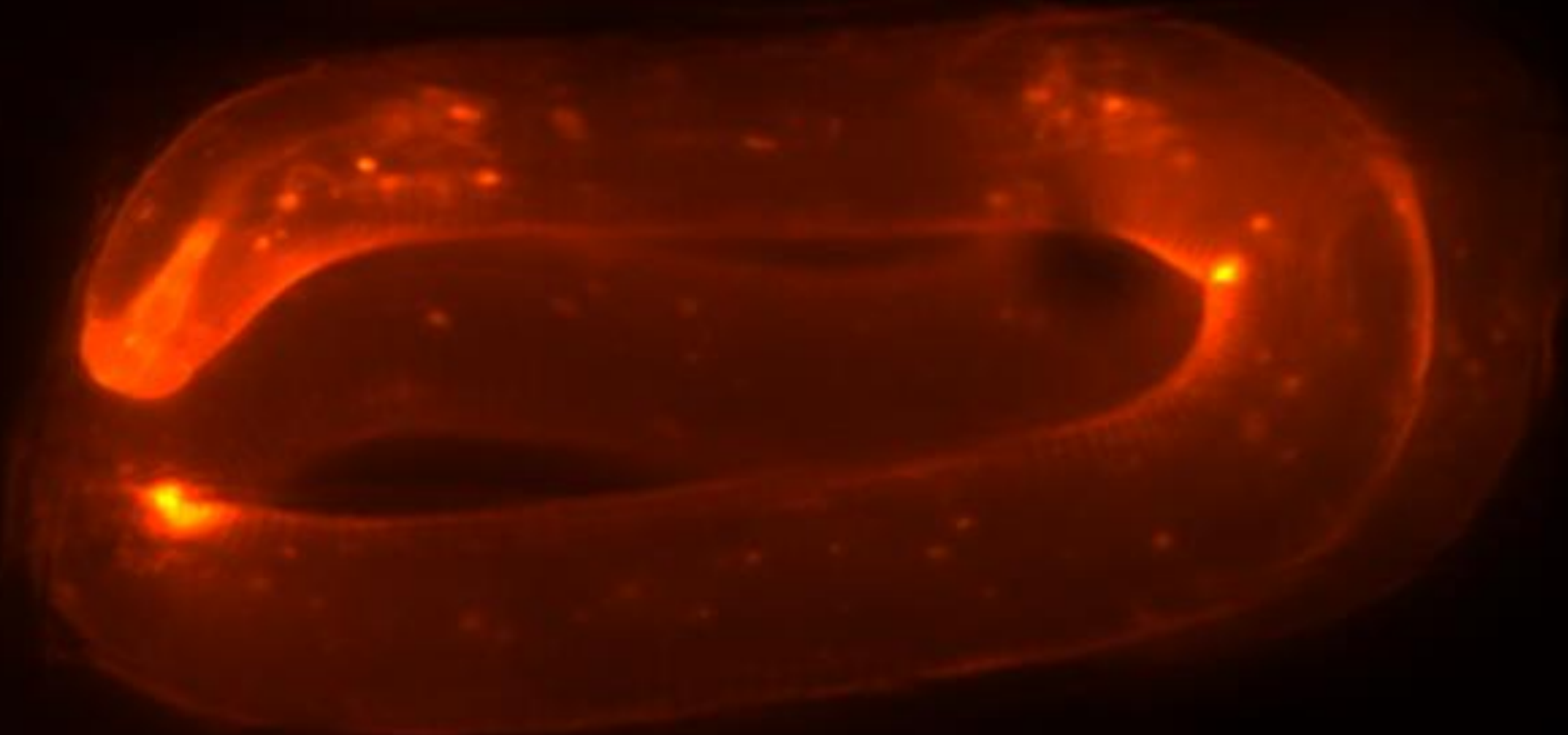
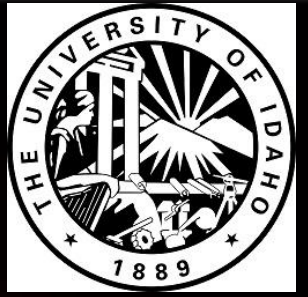


Dr. Louise-Marie Dandurand



University of Idaho Pale Cyst Nematode Project Director

Nematodos del Quiste de la Papa

Potato Cyst Nematodes



Globodera rostochiensis

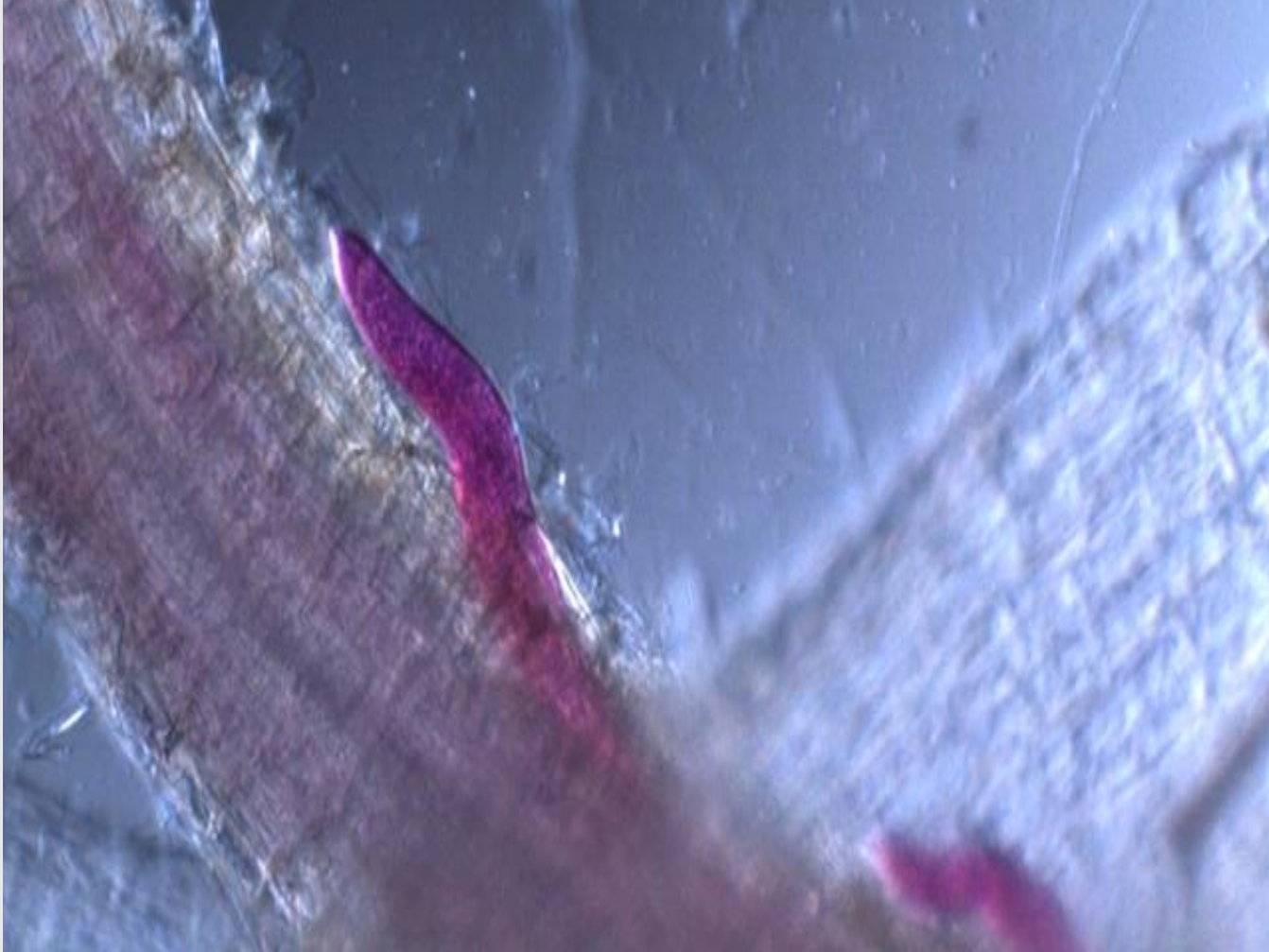
- Regulated by 119 countries
Regulado por 119 países
- Found in 71 countries
Presente en 71 países



Globodera pallida

- Regulated by 80 countries
Regulado por 80 países
- Found in 55 countries
Presente en 55 países

Importancia Global



Global Importance

- Origins in the Andes
Originado en los Andes
- Survives in soil 30 + years
Sobrevive en el suelo + 30 años
- Highly likely to be transported internationally
Alta probabilidad de ser transportado a nivel internacional
- Regulated pest in most countries worldwide
Plaga regulada en la mayoría de los países alrededor del mundo

Potato Cyst Nematodes in the USA

Nematodos del Quiste de la Papa en EEUU

	<i>G. rostochiensis</i> Nematodo dorado	<i>G. pallida</i> Nematodo del quiste pálido
Detectado	1941	2006
Origen	Europa – equipos militares	Desconocido – (Europa)
Regulado	119 países	80 países
Contención	Si	Si
Acres infestados	5,945 en 8 condados (NY)	3,047 en 2 condados (ID)
Acres regulados	186,534	9,540
Resistencia	Si - ro1 (43 variedades) - ro2 (1 variedad)	No disponible: Se prohíbe siembra de papa en campos infestados

Impacto de *Globodera pallida* sobre la papa

Impact of *Globodera pallida* on potato



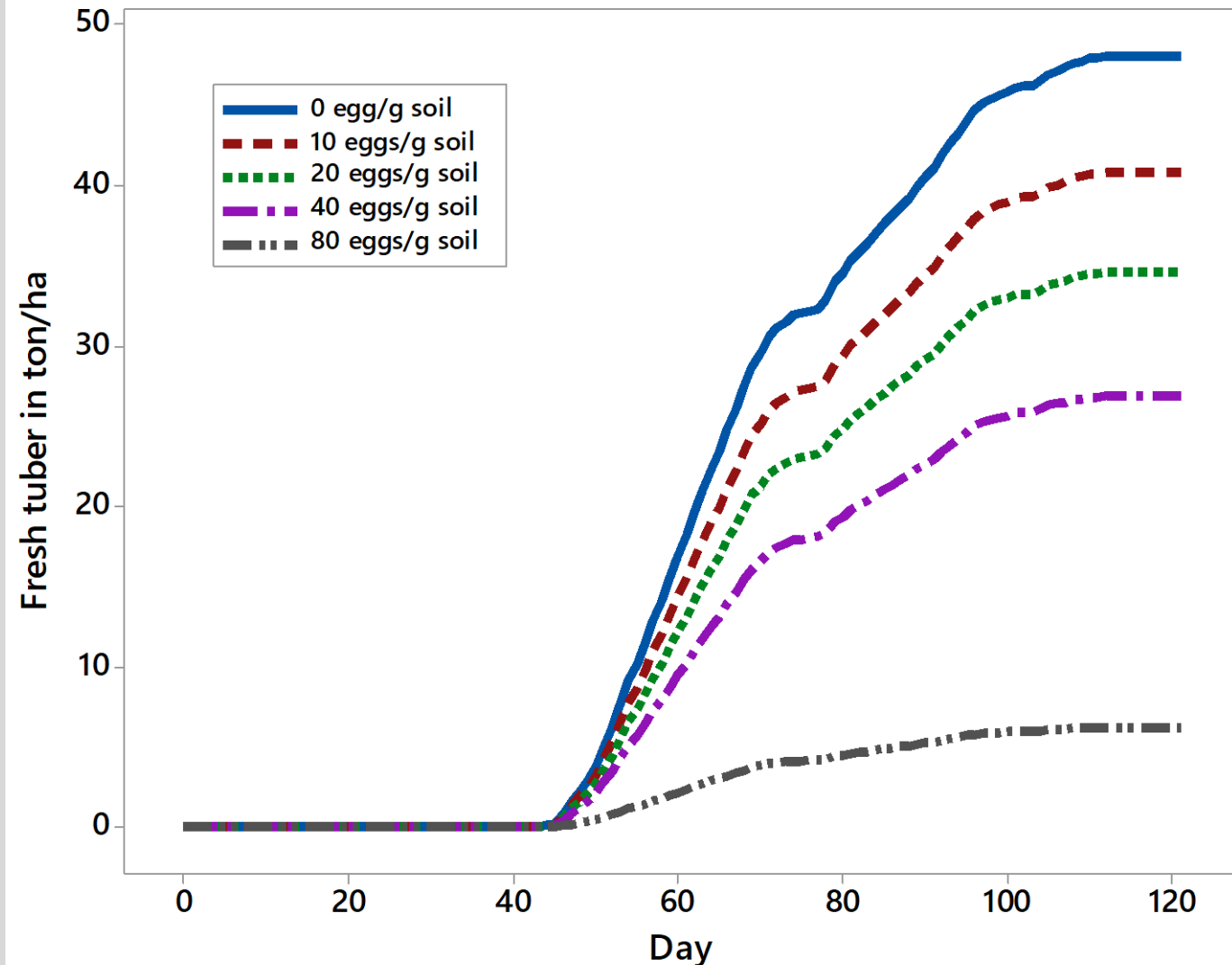
0 egg/g soil
0 huevo/ g suelo



80 eggs/g soil
80 huevos/g suelo

PCN impact on tuber yield

Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) field potato growth model



Impacto de *G. pallida* sobre el rendimiento de los tubérculos usando modelo de crecimiento de la papa

Pi = 80 eggs/g soil – **87%**

Goals for GN and PCN programs

Metas para los programas del nematodo dorado y pálido



Potato yield loss caused by the PCN-*G. rostochiensis*. Yield on the left was from a nematode-free field; Yield on the right was from a nematode-infested field

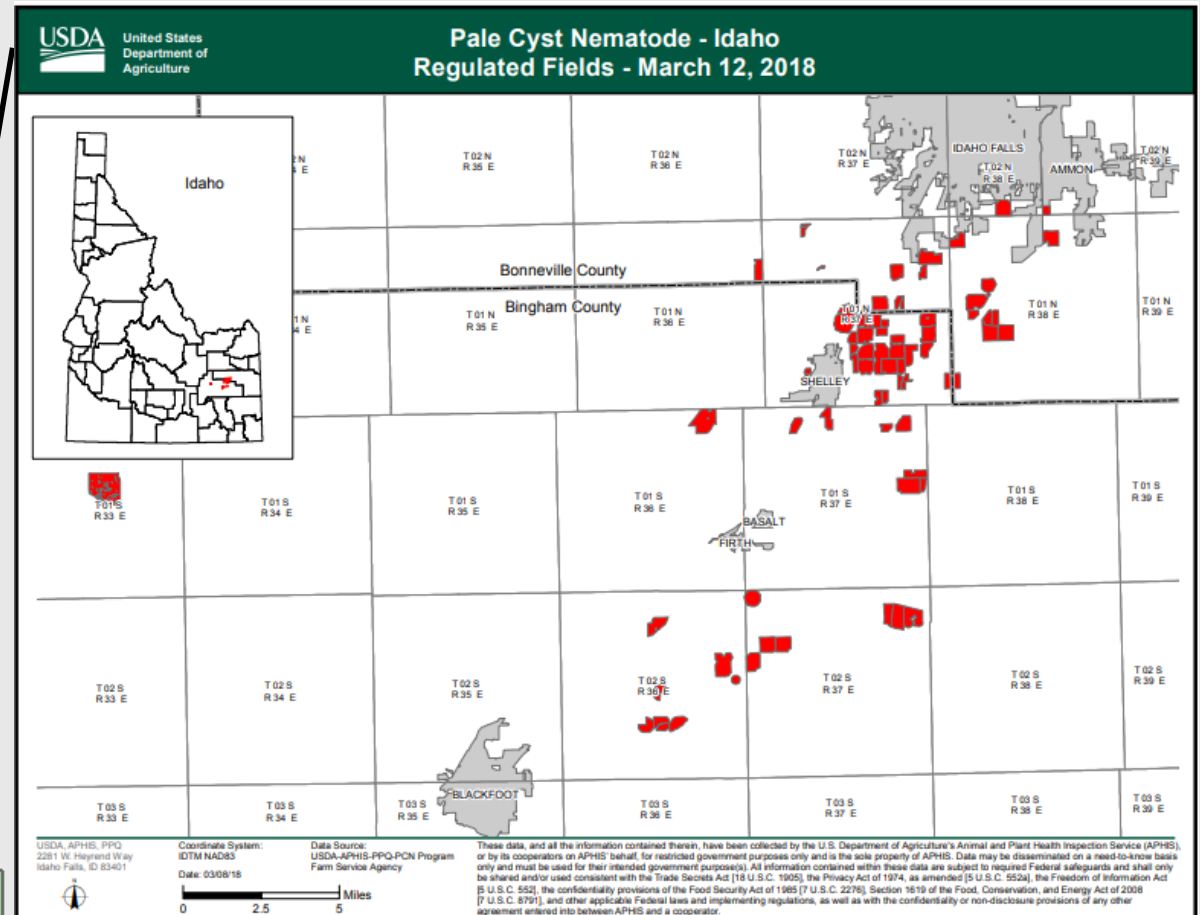
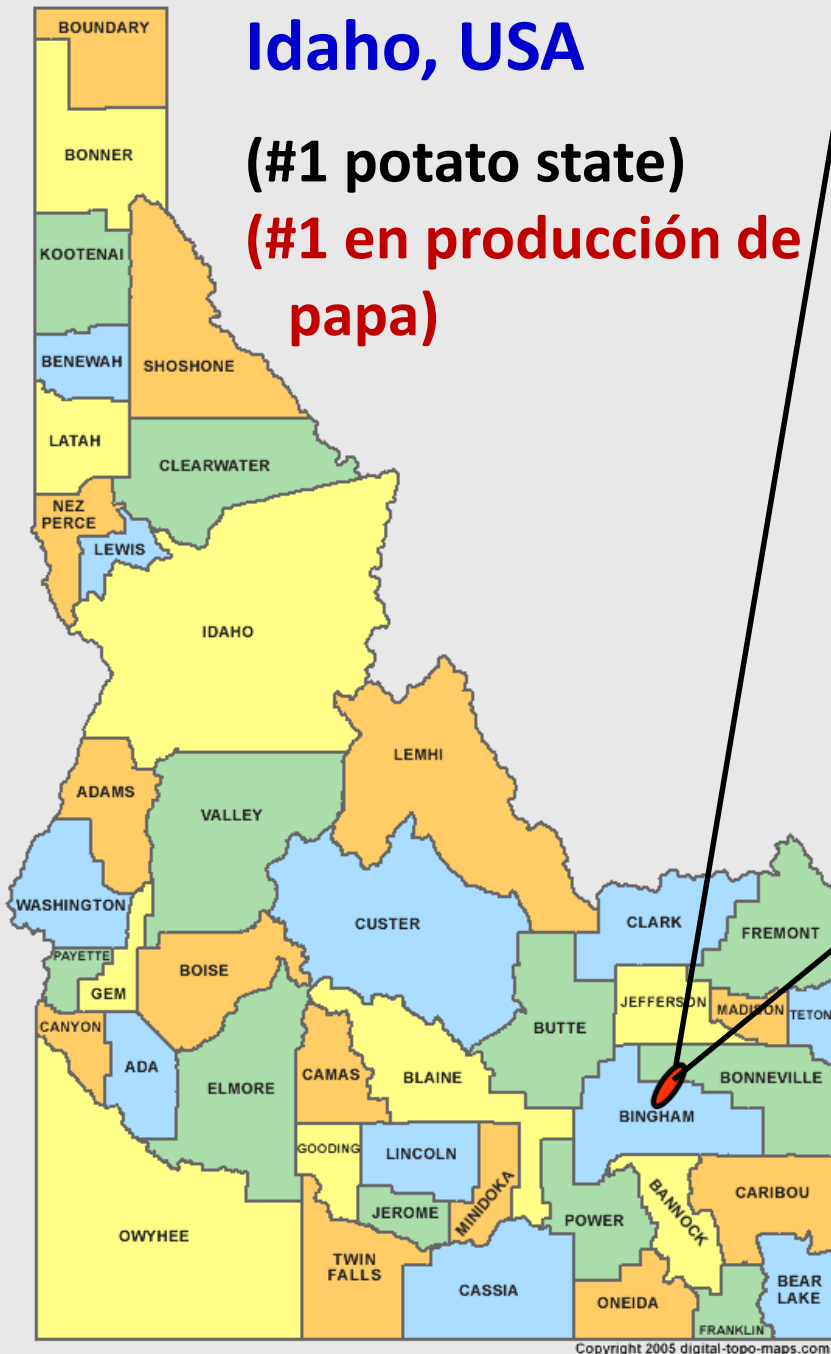
Pérdida en rendimiento de la papa causada por *G. rostochiensis*. A la izquierda, un rendimiento en un campo libre de nematodo; a la derecha un rendimiento en un campo infestado.

- Prevent spread
Prevenir propagación
- Delimit infestations
Delimitar las infestaciones
- Contain and eradicate current infestation
Erradicar infestaciones presentes
- Restore lost foreign markets
Restaurar mercados extranjeros perdidos

Idaho, USA

(#1 potato state)

(#1 en producción de papa)



- Since 2006 (first *G. pallida* discovery)
Desde 2006 (*G. pallida* descubierto)
- 1,233 ha – infested, 27 fields (out of approximately 130,000 ha in potato production, July 2017)
1,233 ha – infestadas, 27 campos (de 130,000 ha productora de papa, Julio de 2017)

G. pallida Quarantine – USDA APHIS Idaho Falls

Cuarentena de *G. pallida* – USDA-APHIS Idaho Falls



Survey
Inspeccionar



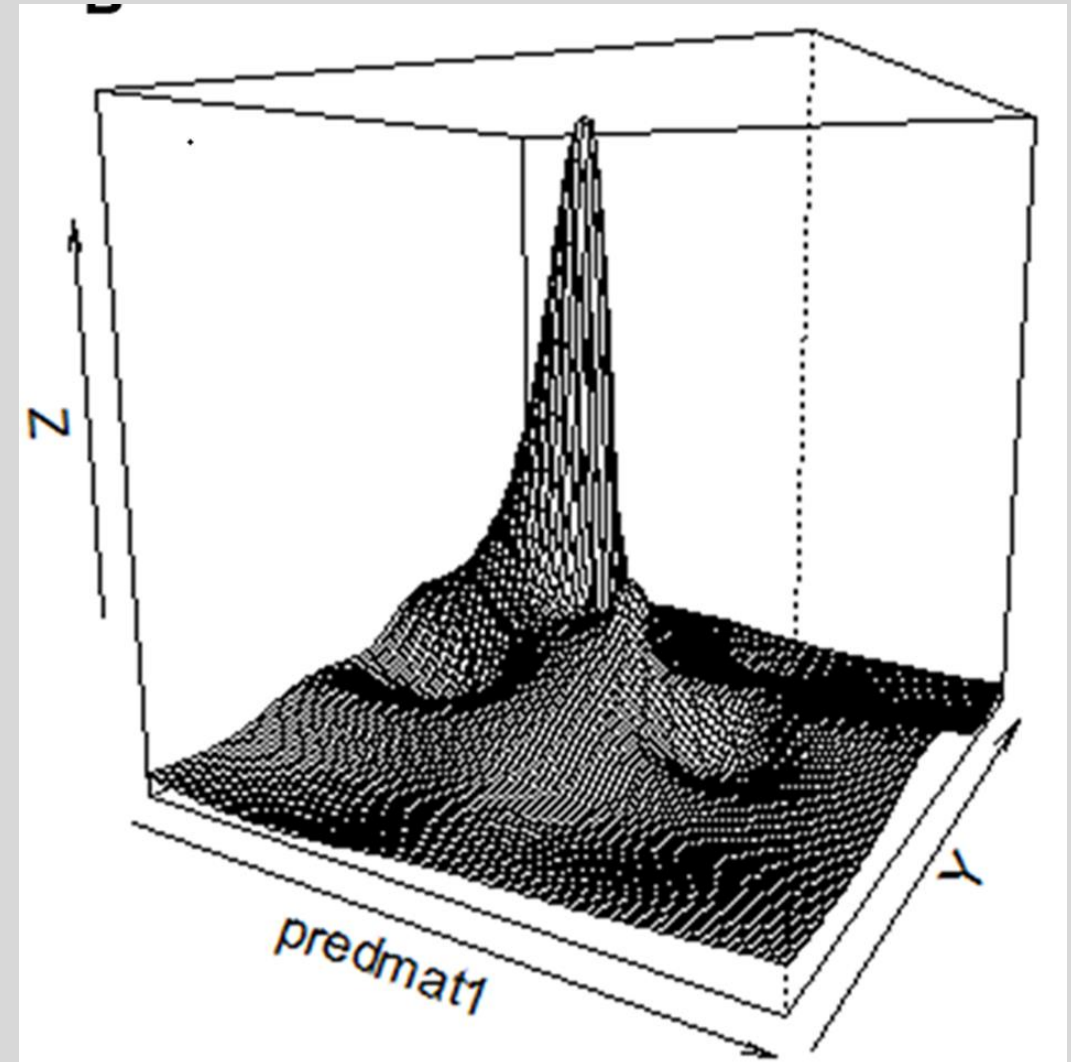
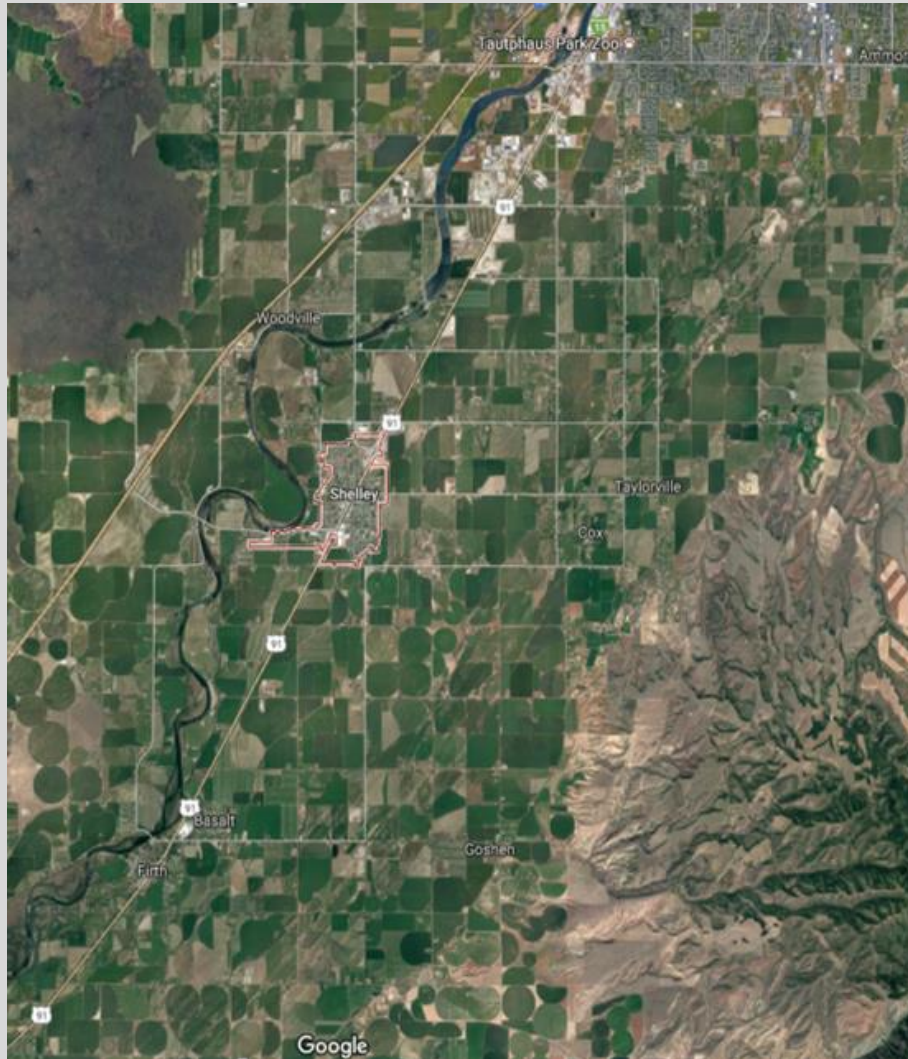
Contain
Contener



Eradicate
Erradicar

Where is PCN?

¿Dónde está el nematodo pálido?





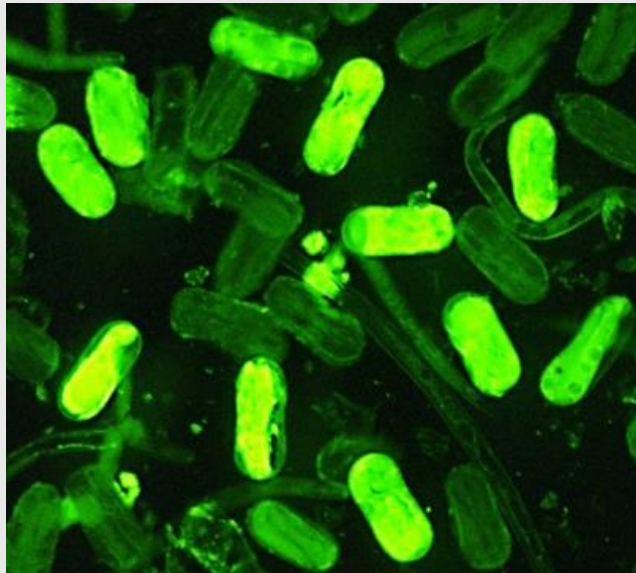
Avances de la Erradicación

Desregulación de campos infestados

27 infested Fields – 1,232 ha

Step 1:
Egg viability

Pasa - No huevos viables



22 fields – 867 ha

Pasa - No huevos viables

Step 2:

Greenhouse Bioassay - 3 rounds

Pasa 3 ensayos en invernadero



13 fields – 652 ha

Pasa - No reproducción

Step 3:

In-field Bioassay - 3 rounds

Pasa - 3 ensayos en invernadero



1 field – 55 ha

Pasa – 1 ensayo



***Globodera pallida* control:**

1. Resistance

Resistencia

2. Trap crop – litchi tomato

Cultivo de trampa – litchi tomato

3. How does PCN defend itself?

¿Cómo se defiende el nematodo?

4. Plant defense

Defensa de la planta

5. Biofumigants

Biofumigantes

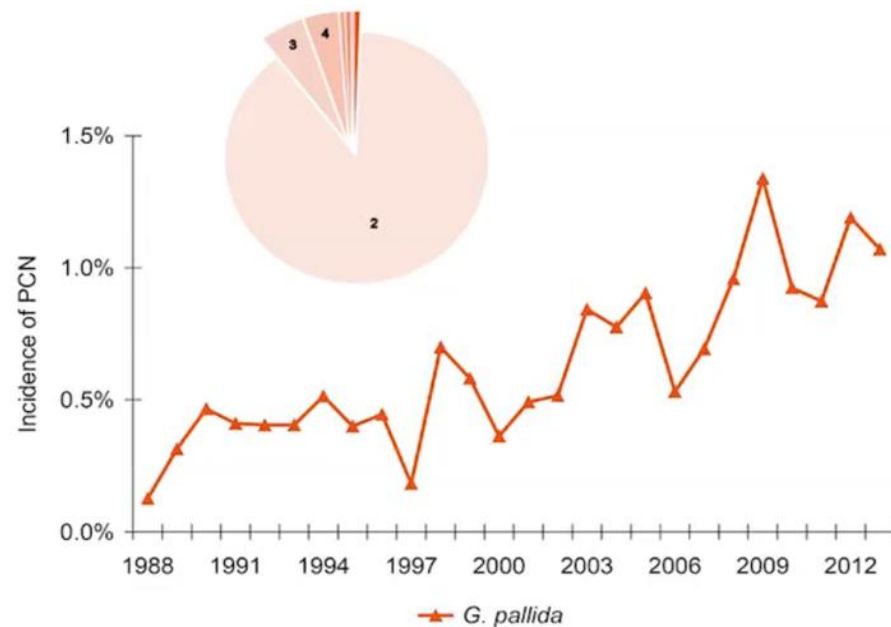
6. Detection of PCN

Detección del nematodo pálido

Resistance Resistencia

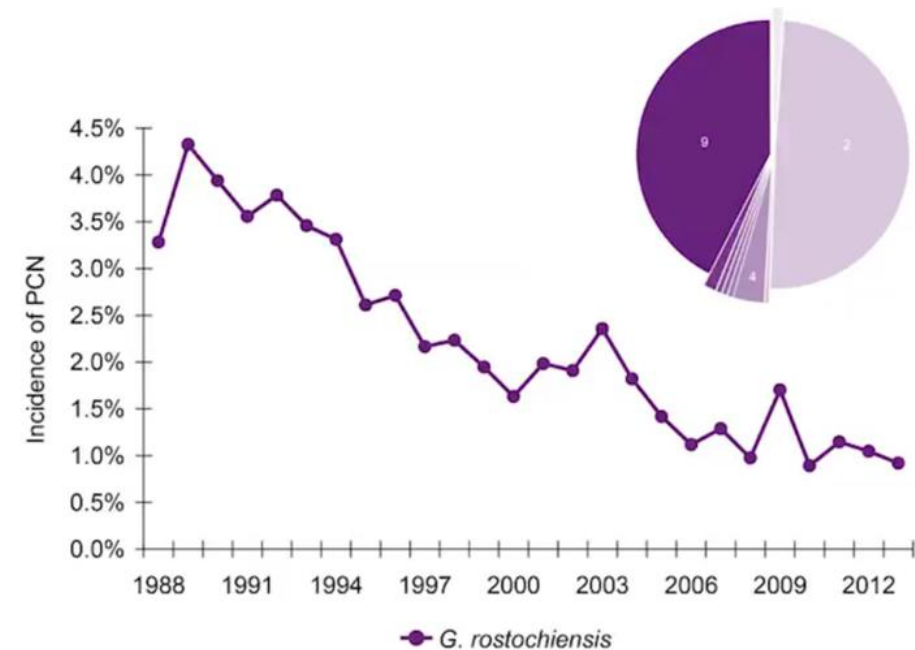
Incidencia de *G. pallida* en Escocia

G. pallida – incidence in Scotland and in relation to cultivation of resistant varieties



Incidencia de *G. rostochiensis* en Escocia

G. rostochiensis – incidence in Scotland and in relation to cultivation of resistant varieties



Resistance in US potato to *G. pallida*?

¿Resistencia de la papa EEUU al *G. pallida*?



Sample Name	RS Score
A12463-7PCN	1
A01736-1	3
A07768-2VR	2
A07769-4VR	2
WIA14174-1	5
WIA14174-4	3
A11516-1C	2
A11520-1C	8
A12085-5	1
A10376-8C	2
A10713-1stoadg	2
A09111-4LB	6
A10314-1C	2
COA13039-4Y	3
WIA14067-1C	3
Desiree	2
Innovator	8

Trap crop-related research

Investigaciones sobre cultivo de trampa



Litchi tomato
(*Solanum sisymbriifolium*)

Potential:

Características:

- induce hatching
induce eclosión
- prevent development and reproduction
inhibe el desarrollo y reproducción
- *e.g., 30 -40% reduction in egg numbers in one growing season*
Por ejemplo, reduce en un 30-40% el número de huevos en un ciclo de cultivo

Solanum sisymbriifolium Trap Crop:

Cultivo de trampa

Field trials

Treatments:

1. Bare soil
2. Litchi tomato

Sampled

10, or 12 weeks



Field microplot



Egg counts and viability assays

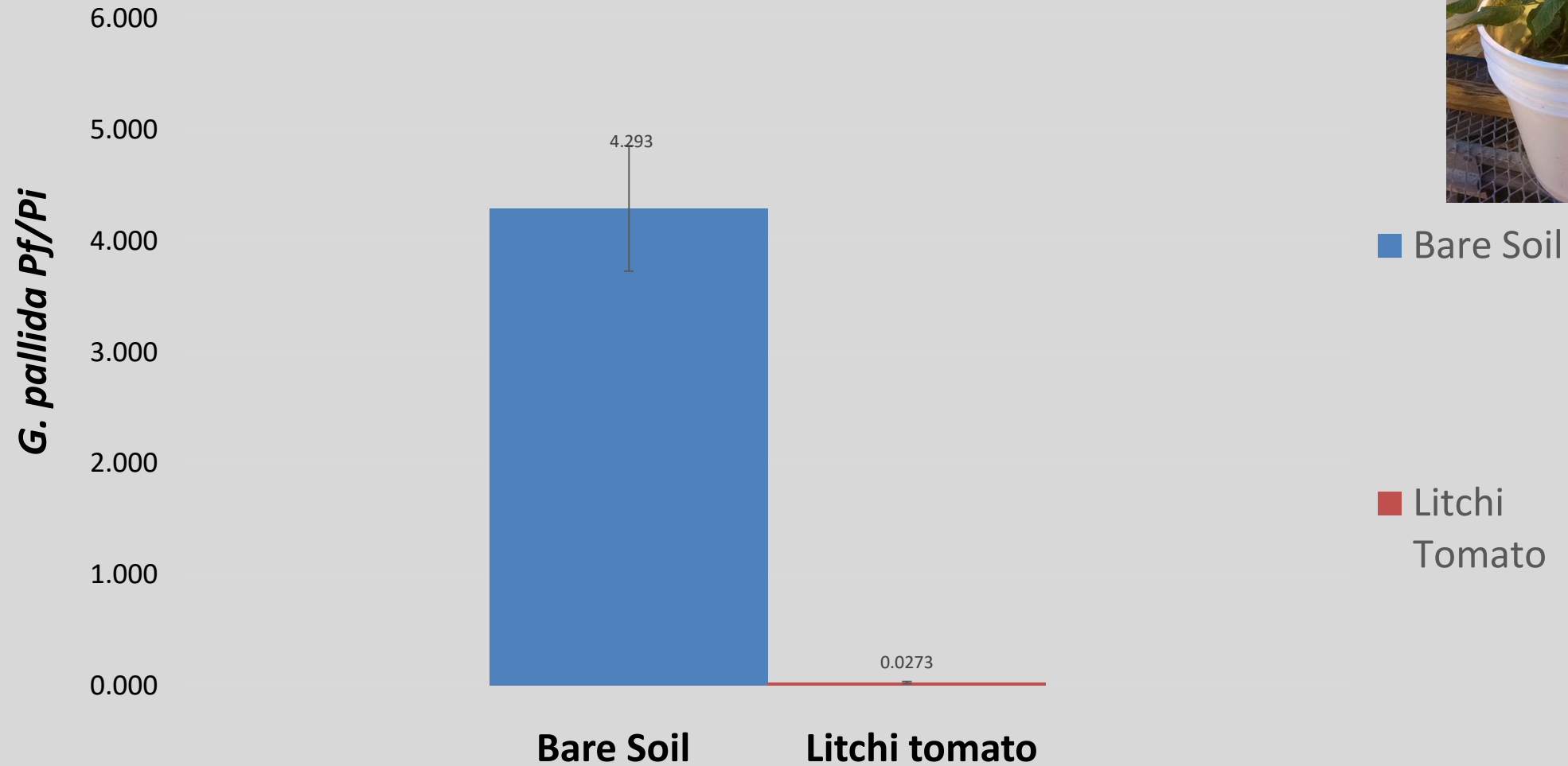
Conteo de huevos y ensayos de viabilidad



Potato bioassay
Ensayo en papa

Field Trial – Bioassay

Ensayos en campo



Impact of Innovator (resistant) or *S. sisymbriifolium* on *G. pallida* reproduction on a subsequent susceptible potato (Desirée)

Impacto de Innovador (resistente) o *S. sisymbriifolium* sobre la reproducción de *G. pallida* en variedad susceptible (Desirée)

Exposure to different crops (First round)			Rotation on potato (Second round)	
Plant	Initial rate Eggs/g soil	Extracted Cysts/root ball	Rotation crop Desirée	Extracted Cysts/root ball
Desirée	5	357	Desirée - Desirée	622
Innovator	5	3	Innovator - Desirée	90
<i>S. sisymbriifolium</i>	5	0	<i>S. sisymbriifolium</i> - Desirée	7
Bare soil	5	0	Bare soil - Desirée	208
Desirée	20	293	Desiree - Desirée	1282
Innovator	20	1	Innovator - Desirée	222
<i>S. sisymbriifolium</i>	20	0	<i>S. sisymbriifolium</i> - Desirée	5
Bare Soil	20	0	Bare soil - Desirée	619

Greenhouse grown, n=6 (Ensayo en invernadero)

Litchi tomato and other nematodes

Litchi tomato y otros nematodos

Reproductive Factor
Tasa de reproducción

Nematode species Especies de nematodo	Russet Burbank	N82-4 potato	<i>S. sisymbriifolium</i>
<i>Meloidogyne incognita</i>	80	22	0.06
<i>Meloidogyne chitwoodi</i>	26	11	0
<i>Meloidogyne hapla</i>	56	17	0.1
<i>Pratylenchus penetrans</i>	1.9	ND	0.04
<i>Paratrichodorus allius</i>	1.2	ND	7.6

Immunity to PCN – Inmunidad al *G. pallida*



Localized cell death in *Solanum sisymbriifolium*

Muerte celular localizada en *Solanum sisymbriifolium*

- What is the genetic basis of immunity in *S. sisymbriifolium*?

¿Base genética de la inmunidad?

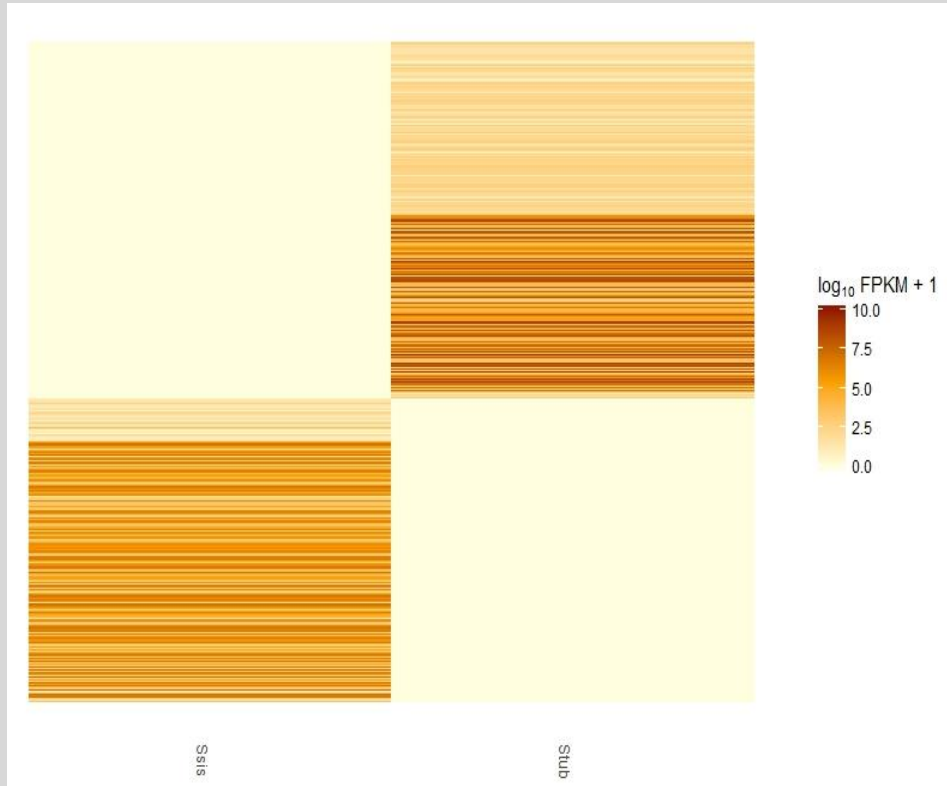
- Can we identify which genes are involved?

¿Identificar los genes involucrados?

- Can these genes be transferred to potato?

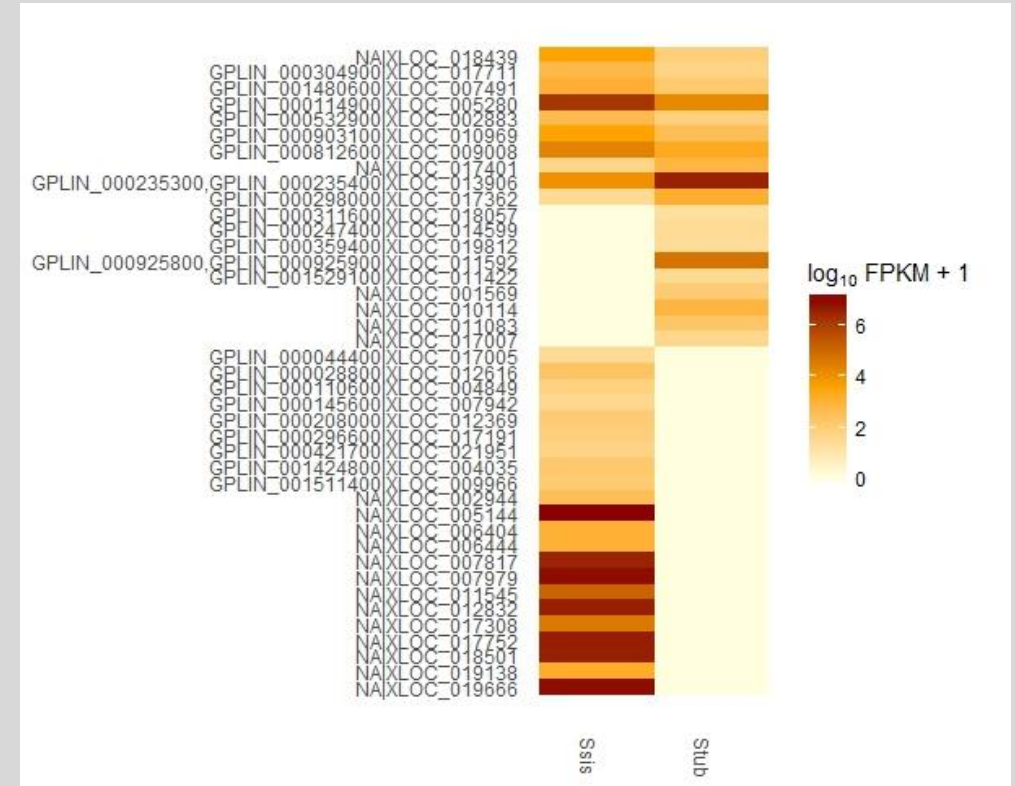
¿Transferir estos genes a la papa?

Transcriptome analysis - **Análisis transcriptómica**



Gene expression in host and non-host:
Expresión de genes en hospedante y no hospedante:

- 2,473 differentially expressed genes



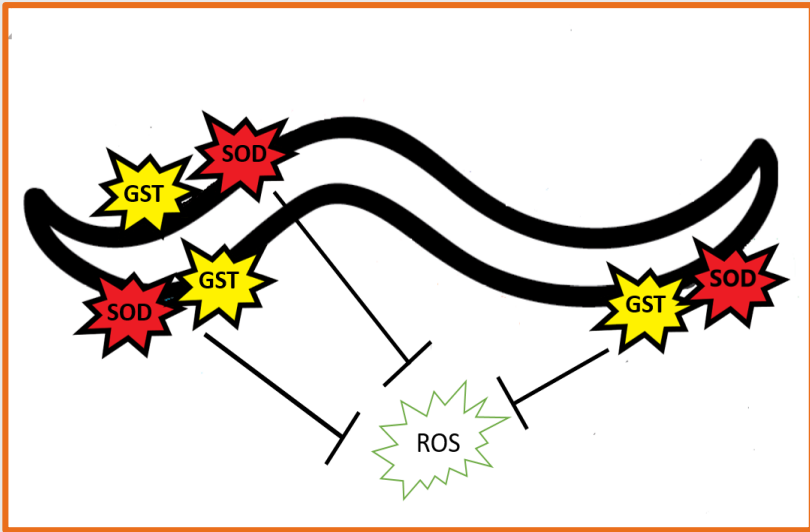
Gene expression in *G. pallida*:

Expresión de genes en *G. pallida*:

- 22 uniquely expressed in *S. sisymbriifolium*.
- 9 uniquely expressed in *S. tuberosum*.

Plants fight invasion/Nematodes respond!

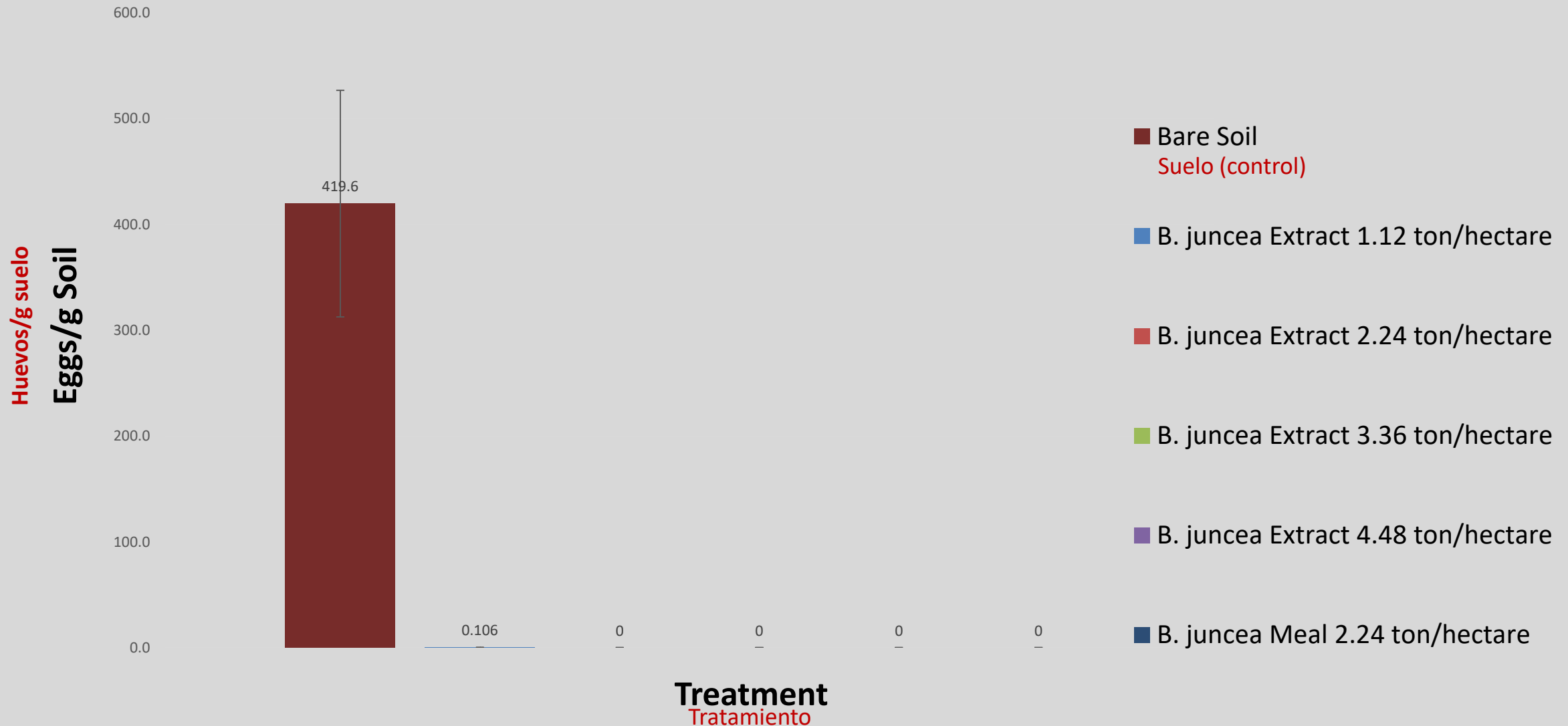
Las plantas combaten invasiones/Los nematodos responden



- Antioxidant and detoxifying pathways
Usan antioxidantes y otros tipos de protección
- Superoxide dismutase (SOD) - neutralizes reactive oxygen species- ROS
Superóxido dismutasa (SOD) es una enzima antioxidante que previene daño celular por especies de oxígeno reactivo (EOR)
- Glutathione S-transferase (GST) - neutralizes and excrets of toxins
Glutación S-transferasa (GST) es una enzima que neutraliza componentes tóxicos

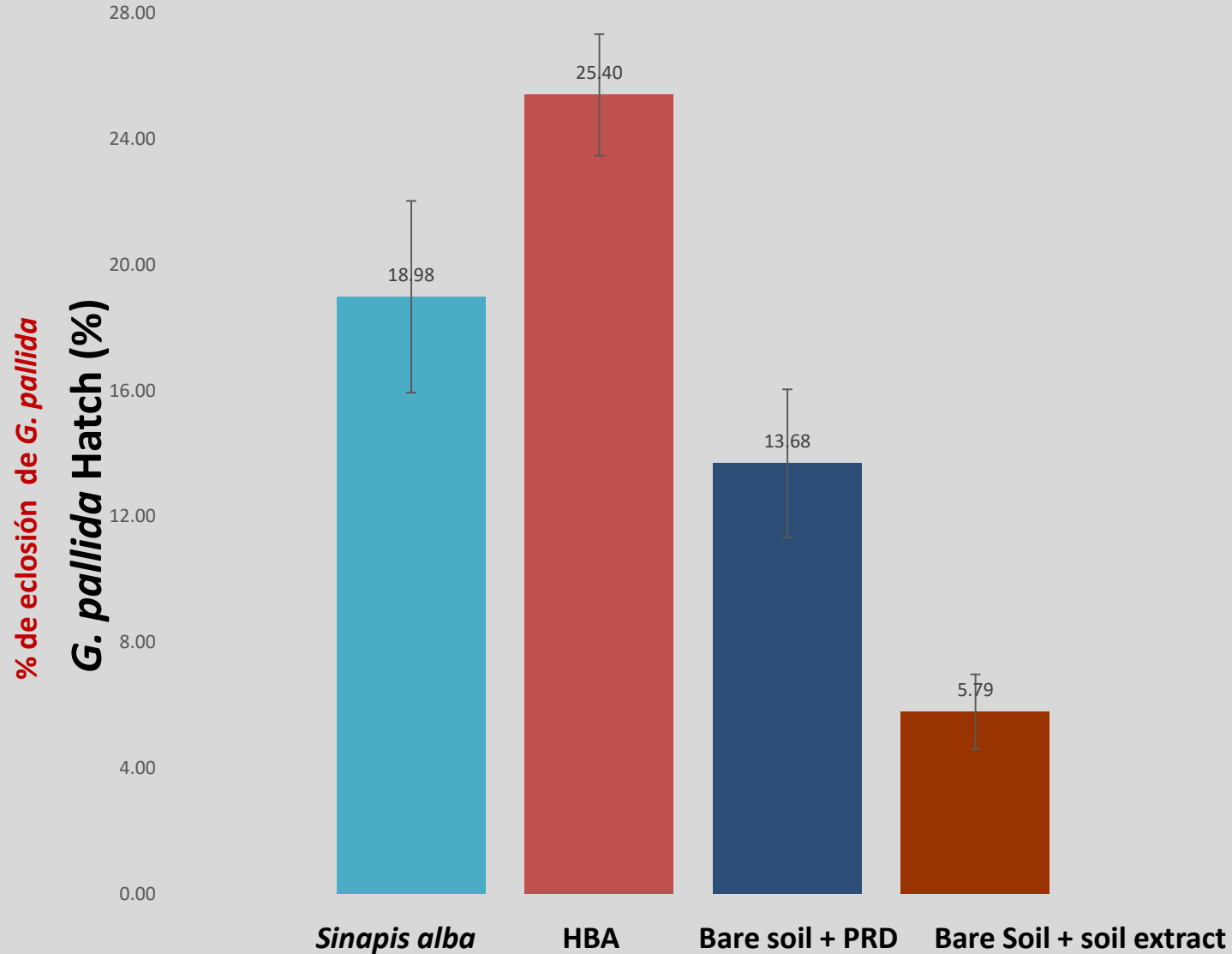
Effect of *B. juncea* seed meal extract on PCN

Efecto de extracto de semilla de *B. juncea* sobre el nematodo pálido



Effect of *Sinapis alba* seed meal on PCN

Efecto de extracto de semilla de *S. alba* sobre el nematodo pálido



Progress and Success – Avances y Logros

- Both GN and PCN have been contained
Ambos nematodos dorado y pálido han sido contenidos
- 3,204,325 pounds of soil have been processed by APHIS to support PCN eradication
3,204,325 libras de suelos procesados por APHIS
- In Idaho, 22 fields no longer have viable PCN and 12 fields can resume potato production
En Idaho, 22 campos libres y 12 puede producir papa
- In New York, 89% reduction in regulated acres
En Nueva York, 89% de reducción en áreas reguladas
- All trade markets have been restored
Todos los mercados han sido restaurados
- 45 varieties have been developed with GN resistance
45 variedades han sido desarrolladas para nematodo dorado
- Development of resistance to PCN is underway
Desarrollo de resistencia para nematodo pálido en curso
- Active US research programs: a suite of control strategies are being developed such as use of the trap crop *Solanum sisymbriifolium*
Programas de investigación activas: Cultivo de trampa



Back to potato production
De regreso a la producción de papa

Acknowledgements - Agradecimientos

Collaborators:

- | | | | |
|------------------|--------------------|----------------|--------------|
| • Inga Zasada | Joe Kuhl | Walter De Jong | John Jones |
| • Jim LaMondia | Fangming Xiao | Dee Denver | Eric Grenier |
| • Matt Morra | Allan Caplan | Xiaohong Wang | Glen Bryan |
| • Pam Hutchinson | Rich Novy | Benjamin Mimee | Peter Cox |
| • Mike Thornton | Jonathan Whitworth | Vivian Blok | Chuck Brown |

PCN Lab Team:

- Rinu Kooliyottil
- Aida Duarte
- Bitu Amiri
- Nejra Solo
- Jean Bertrand Contina
- Emily Forsberg
- Amanda Gray
- Veronica Buck
- Maggie Murray
- Bhupendra Bhatta
- Syam Pillai

Funding:

USDA-APHIS
USDA-ARS
Idaho Potato Commission
Idaho State Department of Agriculture



www.globodera.org

USDA-NIFA Award # 2015-69004-23634