

SEMINARIO TÉCNICO

# ACTUALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN EN PRODUCCIÓN HORTÍCOLA

## Manejo de enfermedades: resistencia genética, inductores de resistencia y productos alternativos

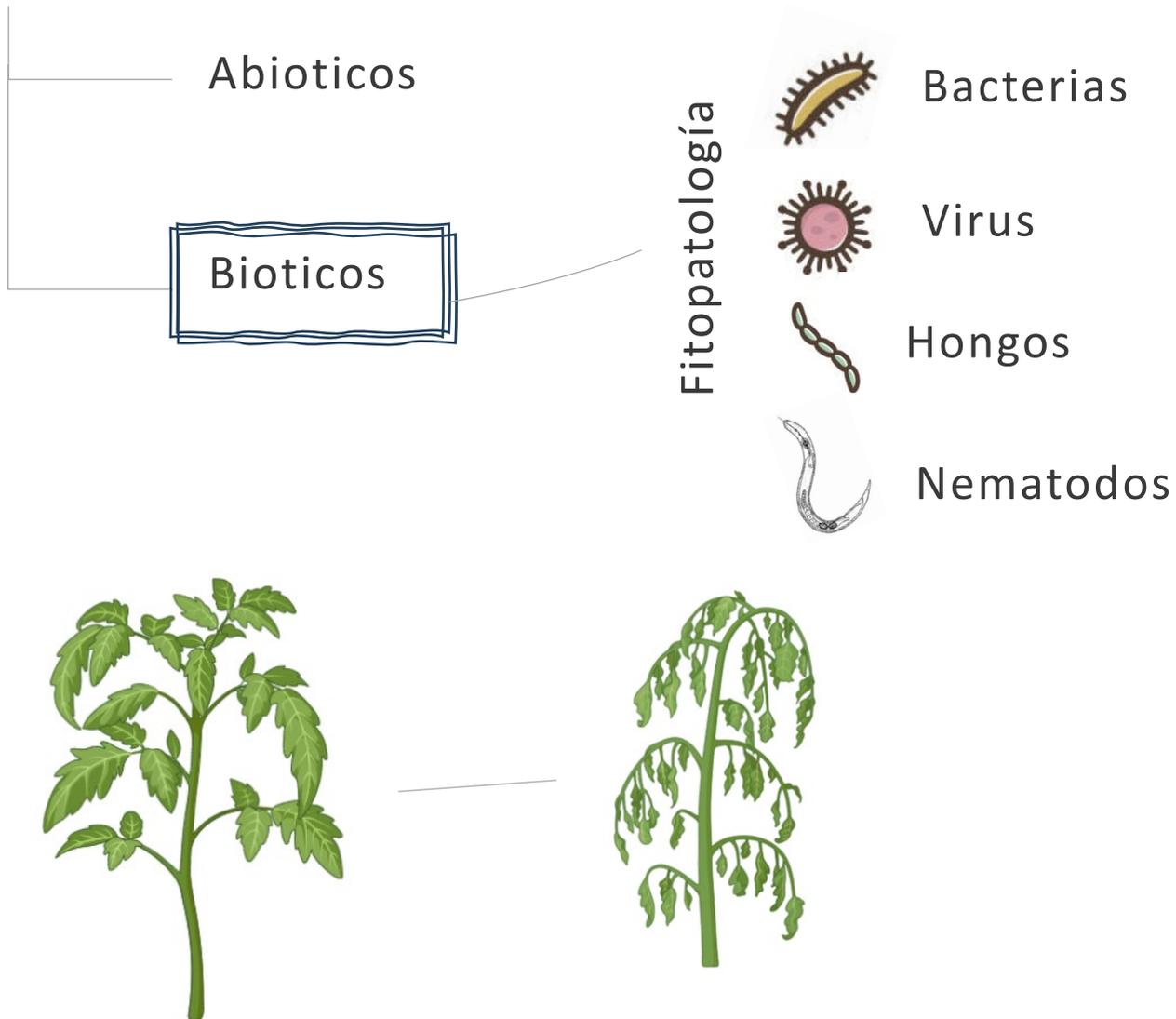
Diana Valle y Leticia Rubio



JUEVES 28 DE NOVIEMBRE 2024 - INIA SALTO GRANDE

# PROTECCIÓN VEGETAL HORTICOLA

Factores que afectan la salud del cultivo

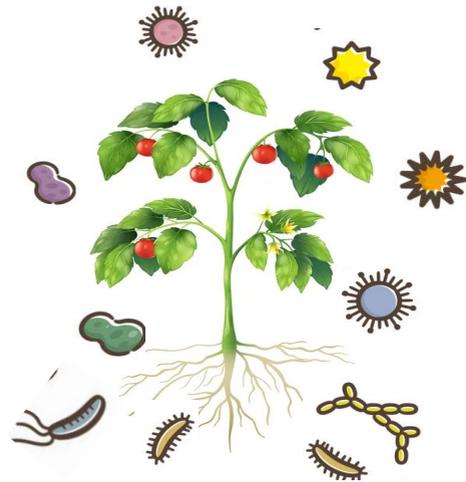


Necesidad de disminuir la presión de enfermedades

Historicamente I+D dirigida a controlar el patogeno

Reducción en el uso de productos fitosanitarios

# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS



Plantas coexisten con numerosos microorganismos

Se necesitan diversas condiciones para que se de la enfermedad

Las plantas tienen la capacidad de defenderse

CONSTITUTIVAS

INDUCIDAS

Tiempo

Patógeno

Enfermedad

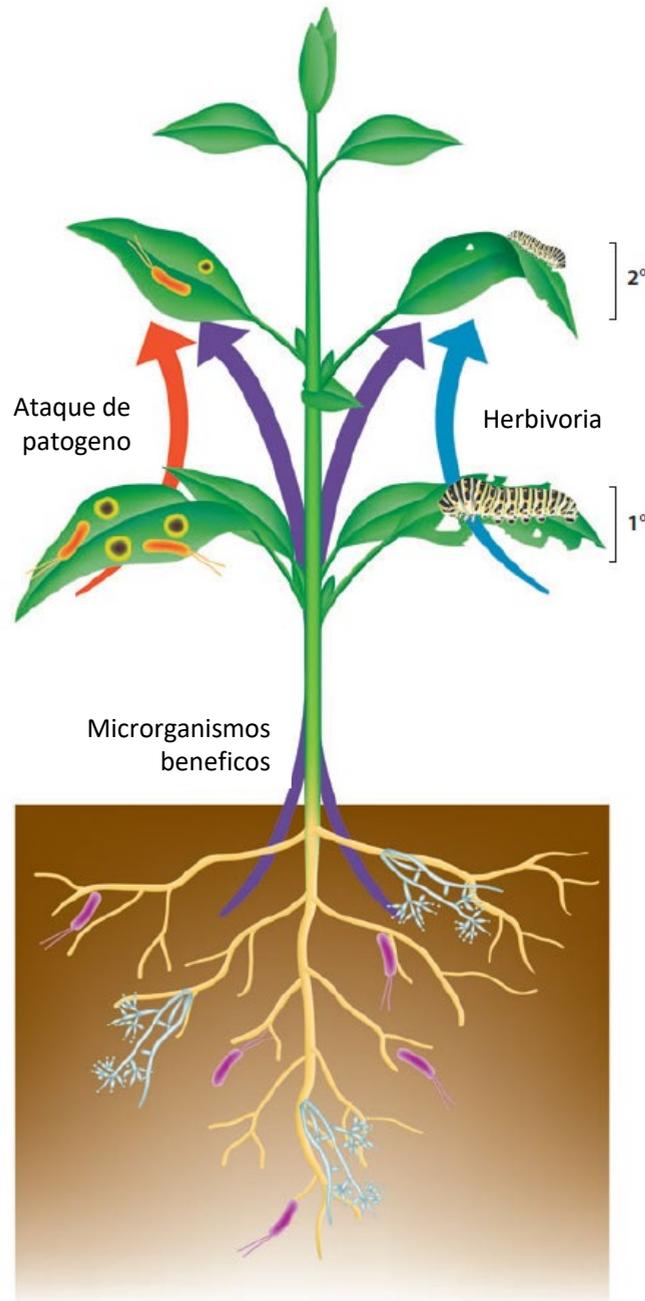
Ambiente

Huésped

# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## INDUCIDAS

Se activan luego que se da la interacción entre planta-patógeno



Sistémica

Estado de Priming de la planta

Metabolitos secundarios

Defensas estructurales

Modificación Actividad Enzimática

Genes de Resistencia



## Genes de Resistencia

Tizon Tardío (*Phytophthora infestans*)



## Trabajos previos

- Colección de aislados (en fase de caracterización)
- Ajuste de protocolo de inoculación a campo
- Primer temporada de ensayos a campo (especies silvestres, progenies y cultivares comerciales)

## Trabajos actuales

Objetivo Principal: Obtención de cultivares de piel roja con resistencia a tizón tardío

- Evaluar resistencia a tizón de progenies INIA y CIP
- Selección de materiales resistentes como progenitores y clones avanzados

# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## Genes de Resistencia

Tizon Tardio (*Phytophthora infestans*)



 Surcos infectivos

# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## Genes de Resistencia

Tizon Tardío (*Phytophthora infestans*)



<p>Resistencia parcial – horizontal - cuantitativa</p>	<p>Resistencia completa – vertical – cualitativa</p>
<p>poligénica</p>  	 <p>monogénica</p>



# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## Genes de Resistencia

Sarna de la Papa ( *Streptomyces scabies* )

### Trabajos previos

- Ajuste de la técnica de producción de inóculo
- Inoculaciones en condiciones controladas
- Evaluación de la respuesta en especies silvestres y cultivares comerciales





## Genes de Resistencia

Sarna de la Papa ( *Streptomyces scabies* )

## Trabajos previos

- Ajuste de la técnica de producción de inóculo
- Inoculaciones en condiciones controladas
- Evaluación de la respuesta en especies silvestres y cultivares comerciales

## Trabajos actuales

Objetivo Principal: Ajuste de un método de screening rápido

- Evaluar resistencia a sarna en clones avanzados y cultivares del programa de mejoramiento
- Selección de materiales resistentes como progenitores y clones avanzados





# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## Genes de Resistencia

Sarna de la Papa ( *Streptomyces scabies* )



### Trabajos actuales

Objetivo Principal: Ajuste de un método de screening rápido

- Evaluar resistencia a sarna en clones avanzados y cultivares del programa de mejoramiento
- Selección de materiales resistentes como progenitores y clones avanzados

- Ajuste de la metodología de “Sarnario”

✓ Reproducción de síntomas



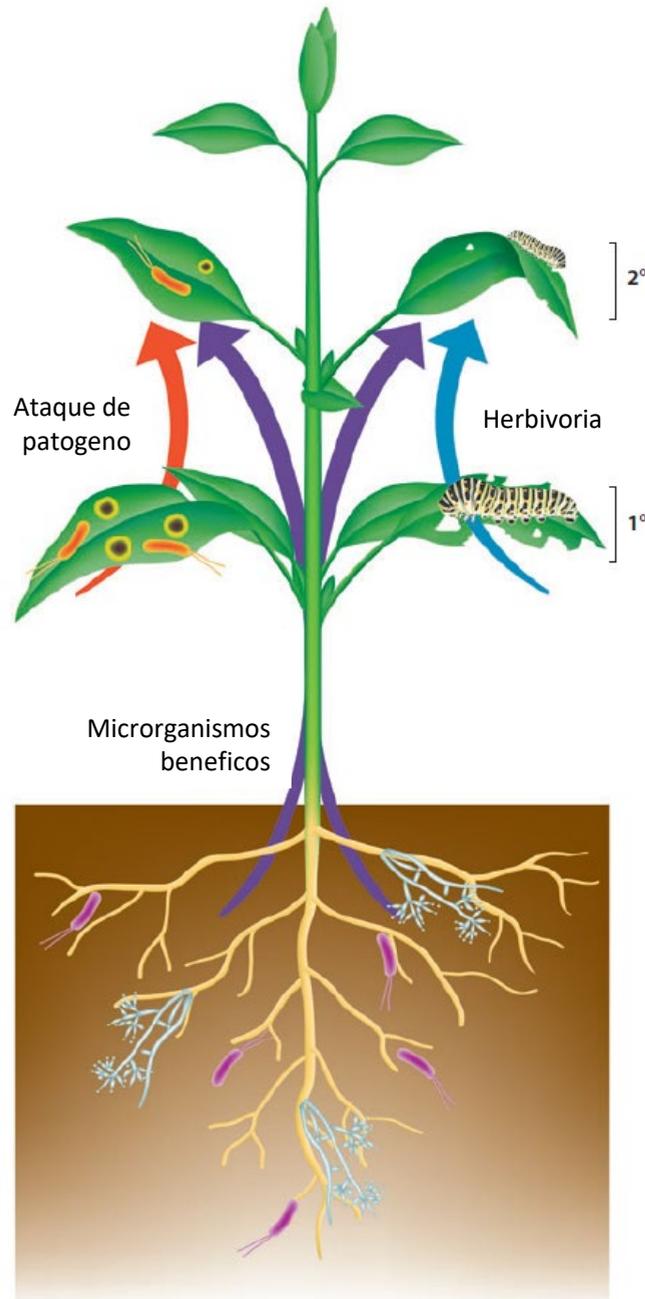
# RESISTENCIA DE LAS PLANTAS

## INDUCIDAS

Se activan luego que se da la interacción entre planta-patógeno

Sistémica

Estado de Priming de la planta



PRODUCTOS  
INDUCTORES DE  
RESISTENCIA

Metabolitos secundarios

Defensas estructurales

Modificación Actividad Enzimática

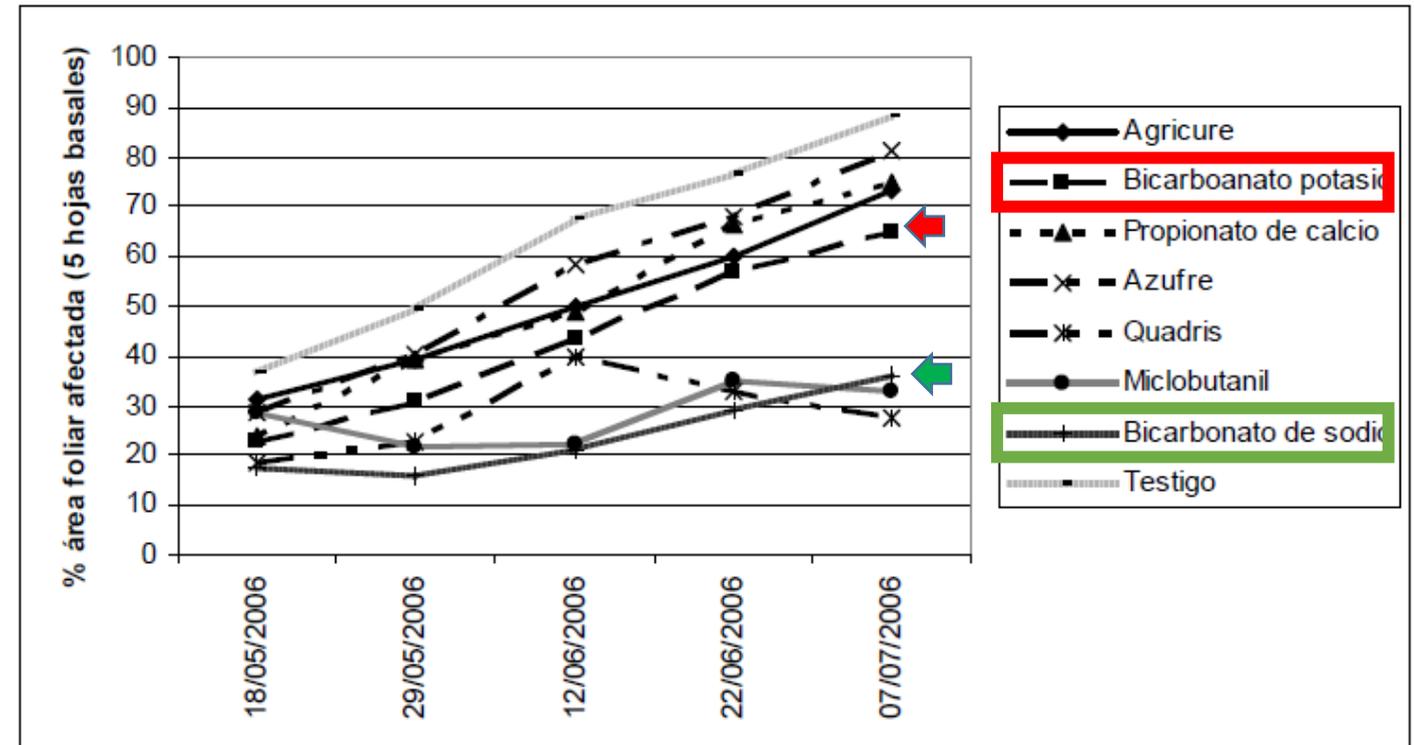
Genes de Resistencia

# TRABAJOS PREVIOS

Bicarbonatos para el control de Cladosporiosis (*Fulvia fulva*) en tomate



Figura 2. Evolución del área foliar afectada con lesiones de “cladosporio” promedio en cinco hojas basales. Temporada 2006.



1. Agricure 85 WP (bicarbonato de potasio 85%) 450 g/100 l.
2. Bicarbonato de potasio 1000 g/100 l.
3. Propionato de calcio 450 g/100 l.
4. Azufre 90 WP 300 g/100 l.
5. Quadris (azoxystrobin) 40 cc/100 l.
6. Rally 26,1% (miclobutanil) 23 g/100 l.
7. Bicarbonato de sodio 1000 g/100 l.
8. Testigo sin tratar.

# TRABAJOS PREVIOS

## EVALUACIÓN DE PRODUCTOS APLICADOS AL FOLLAJE PARA EL CONTROL DE MANCHA BACTERIANA DEL TOMATE. TEMPORADA 2011-2012.

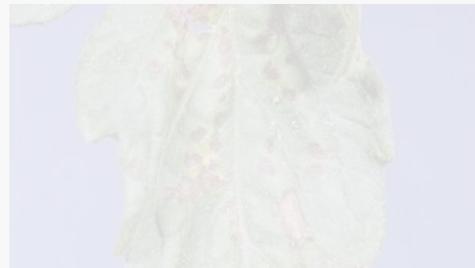
Se deberá estudiar la evolución de la inducción y su persistencia para formular una recomendación de uso a nivel comercial.

## EVALUACIÓN DE PRODUCTOS INDUCTORES DE RESISTENCIA EN EL

P.).

### Introducción

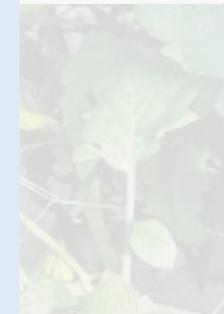
La mancha bacteriana del tomate causada por *Xanthomonas* spp. es una de las enfermedades más importantes del cultivo a causa de la muerte de flores, manchado de fruto y, cuando es grave, la muerte de la planta.



### CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS INDUCTORES

- Preventivos
- Tiempo de activación generalmente corto
- Duración del efecto protector
- La respuesta es específica para cada patosistema
- Efecto sobre los demás patógenos

La medula necrótica causada por *Pseudomonas* spp. (*P. corrugata*, *P. mediterránea*, entre otras) es una enfermedad importante del tomate en invernaderos sin control de temperatura en épocas con temperaturas altas.



1. Nacillus preventivo
2. Nacillus posinoculación
3. Baktillis preventivo
4. Baktillis posinoculación
5. HidroCup 77%
6. Biorend cobre
7. Bion
8. Bio D Zn Mn

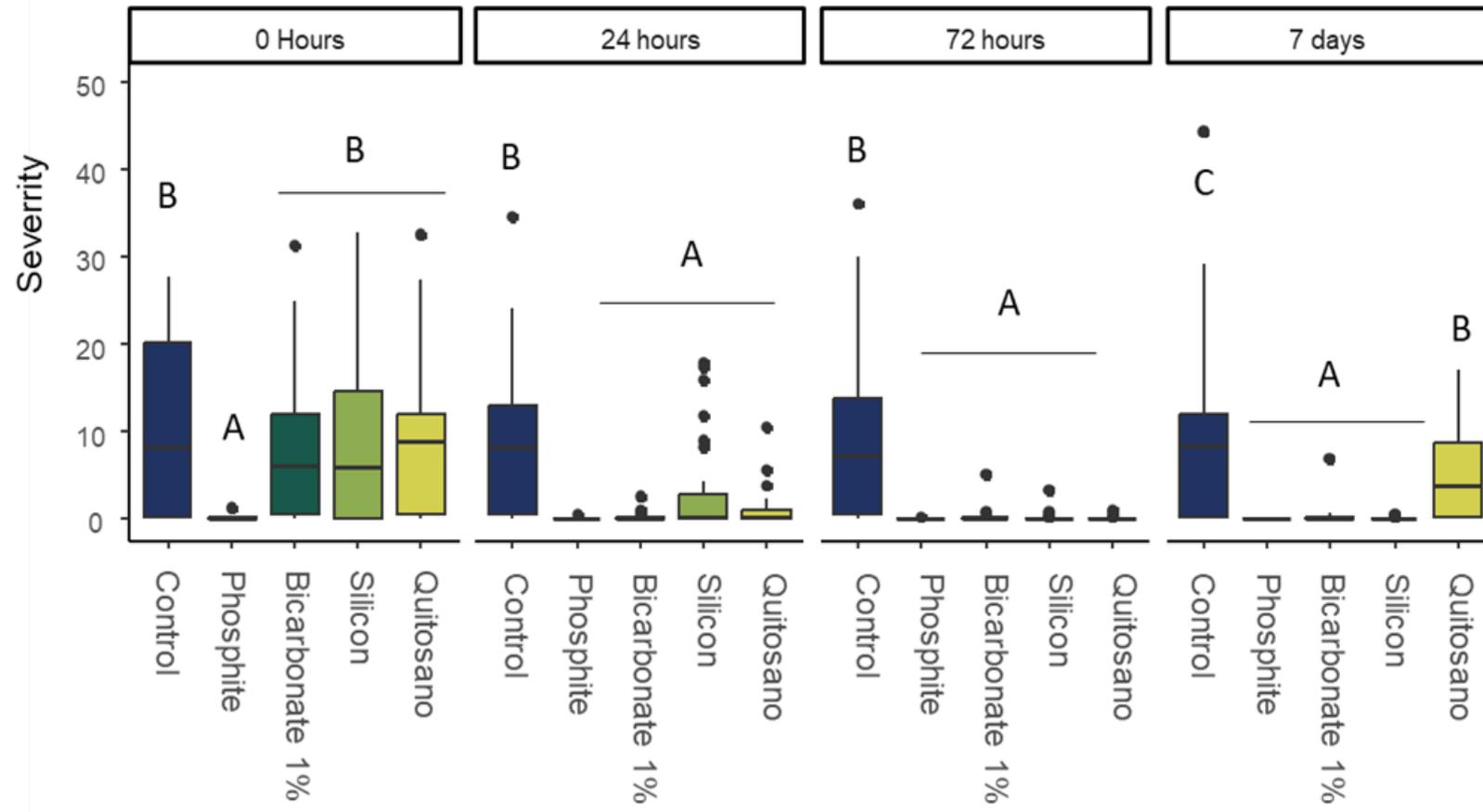
# TRABAJOS PREVIOS



Sarna del Manzano  
(*Venturia inaequalis*)



## Modelo de Ensayo



GLMER, beta-family, Tukey  $p < 0.05$

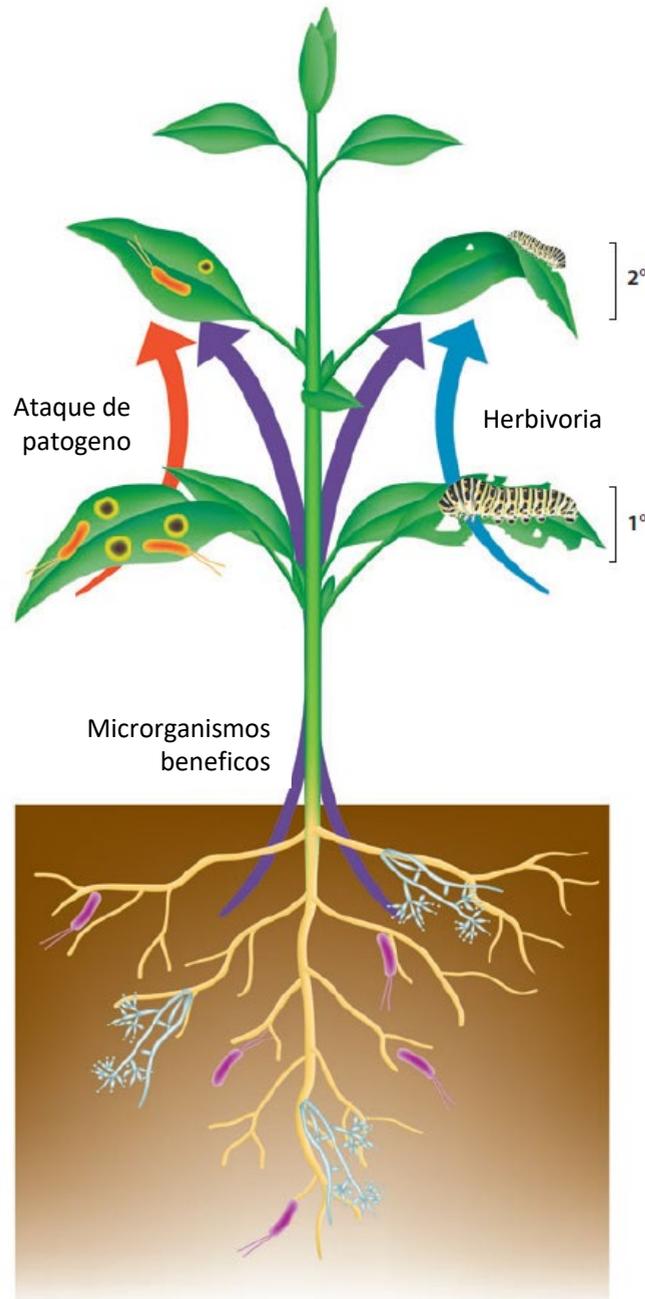
# PERSPECTIVAS DE TRABAJOS

## INDUCIDAS

Se activan luego que se da la interacción entre planta-patógeno

Seguir las líneas de selección de variedades

Probar inductores de Resistencia para cada patosistema



Productos Alternativos

Genes de Resistencia

**PRODUCTOS INDUCTORES DE RESITENCIA**

# *Oidio en pimiento: integrando medidas de manejo para su control*

- ❖ El oidio es una de los principales limitantes sanitarias del pimiento
- ❖ Con la implementación del CB hay necesidad de nuevas herramientas de control

### Antecedentes

Producto comercial	Principio activo	<i>Amblyseius swirskii</i> *
Bellis	Boscalid-Pyraclostrobin	1 (N/A) + s/d
Amistar top	Azoxistrobina + Difenconazol	1 (N/A) + 1 (N) s/d (A)
Rally	Myclobutanil	2
Reflect xtra	Isopyrazan + Azoxistrobina	s/d
Aceite	Aceite mineral	2
Neem	Azadiractina + aceite de Neem	2 (N/A)

Fuente: <http://www.biobest.be/neveneffecten/4/3/>

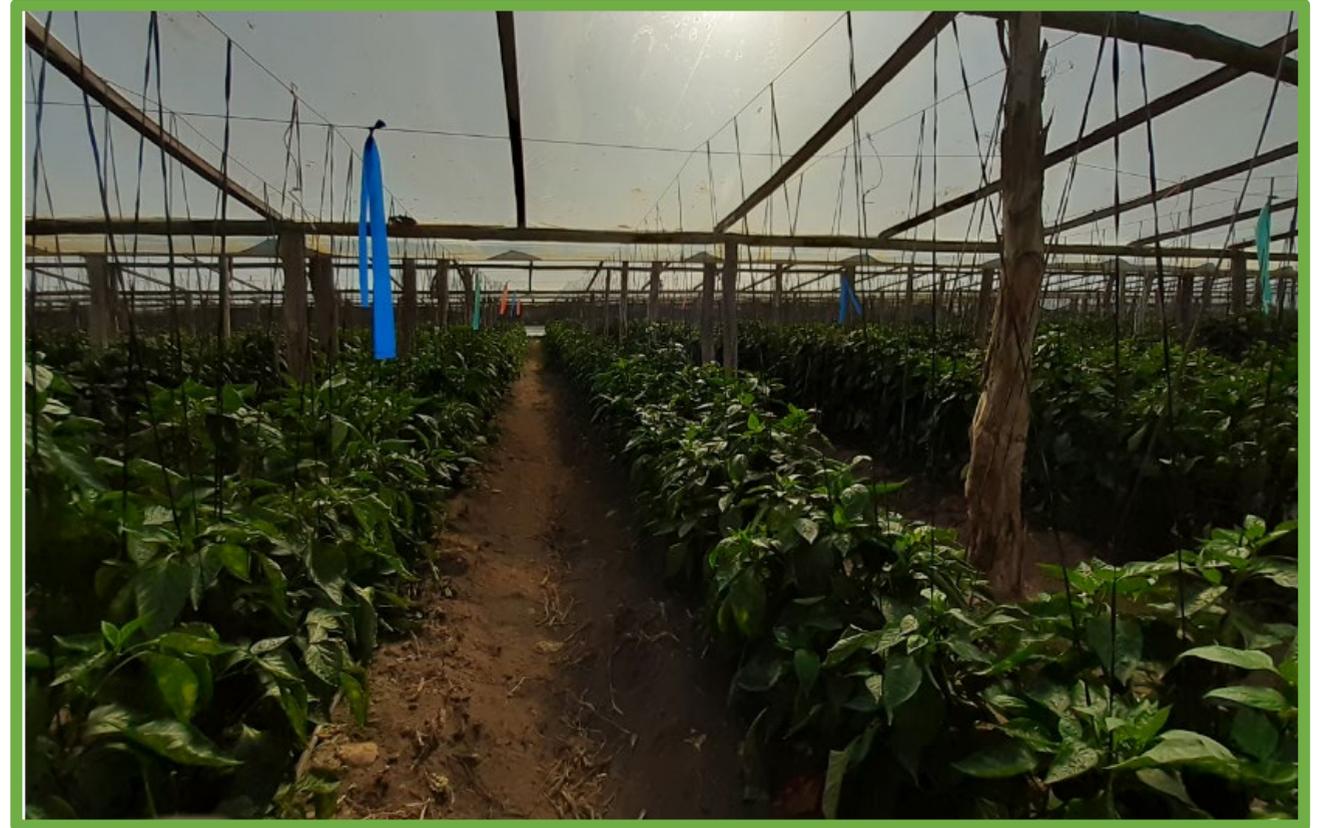
\*Efectos secundarios sobre *A. swirskii*: 1-no tóxico (mortalidad < 25%) , 2-ligeramente tóxico (mortalidad 25-50%), 3-moderadamente tóxico(mortalidad 50-75%) , 4-tóxico (mortalidad > 75%)

A: Efecto sobre adulto; N/A: efecto sobre Ninfa y adulto; s/d: sin datos

**Buscar una estrategia de manejo que contemple el uso de productos alternativos: aceites, extractos vegetales, productos biológicos**

## ❖ Evaluación de productos alternativos para el manejo de oidio

- Jabón líquido
- Aceites vegetales
- Extracto de plantas
- Bicarbonato de sodio o de potasio
- *Bacillus subtilis*
- *Trichoderma harzianum*



## ❖ Extractos vegetales y Desinfectantes (2023-2024)

- Invernadero comercial de pimiento con control biológico
- La oidiopsis se evaluó por una **escala** que estimó el porcentaje de área foliar afectada: **0**:ausencia , **1**:1-10%, **2**:11-25%, **3**:26-50%, **4**: 51-75%, **5**:>75%

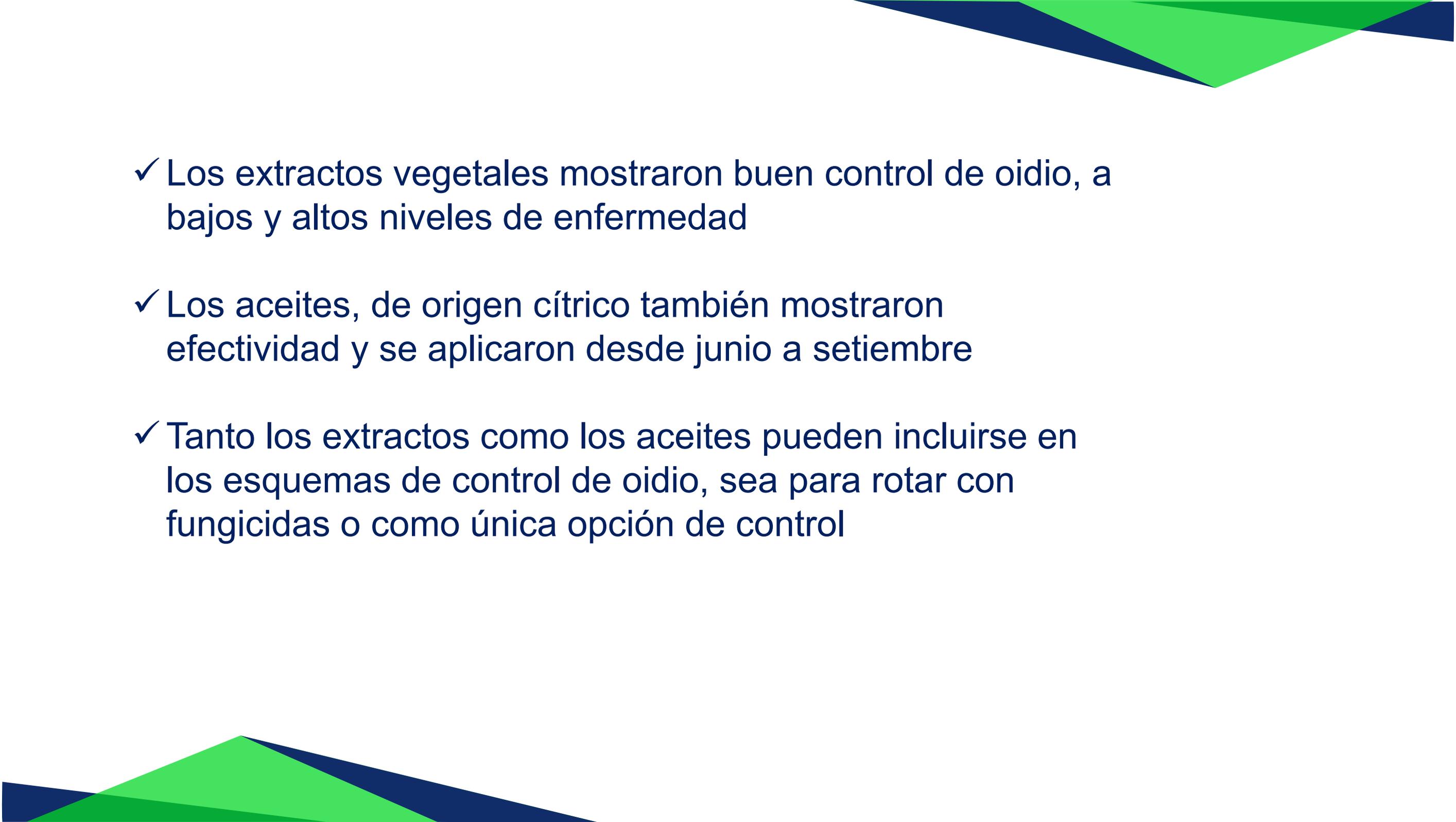
Tratamiento	Principio activo	Dosis (10lts)
1- Testigo, sin aplicación		
2- E. Tomillo	Extracto Tomillo y Malaleuca	15cc
3- E. de Canela	Extracto Canela	30cc
4- Eco Hemp	Desinfectantes	30g
5- Fungo		3cc
6- Reflect	Isopyrazam	9cc

Tratamiento	Principio activo	Dosis (10lts)
1- TM	Extracto Tomillo y Malaleuca	15cc
2- E. de Canela	Extracto Canela	30cc
3-Reflect	Isopyrazam	9cc
4- D.Lim	Aceite de lima	25cc
6- Biolclamps	Aceite esencial de naranja	25cc

# Resultados

Tratamiento	08/08/2023	15/08/2023	22/08/2023	29/08/2023
TM	2	2.3	1.3	1.1c
E. Canela	2.5	1.8	1	1.5c
Reflect	2	2.2	0.8	1.3c
Fungo	3	2.8	2.0	2.1b
Eco Hemp	3	2.7	2.2	2.6b
Testigo	3.7	4.0	3.7	4.1a

Tratamiento	20-ago	03-sep	10-sep	21-sep	02-oct	09-oct	15-oct
1-TM	1.4	1.3	1.5	1.6	1.3 a	1.4 ab	1.6 ab
2-EC	1.1	0.8	1.3	1.3	1.0 ab	1.4 ab	1.1 bc
3-R	0.8	0.9	1.1	1.1	0.5 b	0.5 b	0.5c
4-D-Lim	0.6	0.6	1.1	1.4	0.9 ab	1.0 ab	1.0 bc
5-Bio	1.1	0.8	1.0	1.1	0.8 ab	1.3 ab	1.2 bc
6-C	0.7	0.5	1.2	1.0	1.0 ab	1.6a	2.0 a

- 
- ✓ Los extractos vegetales mostraron buen control de oidio, a bajos y altos niveles de enfermedad
  - ✓ Los aceites, de origen cítrico también mostraron efectividad y se aplicaron desde junio a setiembre
  - ✓ Tanto los extractos como los aceites pueden incluirse en los esquemas de control de oidio, sea para rotar con fungicidas o como única opción de control

## Productos evaluados recientemente en el mundo y con efectos promisorios

---

- ❖ Jabón líquido (50 cc / 10 lts)
- ❖ Aceite de Soja (15cc / 10Lts)
- ❖ Aceite de Naranja
- ❖ Extracto de planta de té (Timorex Gold)
- ❖ Bicarbonato de sodio o de potasio (50 g / 10 Lts)
- ❖ *Reynoutria* spp. extract (Regalia),
- ❖ *Bacillus subtilis* (Serenade SC, QST 713 strain )
- ❖ *Lactobacillus acidophilus* and *L. paracasei* (Vitanal)
- ❖ *Ampelomyces quisqualis*
- ❖ *Bacillus thuringiensis* MW740161.1
- ❖ *Trichoderma harzianum*

❖ Incorporación de cultivares con tolerancia o resistencia genética



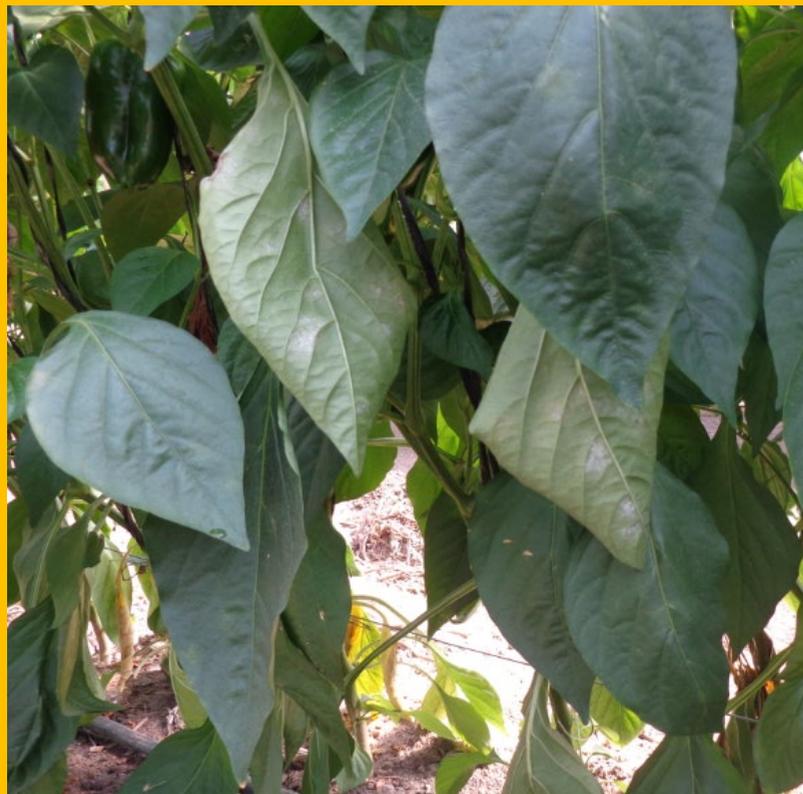
# Resultados 2019

## Nivel de Oidiopsis en los distintos cultivares

Cultivar	Fecha de evaluación					
	15/07/19	22/07/19	29/07/19	05/08/19	12/08/19	19/08/19
Taurus	0b	0b	0b	0b	0b	0b
Troyano	1.0a	1.5a	1.5a	1.5a	1.5a	2.5a

\* Escala visual: 0:ausencia , 1:1-10%, 2:11-25%, 3:26-50%, 4 51-75%, 5:>75%.

Medias en las columnas con diferente letra son significativamente diferentes al 0,05 (Tukey)



# Resultados 2020

## Nivel de Oidiopsis en los distintos cultivares

Fecha de evaluación

Cultivar	23/06/2020	30/06/2020	08/07/2020	15/07/2020	21/07/2020	28/07/2020
Taurus	0b	0b	0.1b	0b	0.1b	0b
Bilano	1a	2a	2a	2.5a	4a	4.5a
Troyano	1a	2a	2a	3a	4.5a	5a



\* Escala visual: 0:ausencia , 1:1-10%, 2:11-25%, 3:26-50%, 4 51-75%, 5:>75%.

Medias en las columnas con diferente letra son significativamente diferentes al 0,05 (Tukey)

### Taurus



### Troyano



### Bilano



**El cv. Taurus es una alternativa para mejorar el control de oidiopsis en sistemas con utilización de *A. swirskii*.**

# Resultados 2022

Variedades: 2 variedades susceptibles, 1 tolerante y 1 resistente

Se sembraron 2 hileras de 15mts, cada una, con cada variedad.

## Nivel de Oidio en las distintas variedades

Fecha	Variedades			
	S-1	S-2	T	R
06/09/2022	0.5	0.5	0.5	0
13/09/2022	0.5	0.5	0.5	0
20/09/2022	0.5	0.5	0.5	0
27/09/2022	0.75	0.5	0.5	0.25
04/10/2022	2.75	2	2	0.5
11/10/2022*	3	2.5	2	0.5
17/10/2022*	2.5	2.5	2	1
25/10/2022	1.5	1.75	1.5	1

\*aplicación fungicida: S-1, S-2, T

## Rendimiento Total

Cosecha 1: 23/8/22

Variedad	Cajones	Peso (Kg)
S-1	7	77
S-2	4.5	50
T	7	80
R	8	86

Cosecha 2: 7/10/22

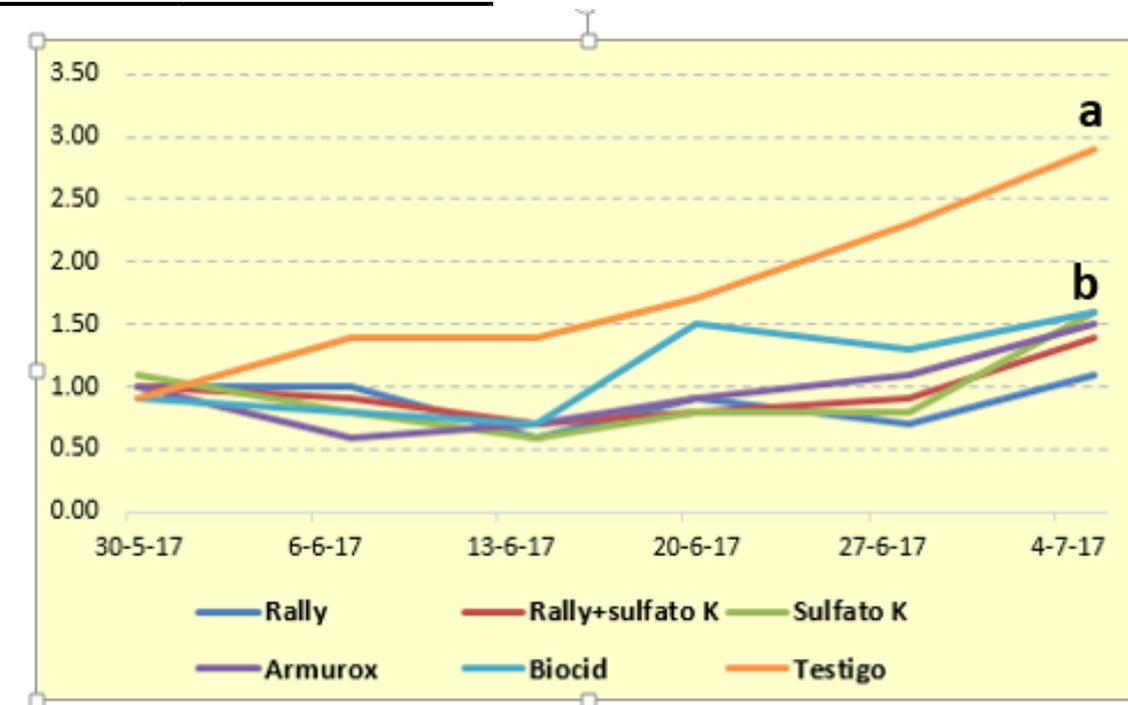
Variedad	Cajones	Peso (Kg)
S-1	5	65
S-2	6	73.5
T	4	48
R	7	81

- La variedad R no necesitó aplicaciones de fungicidas en todo el periodo

## ❖ Uso de inductores de resistencia para el control de oidio.

Tratamientos	Principio activo	Dosis (en 10l)
1-Rally	Myclobutanil	6g
2- Rally+Sulfato de K	Myclobutanil+ K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6g+30g
<u>3- Sulfato de K</u>	420g/Kg de K-180g/Kg de S	30g
<u>4- Armurox</u>	Complejo activo de péptidos con silicio	50cc
<u>5- Biocid</u>	Fenoles de Lignina+ Quitosano+ aminoácidos esenciales	50cc
6- Testigo		

❖ *Los IR pueden ser una alternativa en etapas tempranas del cultivo y con baja presencia de la enfermedad, y sin condiciones ambientales predisponentes; pero deben aplicarse sistemáticamente.*



# Inductores de resistencia para el control de oidio



## ❖ Inductores de Resistencia y Fertilización (2022-24)



# Inductores de resistencia y dos niveles de fertilización (2022)

**Objetivo:** evaluar la incidencia de oidio ante distintos niveles de fertilización, combinados con el uso de inductores de resistencia.

## Esquema de aplicaciones

- Variedad: Troyano
- Fecha de trasplante: 14/04/2022
- Densidad de plantas: 2.5 pl

Aplicaciones	Fecha	IR-1	IR-2
1	25/04/2022	x	x
2	10/05/2022	x	x
3	31/05/2022	x	x
4	15/06/2022	x	x
5	29/06/2022	x	x
5	14/07/2022	x	x
6	29/07/2022	x	x
	05/08/2022		
7	30/08/2022	x	x
8	13/09/2022	x	x
9	22/09/2022	x	
10	28/09/2022	x	
11	04/10/2022	x	
	11/10/2022		

quincenal

semanal

IR-1: inductor 1- Armurox (400cc/100lts)+Optimus (300cc/100lts)- Aplicación Foliar

IR-2: inductor 2-Biorend (150cc/100lts)- Aplicación por riego

# Resultados

## Niveles de oidio en los distintos tratamientos

Inductores

	F-100	F-50	F100+IR1	F-50+IR1	F100+IR2	F-50+IR2
06/09/2022	1	0.75	0.75	1.25	1.5	1.25
13/09/2022	1.25	1	1.25	1.5	2	1.5
20/09/2022	2.25	3	2.75	2.5	3.5	3.5
27/09/2022	2.5	3	2	2	3.5	2
04/10/2022	3.5	4.5	3	2.5	4.5	4
11/10/2022	4	4.5	3.5	3	4.75	3.5
17/10/2022	5	5	3.75	3.75	2.75	2.5

Ref.: F-100: fertilización alta, F-50: fertilización baja, IR 1 y 2: inductores

- No hubo diferencia significativa entre los diferentes niveles de fertilización empleados e incidencia de oidio (F-100 vs F-50)
- Alto nivel de fertilización no mejoró la efectividad del IR ante la expresión de la enfermedad
- IR aplicados sistemáticamente, cada quince días, no fueron efectivos para el control de la enfermedad. Todos los tratamientos mostraron similares niveles de incidencia cuando la enfermedad comenzó. Luego se observó un mayor control del IR-1 respecto al IR-2.



	F-100	F100+IR1	F100+IR2
06/09/2022	1	0.75	1.5
13/09/2022	1.25	1.25	2
20/09/2022	2.25	2.75	3.5
27/09/2022	2.5	2	3.5
04/10/2022	3.5	3	4.5
11/10/2022	4	3.5	4.75
17/10/2022	5	3.75	2.75

# Efecto de la fertilización nitrogenada (2023)

Fecha	Parcelas								Promedio	
	1	2	3	4	5	6	7	8	Baja	Alta
27/07/2023	0.5	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.7	0.7
01/08/2023	0.5	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.7	0.7
08/08/2023	0.5	0.75	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5
15/08/2023	0.5	1	1	2	1.5	1	1.5	0.5	1.3	1.3
23/08/2023	1.5	1.5	2	2.5	2.5	2	1.75	0.75	2.0	2.1
29/08/2023	1.5	1.5	2.5	3	2.5	2	2	1	2.2	2.3
05/09/2023	3	3.5	3	3.5	2.75	3	2.5	2	<b>3.3</b>	<b>2.8</b>



Fertz. Baja: 2, 4, 6

Fertz. Alta: 3, 5, 7

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61215

Error: 0.0729 gl: 4

tratamiento Medias n E.E.

1 3.33 3 0.16 A

2 2.75 3 0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

- Con una marcada incidencia de la enfermedad (50% de afección en promedio) no se observan diferencias en la expresión de la enfermedad entre parcelas con alta y baja fertilización.
- No hubo aplicaciones de fungicidas

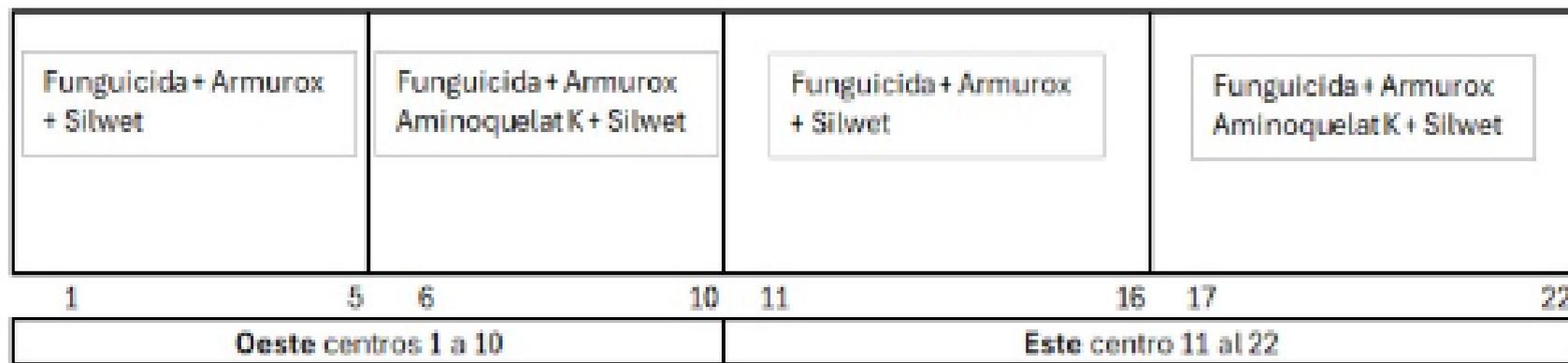
# Estrategias para el control de oidio implementadas en 2024

## 1- Extractos vegetales y aceites

Tratamiento	Principio activo	Dosis (10lts)
1- TM	Extracto Tomillo y Malaleuca	15cc
2- E. de Canela	Extracto Canela	30cc
3-Reflect	Isopyrazam	9cc
4- D.Lim	Aceite de lima	25cc
6- Biolclamps	Aceite esencial de naranja	25cc

**6 aplicaciones desde junio-setiembre**

## 1- IR, fertilización



Amistar- Miravis- Priaxor

Funguicida+IR+FR

Funguicida+IR

# Consideraciones para el manejo de enfermedades

- Utilizar cultivares con resistencia genética minimiza el uso del control químico
- Elegir el producto en función del tipo y nivel de enfermedad y condiciones predisponentes
- Hay disponibilidad de productos de origen biológico con efecto similar a los fungicidas. Su acción se potencia si hay un buen mojado de la planta, lo que debe ser acompañado de un buen sistema de conducción.
- Los IR son preventivos y hay que conocer momento de activación de las defensas y la duración del efecto protector.

# ¡ Gracias !



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

You  Tube Inia Uruguay

 [www inia.uy](http://www.inia.uy)

 @INIA\_uy