

Necrosis temprana

Muerte celular retardada

14 día



Genes remontables

No se remonta el gen *Me1*

PROYECTO FEDER 1420-02

Desarrollo y mejora de la producción

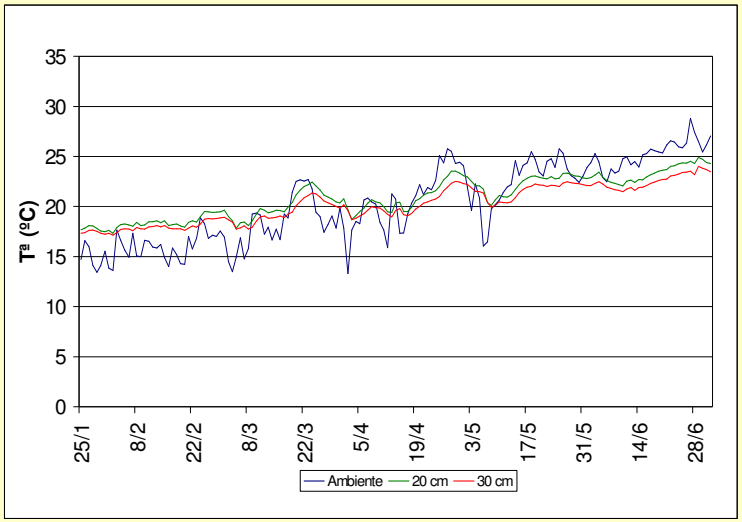
Inviernos más suaves
Cambios en los sistemas productivos

Diseñar estrategias para el control

Parámetros epidemiológicos *Meloidogyne*

Estrategias uso resistencia*s* al nematodo

Evaluación nuevas enmiendas BS



Estrategias integradas desinfección de suelo + resistencia al nematodo

Trabajos que se han desarrollando

Manejo *M. incognita*: estrategia de uso de la resistencia

Caracterización poblaciones del Campo de Cartagena

- Prospección 30 poblaciones de diferentes invernaderos del CC
- Establecidas a partir de una sola masa de huevos y multiplicadas sobre la variedad Marmande susceptible al nematodo
- Se estudia la variabilidad patogénica frente a los genes *Me3* y *Me1*
- Condiciones controladas

Diseño experimental

- **Genotipos:**
  - **Lamuyo**
  - **HDA 149 (*Me3* /Me3)**
  - **HDA330 (*Me1/Me1*)**
  - **Terrano (*Me1/me1*)**
  - **Alcos (resist intermedia)**
- **10 plantas/genotipo**
- **400 J2 población problema**

- **Indice de agallas (0-10)**
- **Nº masas de huevos/pl**

Manejo *M. incognita*: estrategia de uso de la resistencia

Caracterización poblaciones del Campo de Cartagena

30 poblaciones
- 28 *Meloidogyne incognita*
- 2 *Meloidogyne arenaria*

Genotipos	N36		N6		N29	
	Indice Agallas	**Masas huevos**	**Indice Agallas**	**Masas huevos**	**Indice Agallas**	**Masas huevos**
HDA149 Me3	0,0a	0,0a	**3,3cd**	**53,9c**	**3,1c**	**40,9c**
HDA330 Me1	0,0a	0,0a	0,2a	0,2a	0,6a	0,6a
RT12 Me1	0,2b	0,3a	1,0b	3,4b	1,0b	3,1b
Alcos Resist cuantitativa	2,3c	33,6b	2,8c	52,0c	2,9c	60,2d
Lamuyo	3,0d	88,4c	**3,5d**	**53,0c**	**3,4c**	**58,1d**

Trabajos que se han desarrollando

Manejo *M. incognita*: estrategia de uso de la resistencia

Evaluación de nuevas resistencias

Banco de germoplasma adaptadas a las condiciones climáticas de nuestra zona productora

Inoculación

- **Poblaciónes *M. incognita* virulenta y avirulenta al gen *Me3***
- **400 J2 / planta**
- **Plantas en macetas de 200 ml**
- **25ºC. Fotoperiodo de 16 h luz**

8 semanas después

Manejo *M. incognita*: estrategia de uso de la resistencia

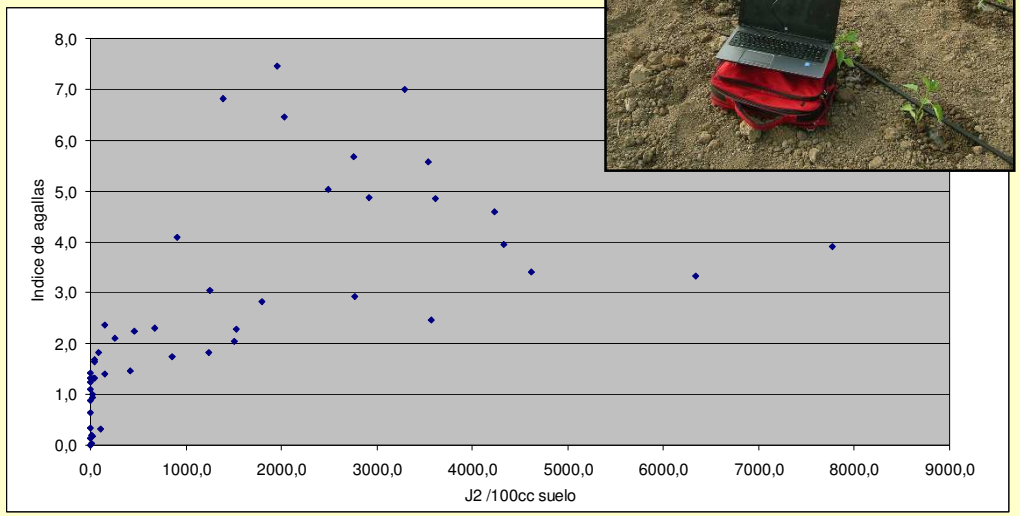
Evaluación de nuevas resistencias

Línea	MI-E (avirulenta)	MI-CH (virulento Me3)	Línea	MI-E (avirulenta)	MI-CH (virulento Me3)
DLL-P	n.e.	5,00	P36	0,00	0,40
Costal	1,67	1,50	P37	3,80	3,20
P14	3,50	3,50	P38	3,00	3,80
P29	2,20	1,60	P39	3,60	3,20
P30	2,33	1,40	P40	n.e.	3,00
P31	2,50	2,00	CHIPU	2,40	2,40
P32	1,50	0,75	HERMI-1	n.e.	1,50
P33	1,67	1,33	HERMI-4	n.e.	2,75
P34	3,00	2,50	HERMI-5	n.e.	2,33
P35	3,25	1,80	MSS-1	1,67	2,00

Manejo de *Meloidogyne incognita*

Determinación parámetros epidemiológicos

Tratamientos
T1: No inoculado + Oxamilo
T2: Inoculado
T3: No inoculado



Modelo matemático

Factor de corrección EC vs EL

Diseño experimental

- **Suelo biosolarizado octubre**
- **Inoculación MI-avirE: 400j2/pl**
- **Tratamiento mensual con Oxamilo**
- **Bloques al azar 4 rep. de 45 pls**

Parámetros a medir

- **Temperatura del suelo a 15 y 30 cm**
- **Indice de agallas (0-10)**
- **Porcentaje pls afectadas**
- **Nº masas de huevos x pl**
- **Producción comercial (T1, T2 y T3)**

Manejo de *Meloidogyne incognita*

Determinación parámetros epidemiológicos

¿Cuándo se observan los primeros daños?

¿Cuándo se da la primera generación?
¿Número de generaciones al año?

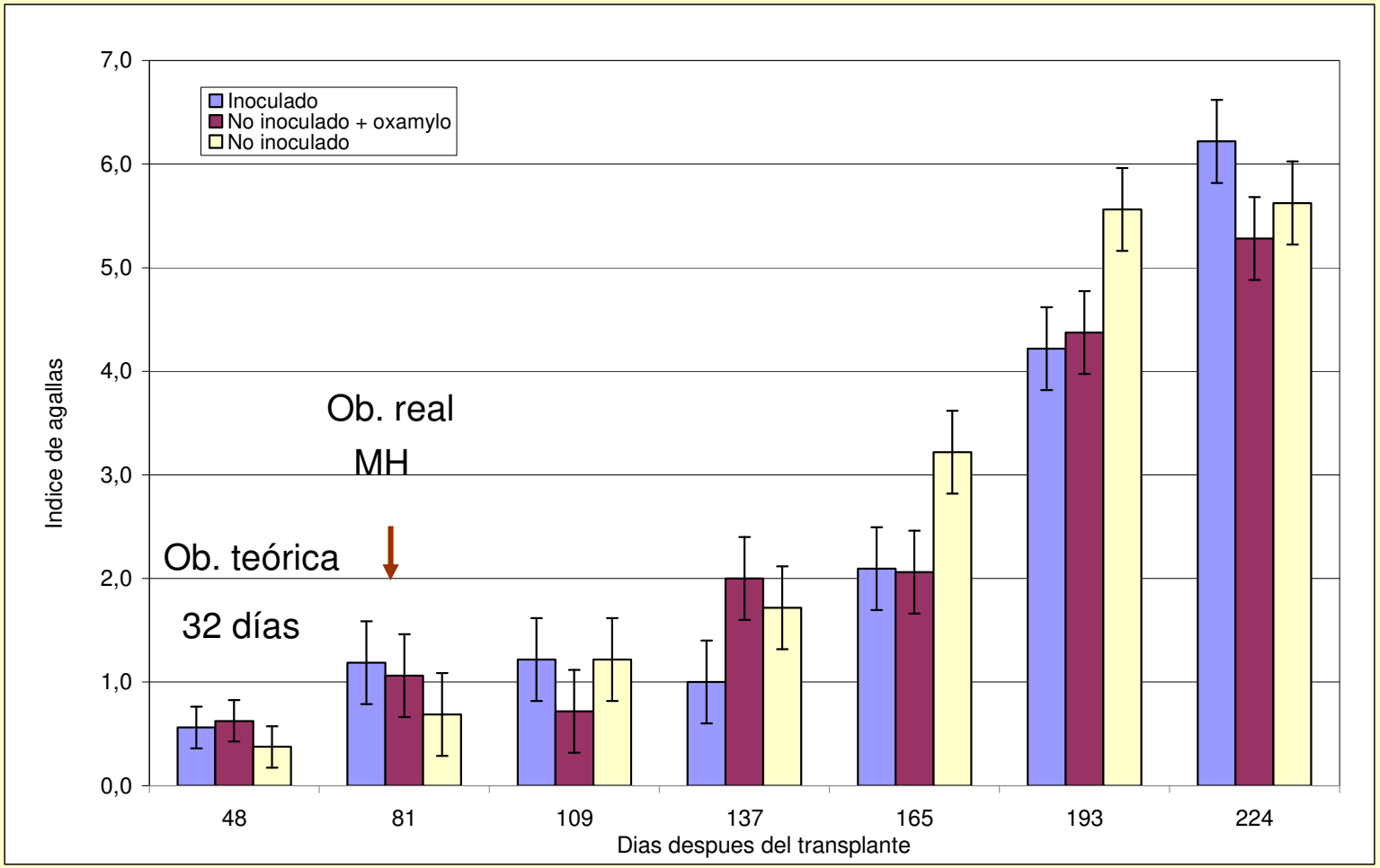
¿Aumentando la densidad poblacional del suelo, se aumentan los daños, se adelantan la 1º generación?

¿Cuál es la bondad del muestreo? Factor de corrección entre las observaciones del campo y la realidad

Evolución de los daños

♀ → 18ºC 189 GD
21ºC 146 GD

MH → 21ºC 280 GD



Juveniles en el suelo

1º G

Días después transplante	48	81	109	137	165	193	224
Inoculado	1,2ab	83,9a	1506,0c	1797,9a	6342,5b	4231,8a	3288,4a
No inoculado + tratado	2,0b	32,3a	415,3a	1244,0a	1533,0a	4323,9a	2752,9a
No inoculado	0,7a	47,6a	856,5b	3575,3a	4621,25b	2913,7a	2034,3a

Evolución de los daños

Inoculado

400J2/pl

Días después transplante	48	81	109	137	165	193	224
Evaluación en campo	0,6a	1,2a	1,4a	1,1a	1,8a	4,4a	6,0a
Evaluación en laboratorio	1,4b	1,8b	2,0b	2,8b	3,3b	4,6a	7,0a

Población natural

Días después transplante	48	81	109	137	165	193	224
Evaluación en campo	0,5a	0,7a	1,2a	1,8a	3,2a	5,5a	5,7a
Evaluación en laboratorio	1,3b	1,3b	1,6b	2,5a	3,4a	4,8a	6,5a

Estrategias integradas

Combinación desinfecciones químicas y resistencias genéticas

Diseño experimental

- **Suelo desinfectado 1.3 dicloropropeno**
- **Variedad portadora resistencia Yazir**
- **Referencia: Variedad sin resistencia Tamarin**
- **Bloques al azar 3 rep.**

Parámetros a medir

- **Temperatura del suelo a 15 y 30cm**
- **Indice de agallas 5 pls/fila (0-10)**
- **Porcentaje pls afectadas por *M. incognita***
- **Juveniles J2/100cc (20 puntos/muestra)**

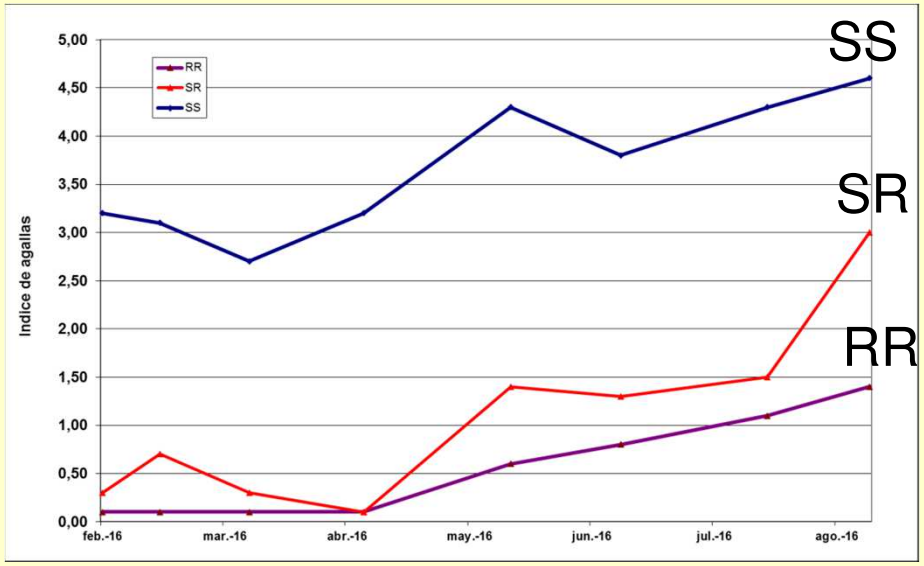
2º año	3ºaño
SS →	SSS
SR	SRR
	SRR
	SRR sd
RR	RRR
	RRS

Niveles poblacionales altos

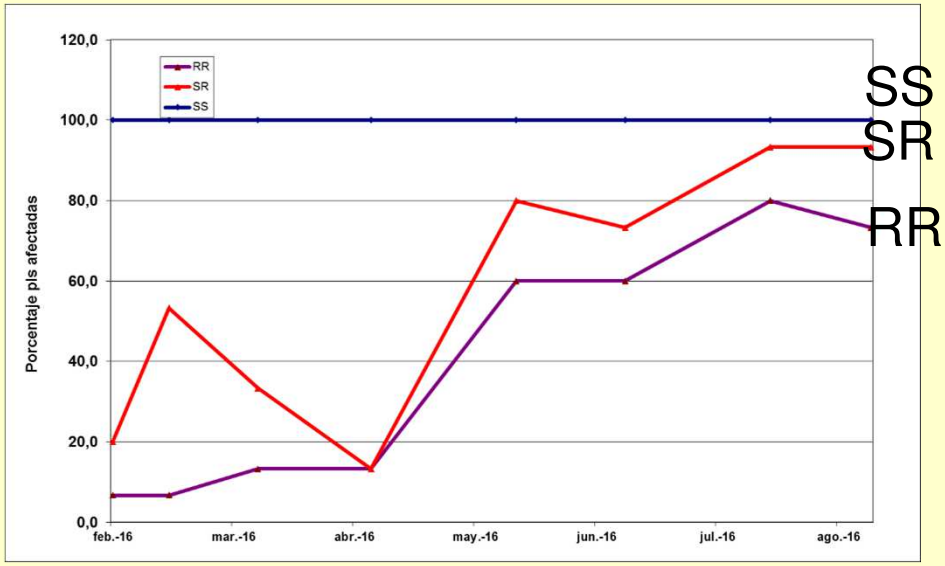
Evolución de los daños

Campaña 2015-2016

IA= índice de agallas



PI= plantas infestadas



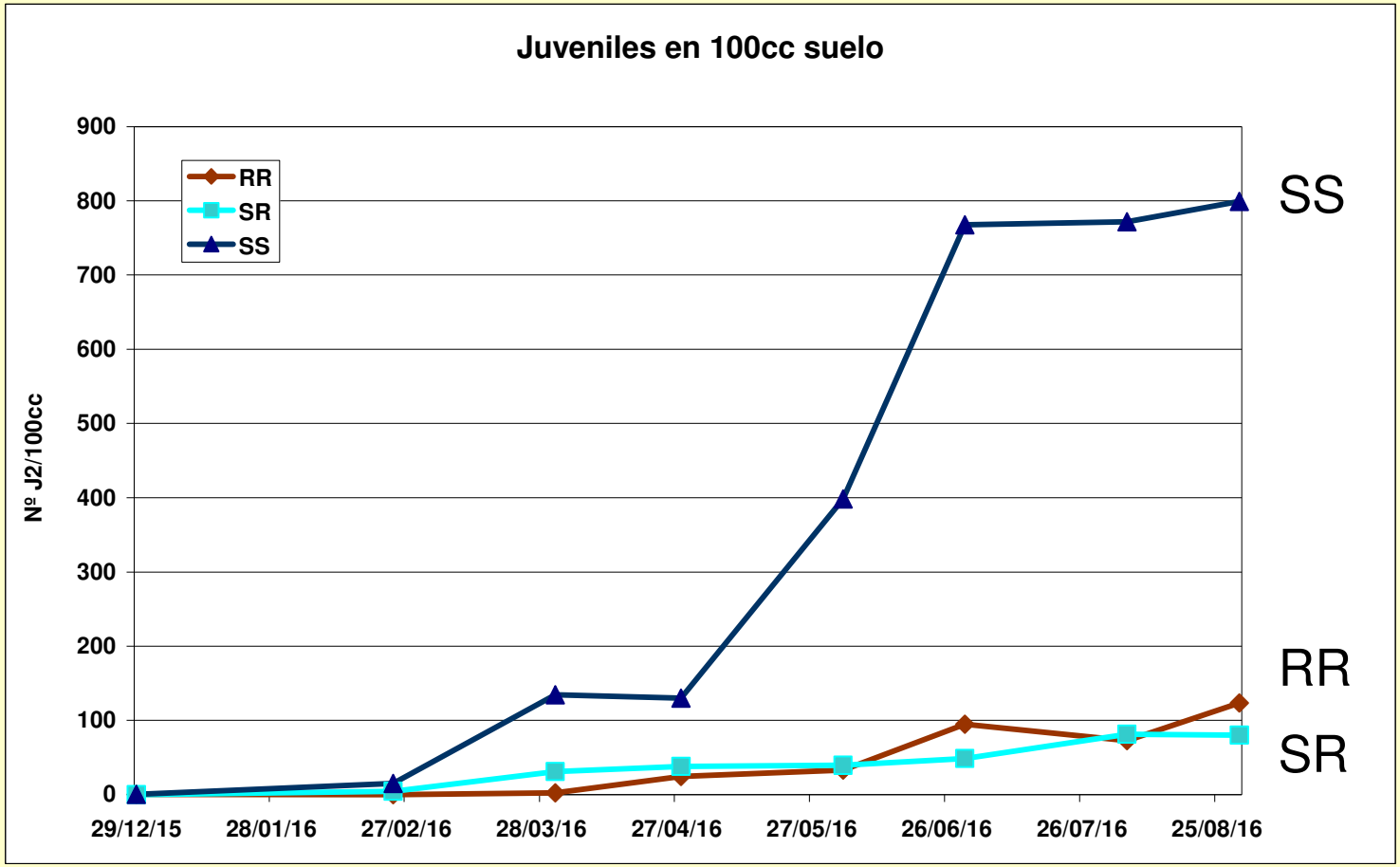
T	30-08-2016	
	IA	% PI
S-S	4,6c	100,0a
S-R	3,0b	93,3a
R-R	1,4a	73,3a

Juveniles en el suelo

Campaña 2015-2016

Niveles poblacionales altos

Tratamiento	Reducción población (%)
RR	84,6
SR	90,6

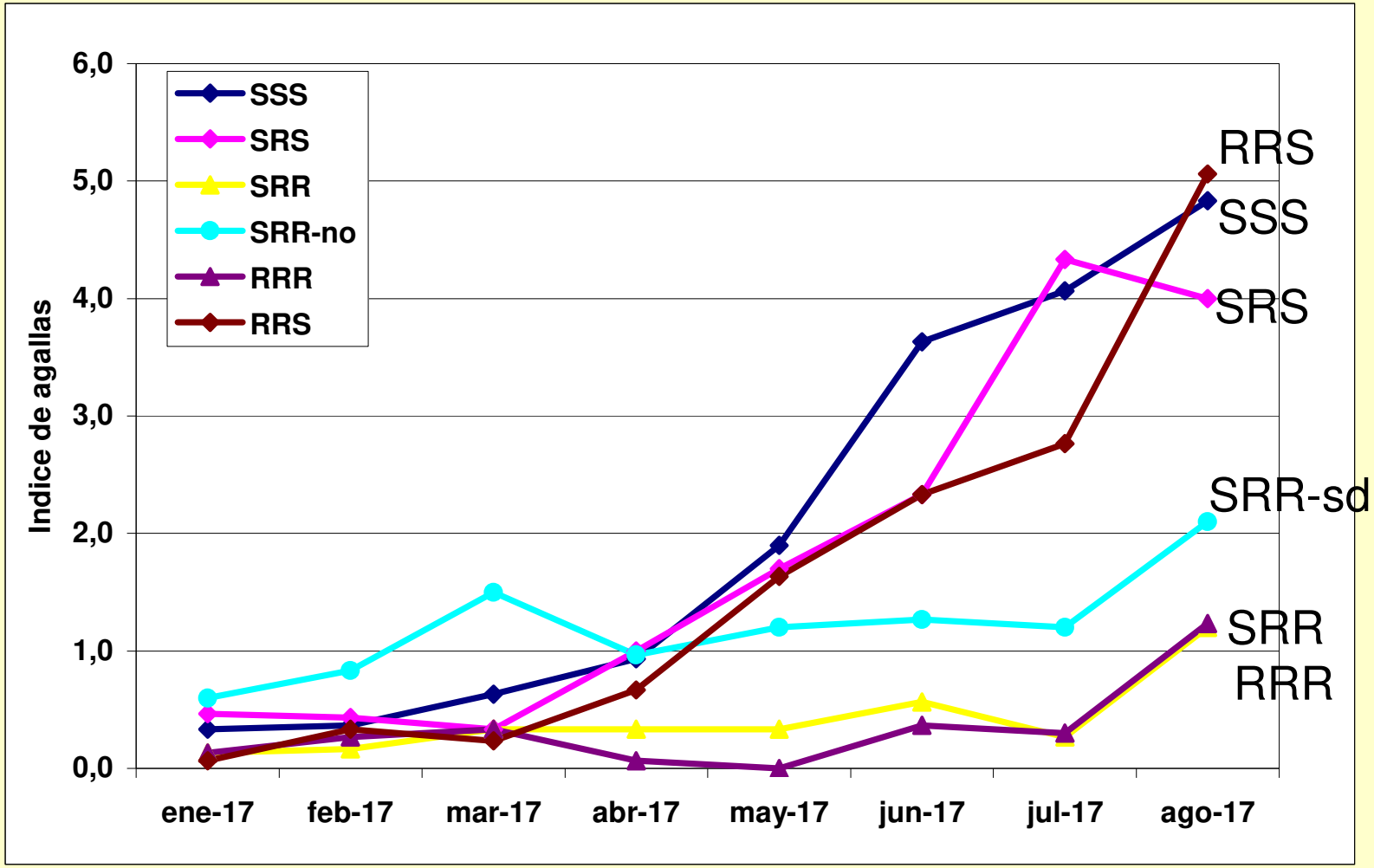


Evolución de los daños

Campaña 2016-2017

Niveles poblacionales altos

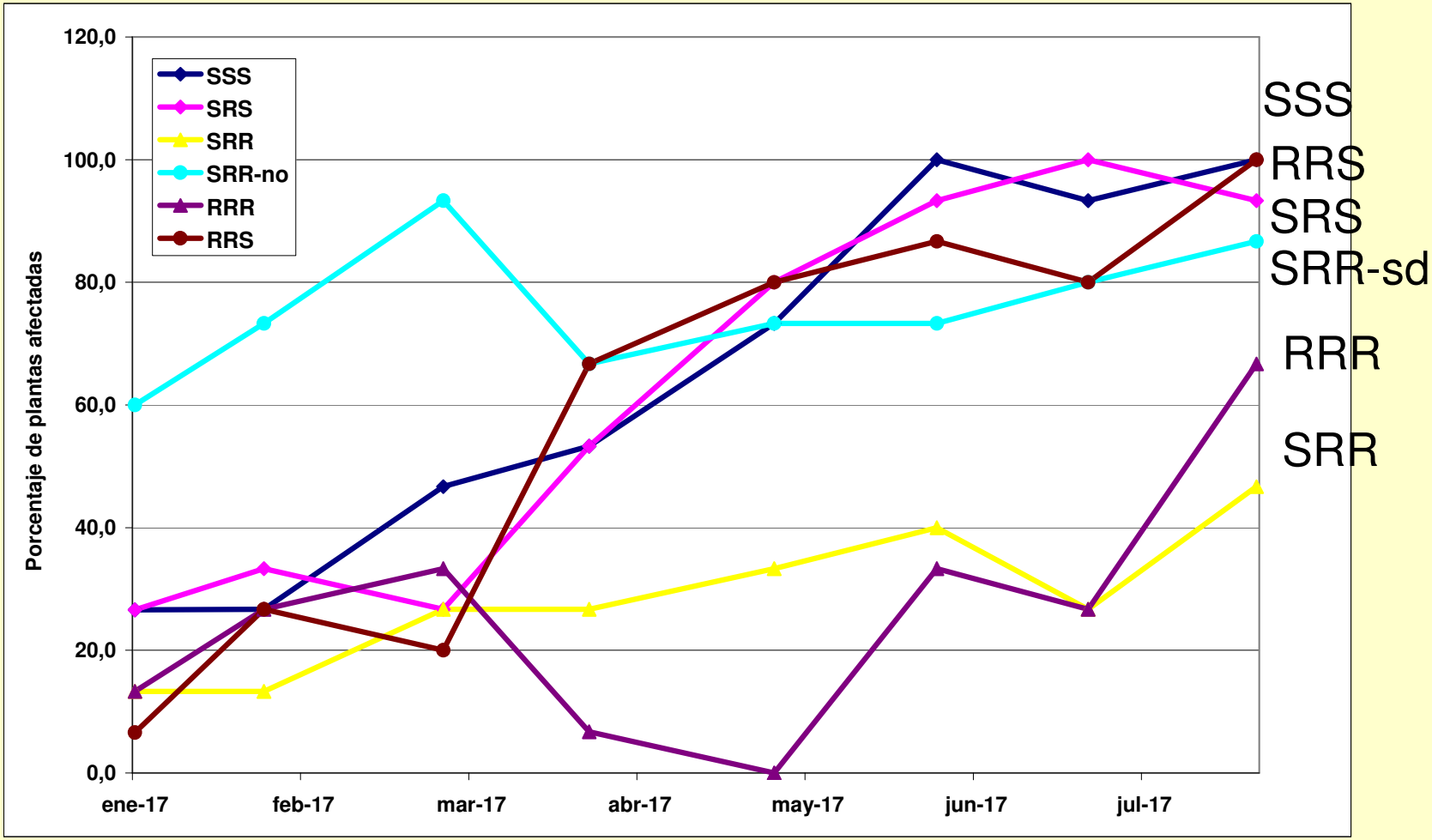
IA= índice de agallas (0-10)



Porcentaje de plantas afectadas

Campaña 2016-2017

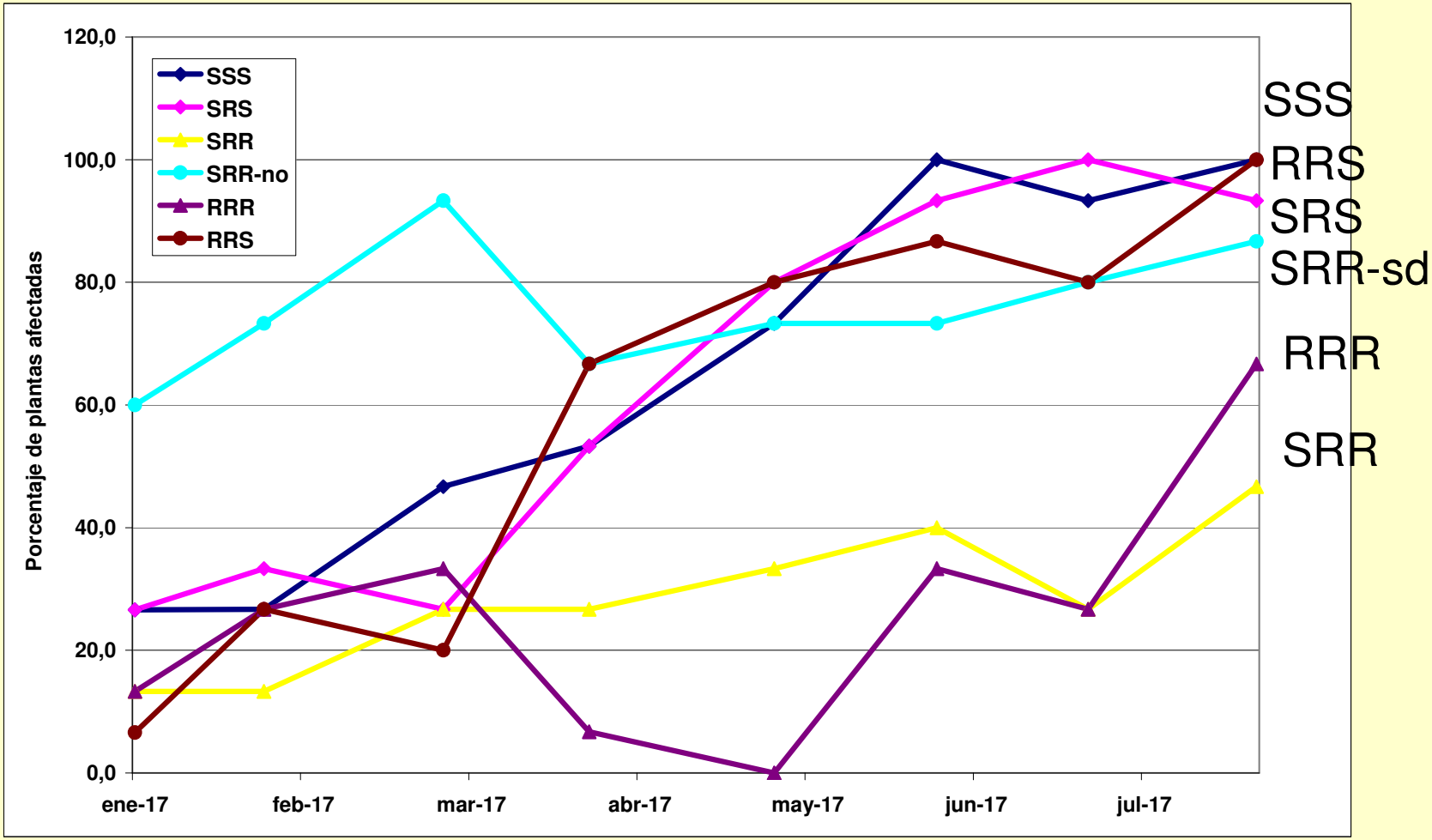
Niveles
poblacionales altos



Porcentaje de plantas afectadas

Campaña 2016-2017

Niveles
poblacionales altos

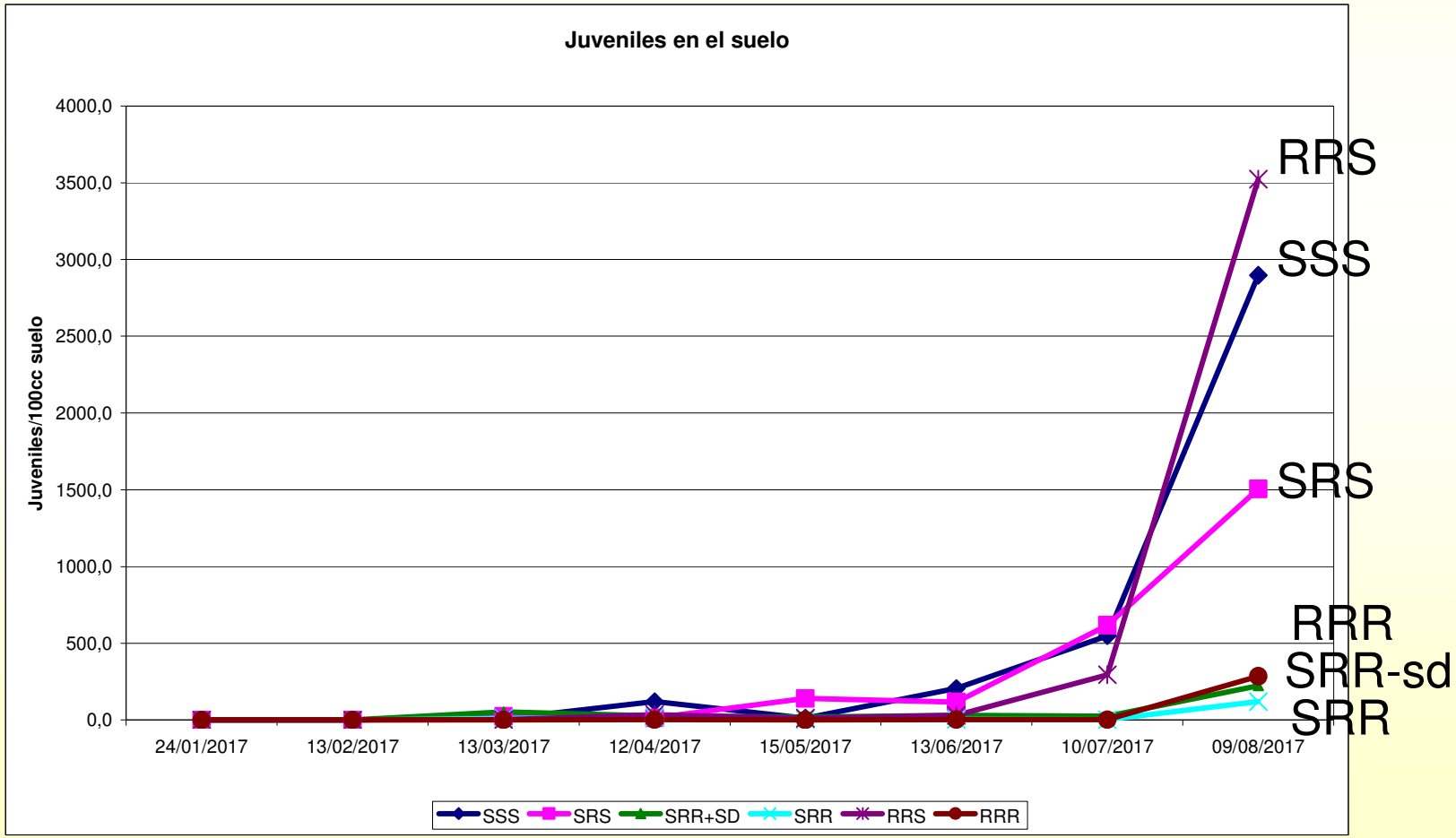


Juveniles en el suelo

Niveles poblacionales altos

Campaña 2016-2017

Tratamiento	Reducción población (%)
RRR	91,9
SRR	96,6
SRR+sd	93,6



Estrategias integradas

Combinación desinfecciones no químicas y resistencias genéticas

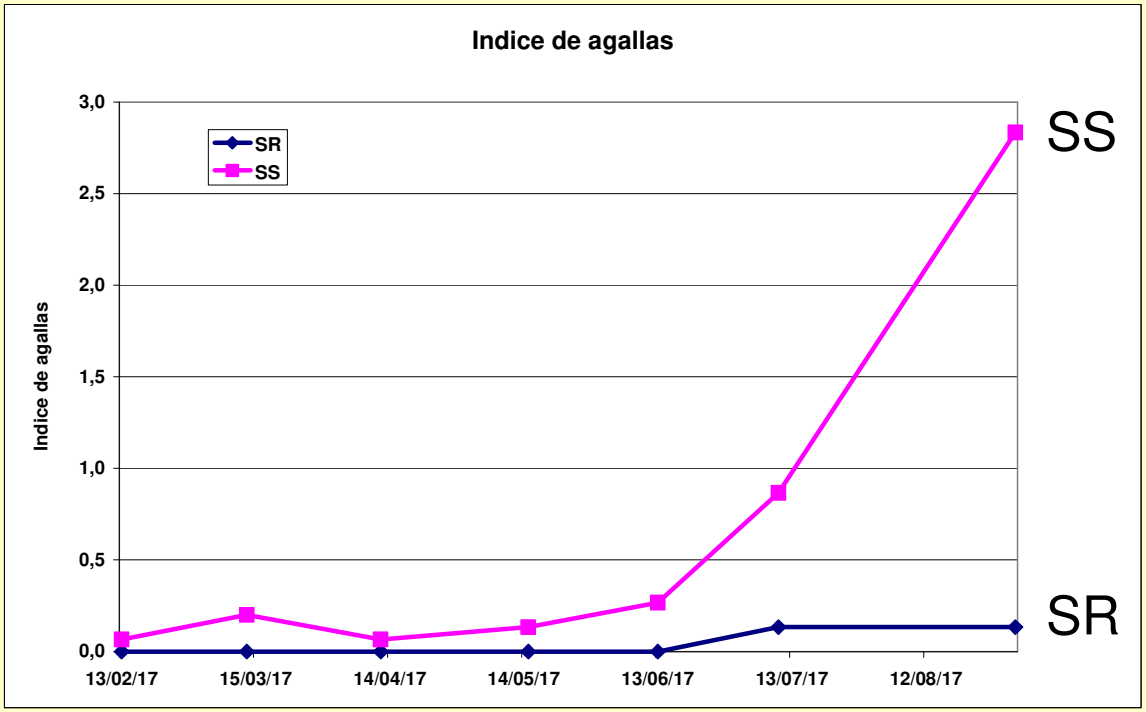
Diseño experimental

- **Suelo biosolarizado EFO**
- **Variedad portadora resistencia**
- **Referencia: Variedad sin resistencia**
- **Bloques al azar 3 rep. De 45 pls/fila**

Parámetros a medir

- **Temperatura del suelo a 15 y 30cm**
- **Indice de agallas 5 pls/fila (0-10)**
- **Porcentaje pls afectadas por *M. incognita***
- **Juveniles J2/100cc (20 puntos/muestra)**

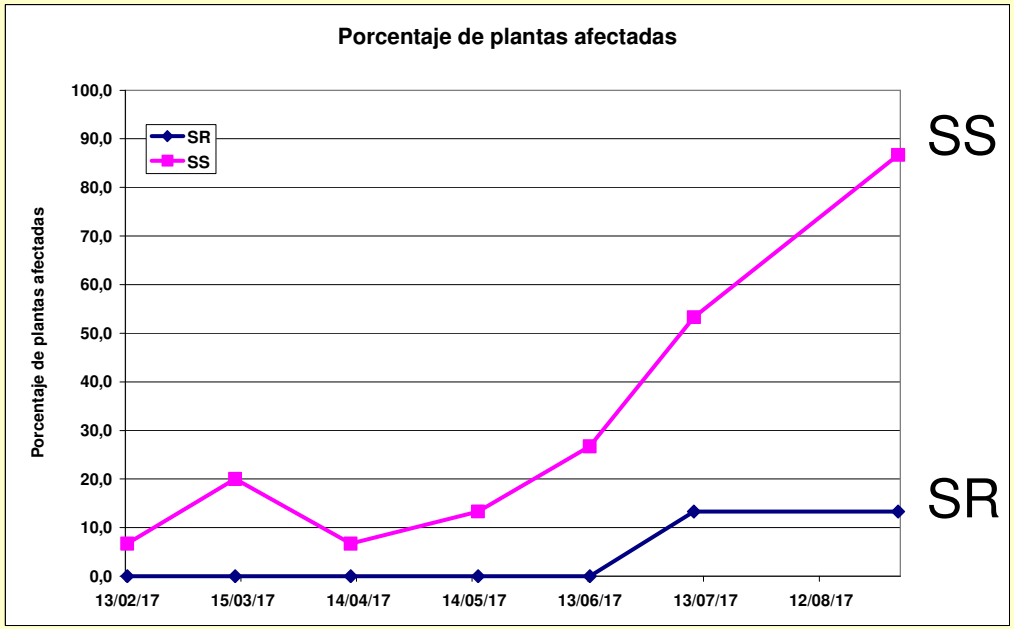
Evolución de los daños



Niveles poblacionales bajos

Suelo biosolarizado + variedad resistente

T	12-08-2016	
	IA	% PI
S-S	2,8b	86,7b
S-R	0,0a	13,3a



Conclusiones

Manejo *M. incognita*: estrategia de uso de la resistencia

Caracterización poblaciones del Campo de Cartagena

. En la naturaleza hay poblaciones virulentas al gen *Me3* sin que se haya dado un proceso de selección por el cultivo de material resistente

. No se han observado poblaciones virulentas al gen *Me1*

Evaluación de nuevas resistencias

En el banco de germoplasma del IMIDA hay material vegetal que posee muy buen comportamiento frente al nematodo

Conclusiones

Manejo de *Meloidogyne incognita*

Determinación parámetros epidemiológicos

Los primeros daños se observan al mes de la plantación

La primera generación se da al mes de plantar y a mitad de cultivo las generaciones se solapan

Al principio de cultivo hay que aplicar un factor de corrección o aumentar el muestreo para conocer la situación real.

Conclusiones

Manejo de *Meloidogyne incognita*

Combinación desinfecciones químicas y resistencias genéticas

En invernaderos con densidades altas:

Los daños en variedad resistente se mantienen a niveles bajos en el 2º y 3º año de reiteración

El cultivo de variedades resistentes reduce la densidad poblacional mas del 90% respecto de variedades susceptibles

La infectividad del suelo tras dos años de cultivo de una variedad resistente se traduce en elevados daños en un siguiente cultivo de una variedad susceptible.

Aunque la resistencia se mantiene estable en suelo sin desinfectar, la desinfección es necesaria para evitar selección de la virulencia.

Conclusiones

Manejo de *Meloidogyne incognita*

Combinación desinfecciones no químicas y resistencias genéticas

En invernaderos con densidades bajas:

El cultivo de variedad resistente disminuye la población de juveniles en el suelo y la variedad resistente no presenta daños

MUCHAS GRACIAS

POR

SU ATENCIÓN

Región de Murcia

UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario