



“Enfermedades de la madera y su manejo, precauciones desde el vivero al huerto”

Daina Grinbergs

Río Bueno, 5 de junio de 2024



Enfermedades en **frutales**, con énfasis en hongos de madera.

- ✓ Arándano
- ✓ Carozos (cerezo, duraznero, ciruelo)
- ✓ Manzano
- ✓ Avellano
- ✓ Nogal
- ✓ Vides

- ✓ ¿Cuál es la **identidad** de los hongos asociados con lesiones en la madera?
- ✓ ¿Qué patógenos son los más **frecuentes**?
- ✓ ¿Cuál es su **patogenicidad y virulencia**?
- ✓ **Epidemiología.**
- ✓ Desarrollo de métodos de **diagnóstico.**
- ✓ **Control** tradicional y biológico.



Por qué?

Enfermedades de madera



Están aumentando por:

- ✓ **Cambio en el clima y estrés.**
- ✓ Sistema de producción de plantas.
- ✓ Plantas infectadas de vivero.
- ✓ **Fertilización excesiva.**

Efectos:

- ✓ Reducción de **rendimiento y calidad.**
- ✓ Muerte de **ramas.**
- ✓ Muerte de **plantas.**

Muestras



Síntomas:

- ✓ Decoloración interna de la madera
- ✓ Formación de canchros
- ✓ Desprendimiento corteza
- ✓ Plateado
- ✓ Muerte regresiva
- ✓ Muerte de ramas
- ✓ Muerte de plantas

Signos:

- ✓ Cuerpos frutales (reproductivos): picnidios, peritecios, basidiocarpos, micelio, etc.

Aislamiento e identificación



• Muestras sintomáticas.



✓ Aislamiento



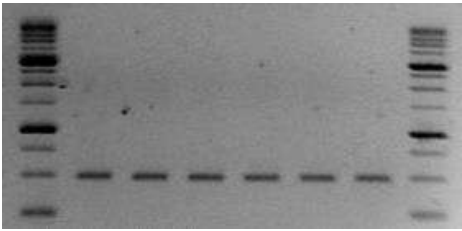
✓ Purificación



✓ Identificación



• Morfológica



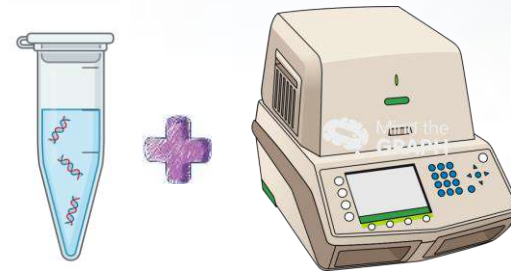
• Molecular

Diagnóstico temprano y oportuno: PCR

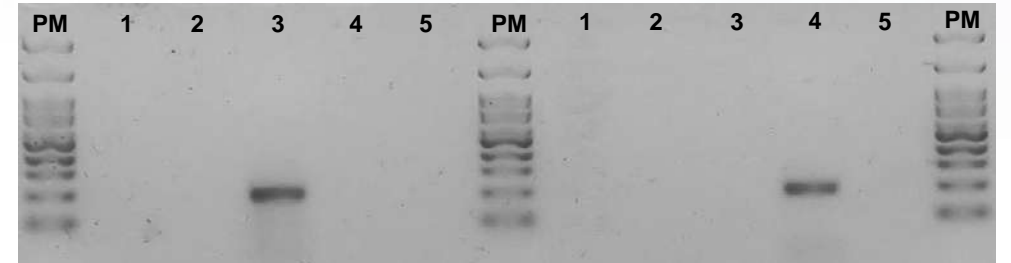
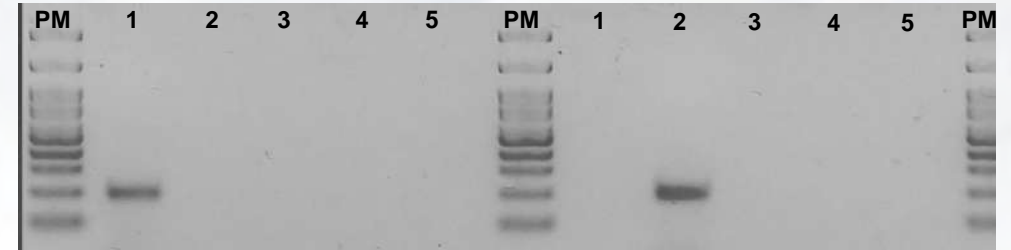
Diagnóstico morfológico



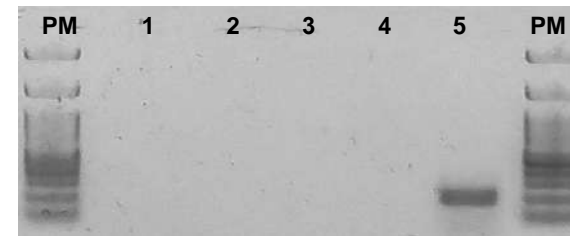
Extracción ADN y PCR



Identificación hongos c/partidores específicos



Diagnóstico desde madera



Aislamientos fúngicos

1. *Diaporthe* sp.
2. *Neofusicoccum* sp.
3. *Chondrostereum* sp.

Ascomycetes

Botryosphaeriaceae

- *Neofusicoccum* (**Cancrosis del cuello y tallo**)
- *N. parvum*
- *N. mediterraneum*
- *N. arbuti*
- *N. australe*
- *N. nonquaesitum*
- *Botryosphaeria dothidea*
- *B. ribis*



Diaporthaceae

- *Diaporthe vaccini* (anam. *Phomopsis vaccini*) (**Muerte regresiva**)

Sclerotiniaceae

- *Botryotinia fuckeliana* (anam. *Botrytis cinerea*) (**Tizón de la madera**)

Melanconiellaceae

- *Pestalotia vaccini* (**Tizón de los tallos**)

Basidiomycetes

- *Chondrostereum purpureum* (**Plateado**)
- *Arambarria destruens* (**Arambarria**)



Botryosphaeriaceae

Síntomas



Chondrostereum purpureum

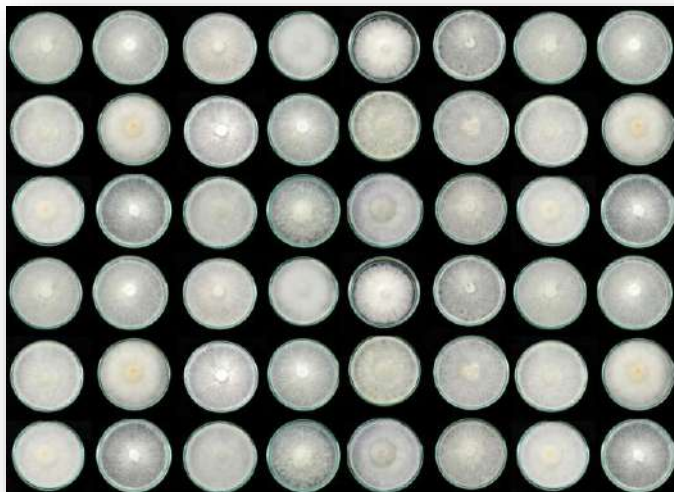
Plateado

✓ Basidiomycota

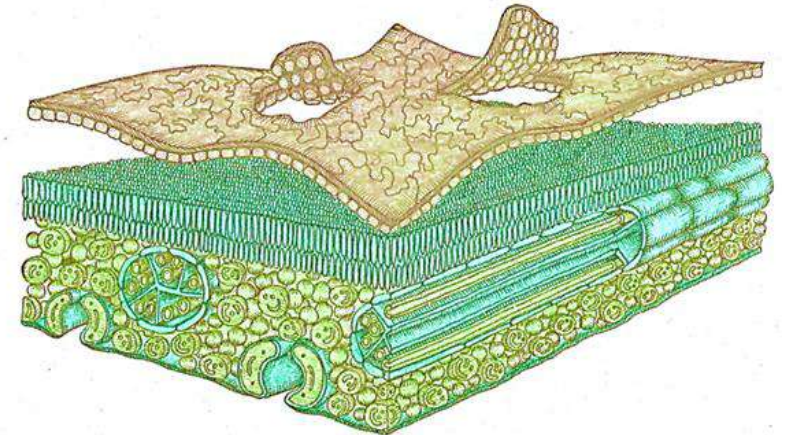


Chondrostereum purpurem

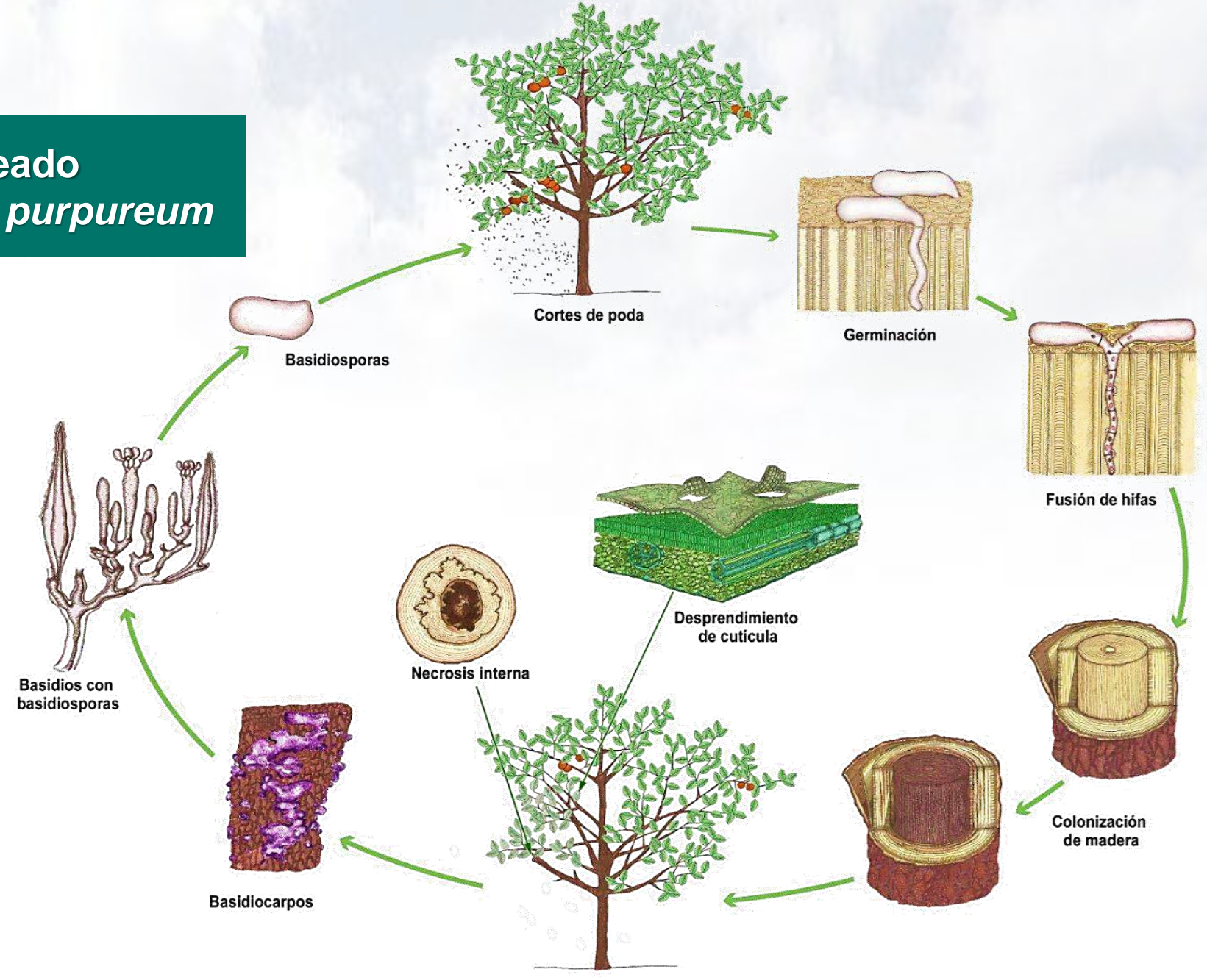
✓ Polífago



- ✓ Produce una enzima **endopoligalacturonasa** (EndoPG1) que induce el desprendimiento de la epidermis, produciendo una capa de aire entre la epidermis y el mesófilo.



Ciclo Plateado *Chondrostereum purpureum*



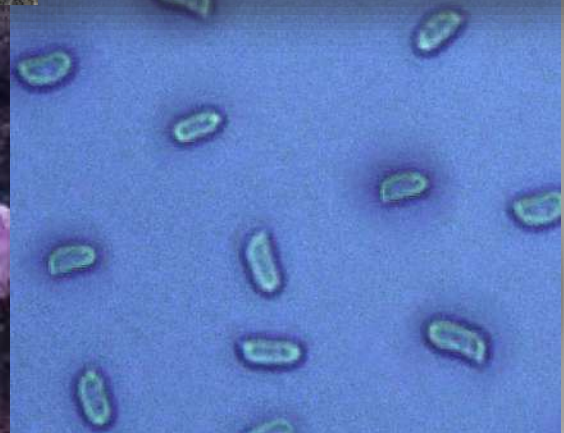
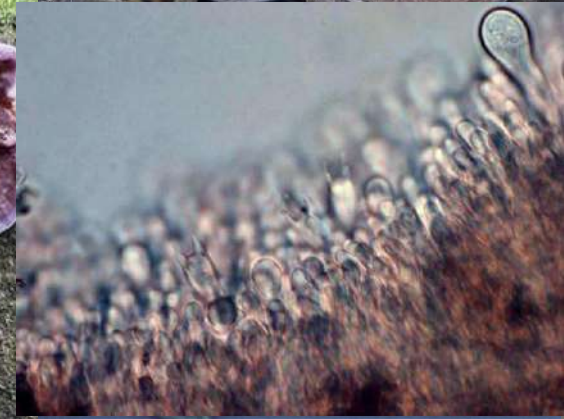
Síntomas foliares



Síntomas necróticos



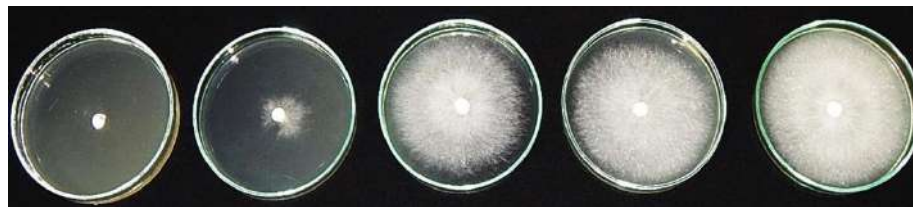
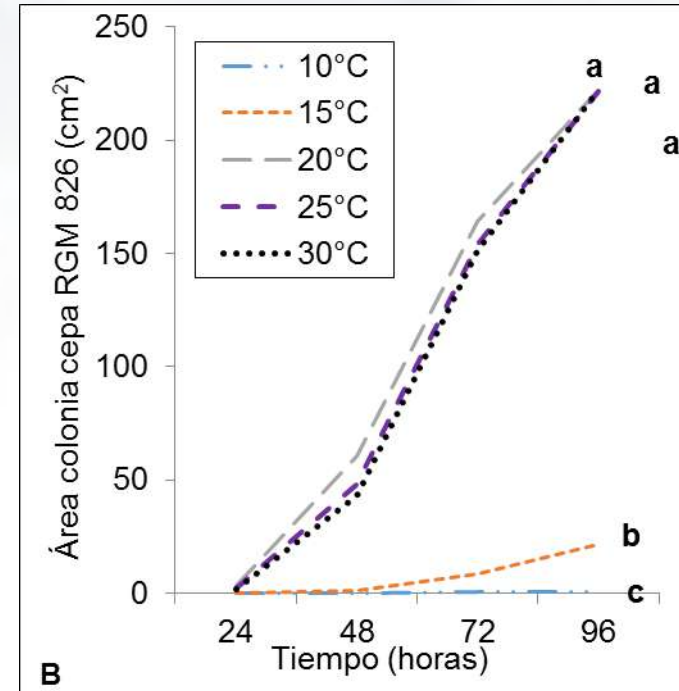
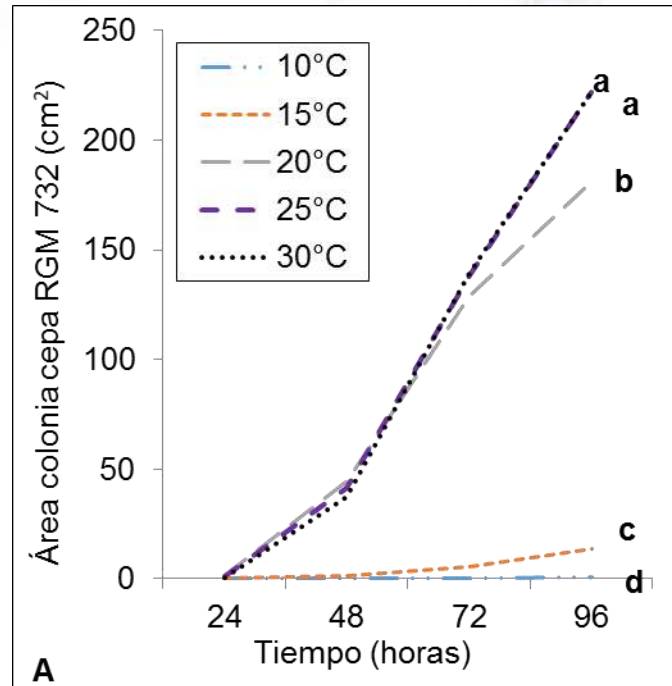
Cuerpos reproductivos (carpóforos)



Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial

Chondrostereum purpureum

- Cepas arándano



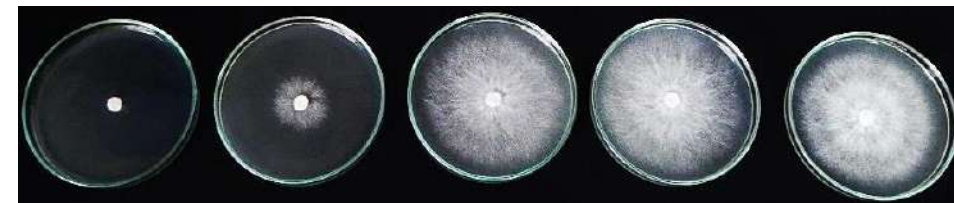
10°C

15°C

20°C

25°C

30°C



10°C

15°C

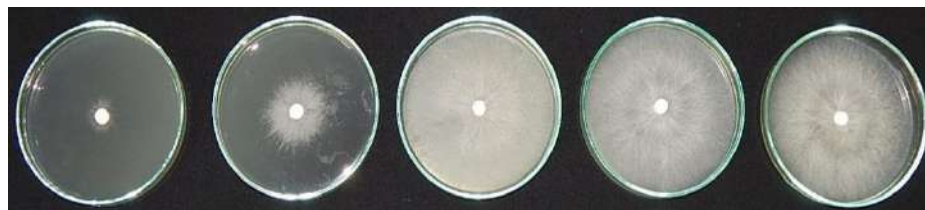
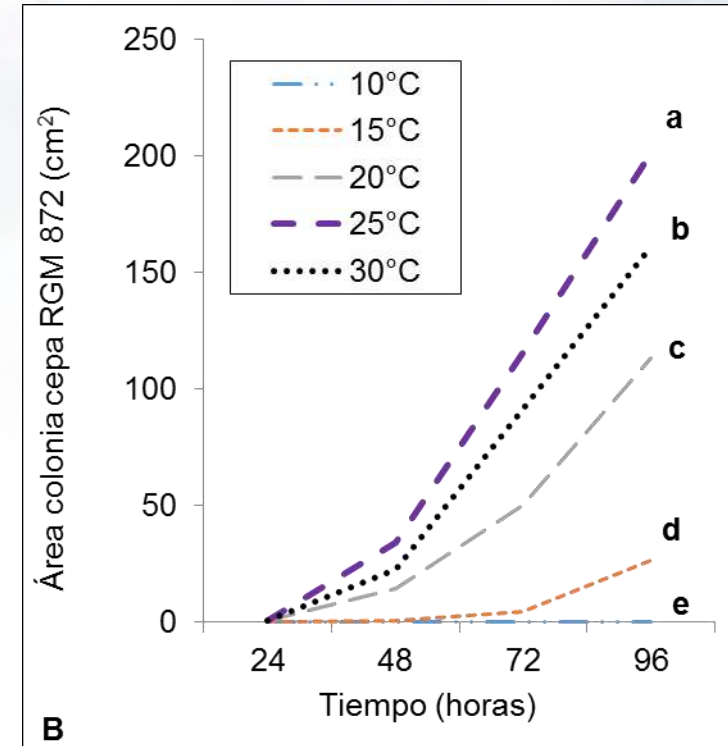
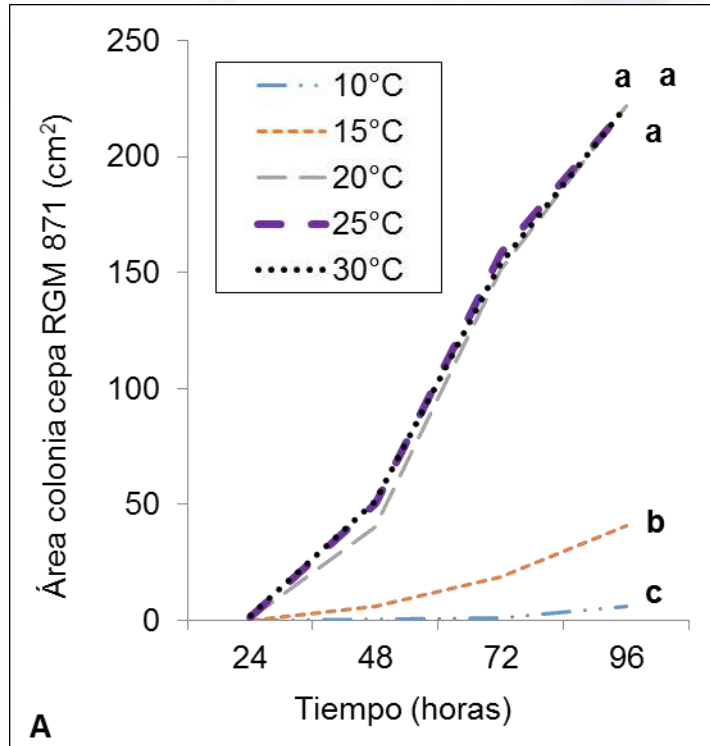
20°C

25°C

30°C

Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial

- Cepas duraznero



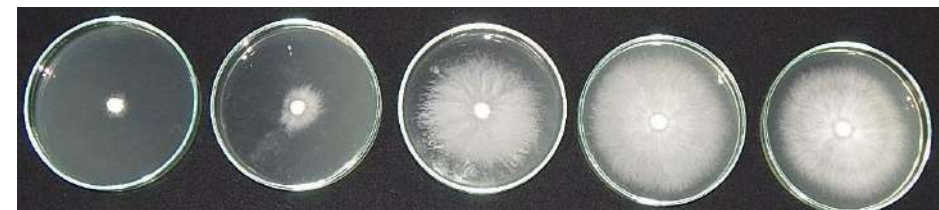
10°C

15°C

20°C

25°C

30°C



10°C

15°C

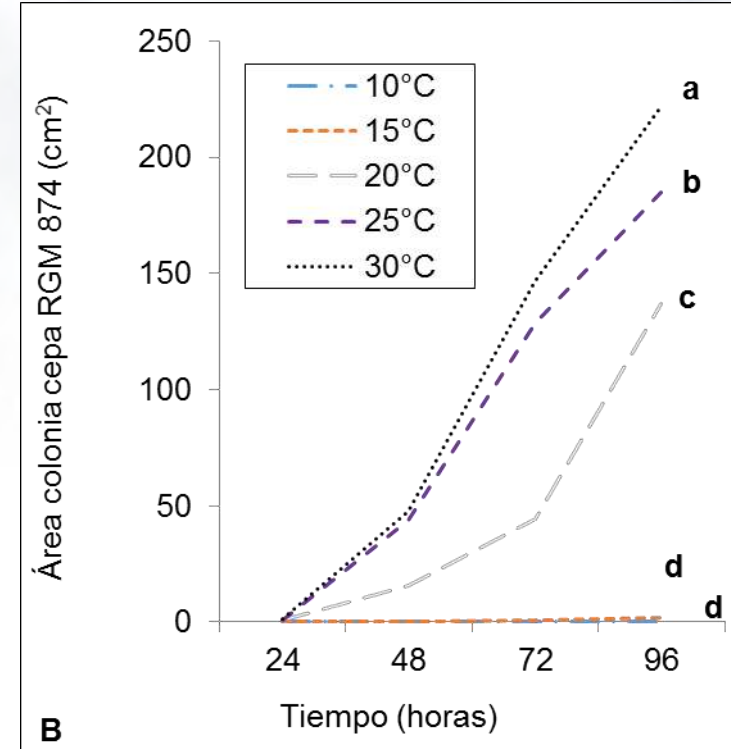
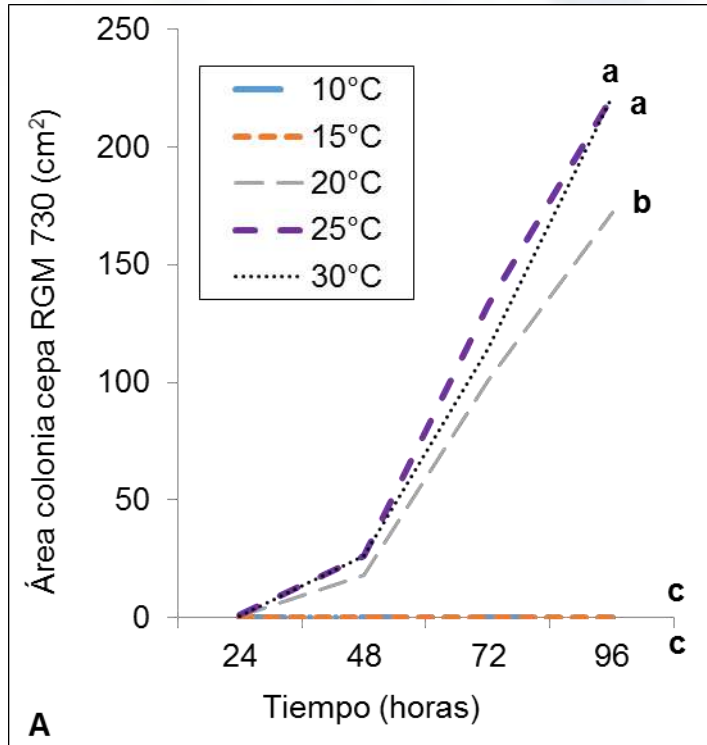
20°C

25°C

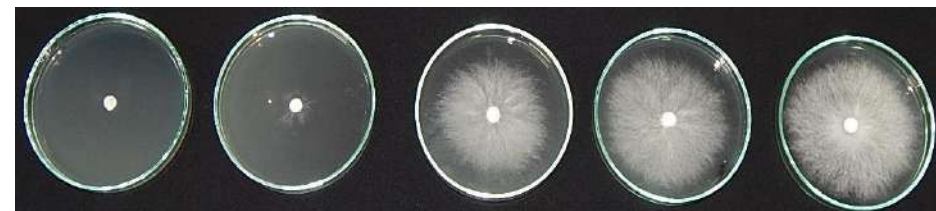
30°C

Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial

- Cepas cerezo



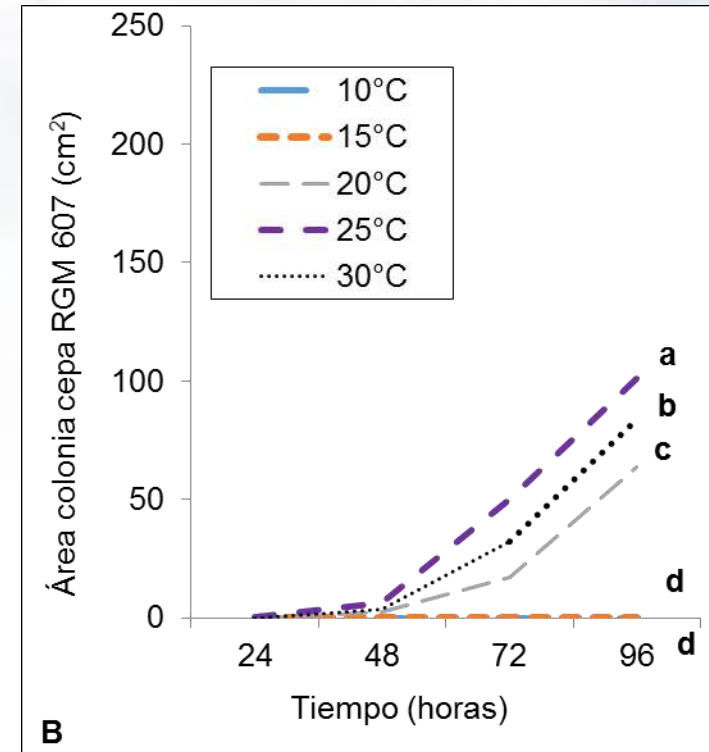
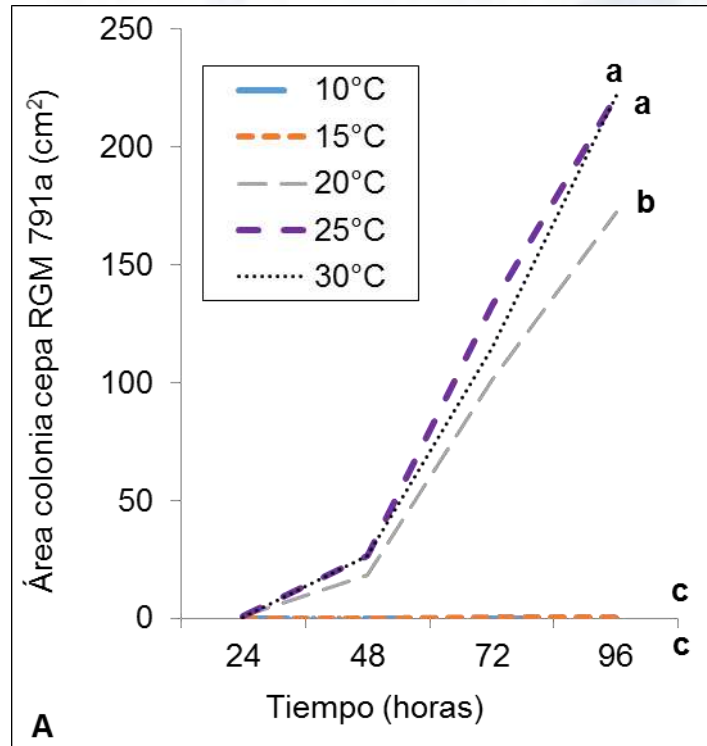
10°C 15°C 20°C 25°C 30°C



10°C 15°C 20°C 25°C 30°C

Efecto de la temperatura sobre el crecimiento micelial

- Cepas manzano



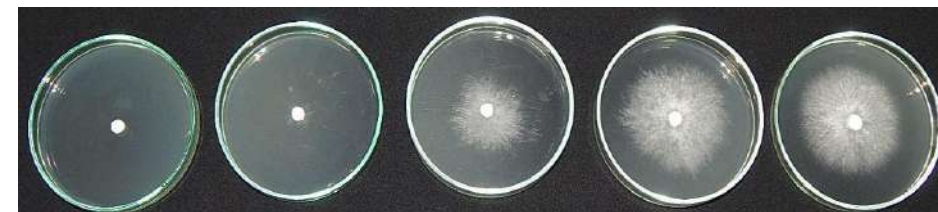
10°C

15°C

20°C

25°C

30°C



10°C

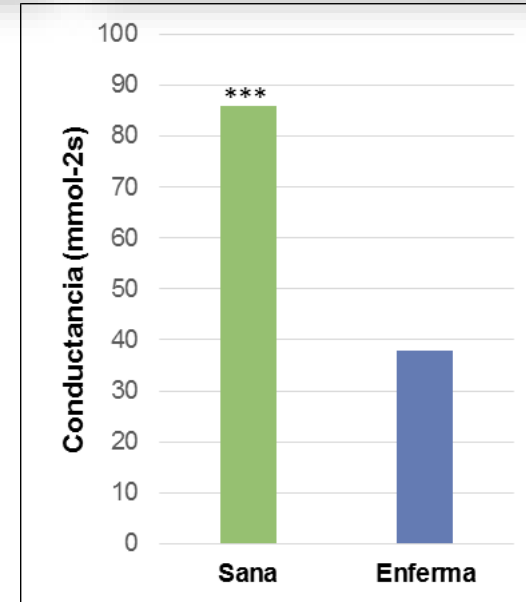
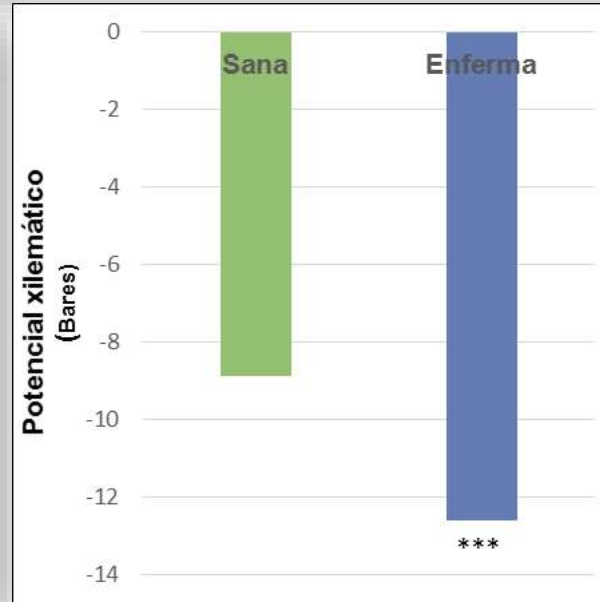
15°C

20°C

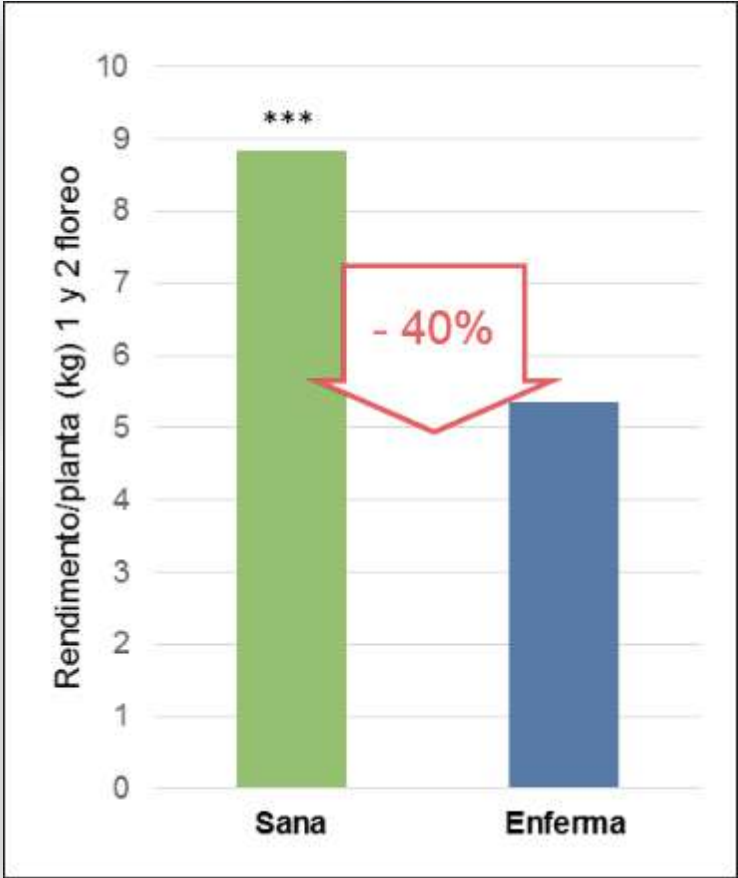
25°C

30°C

Fisiología



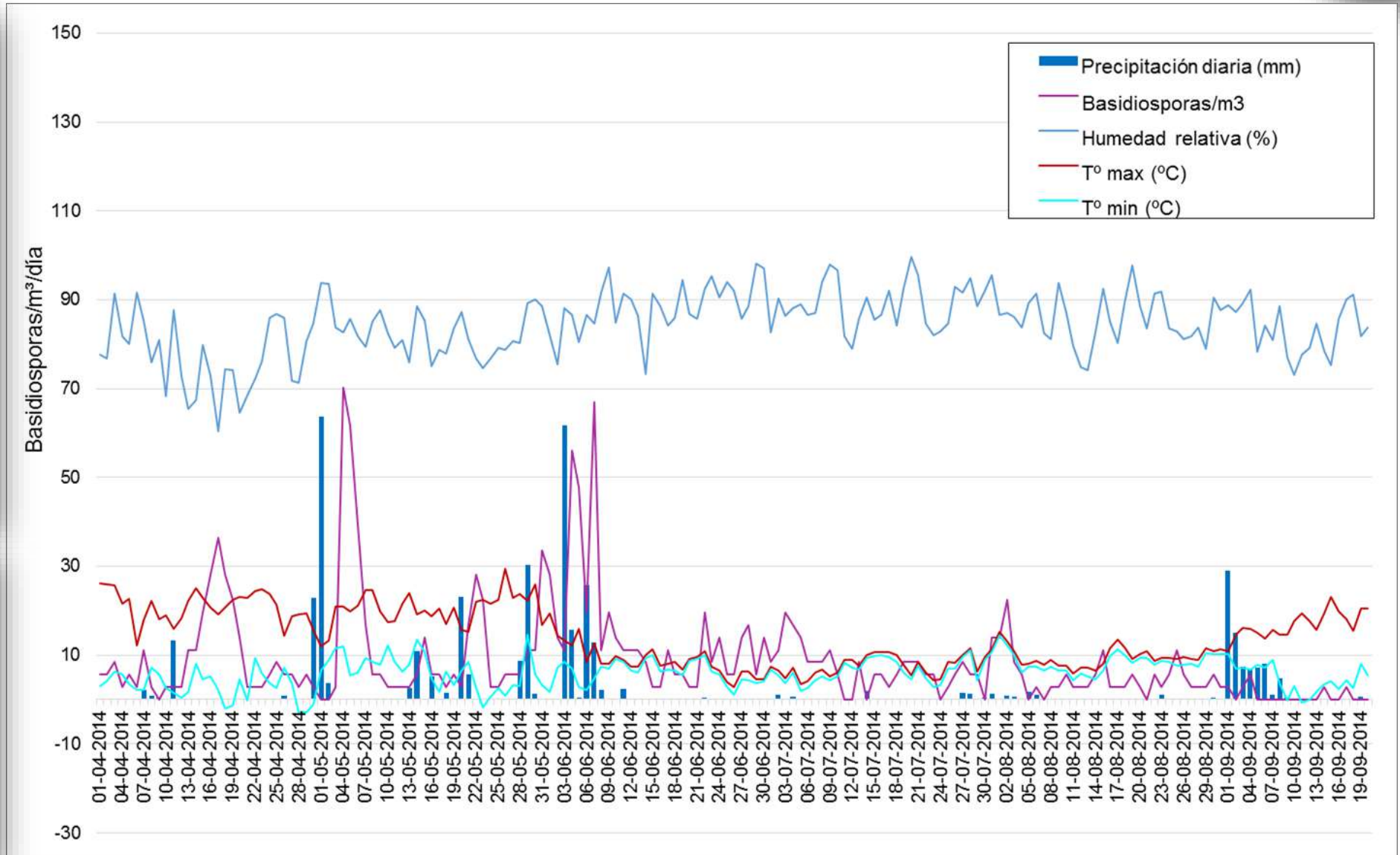
Rendimiento



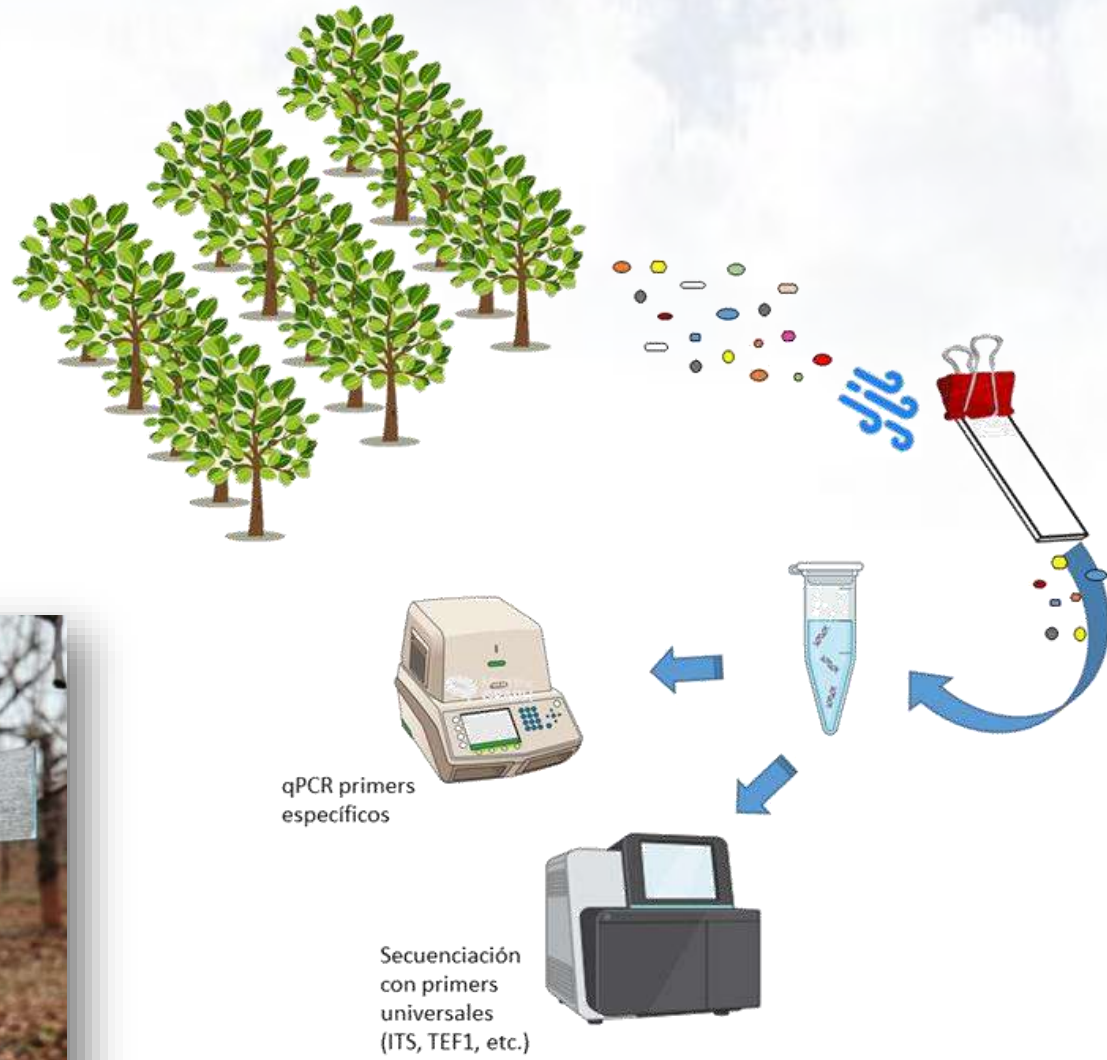
Arambarria destruens



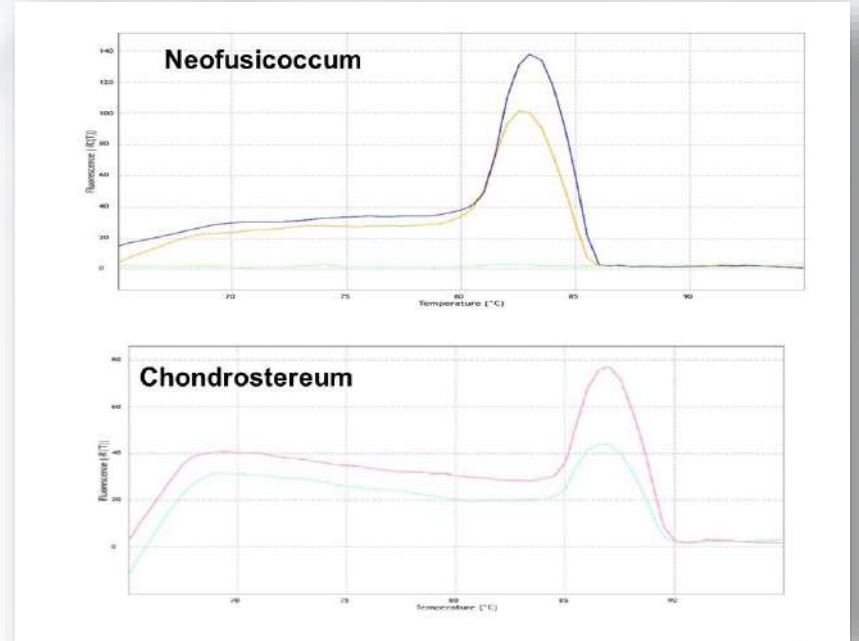
EPIDEMIOLOGÍA



Cuantificación de inóculo

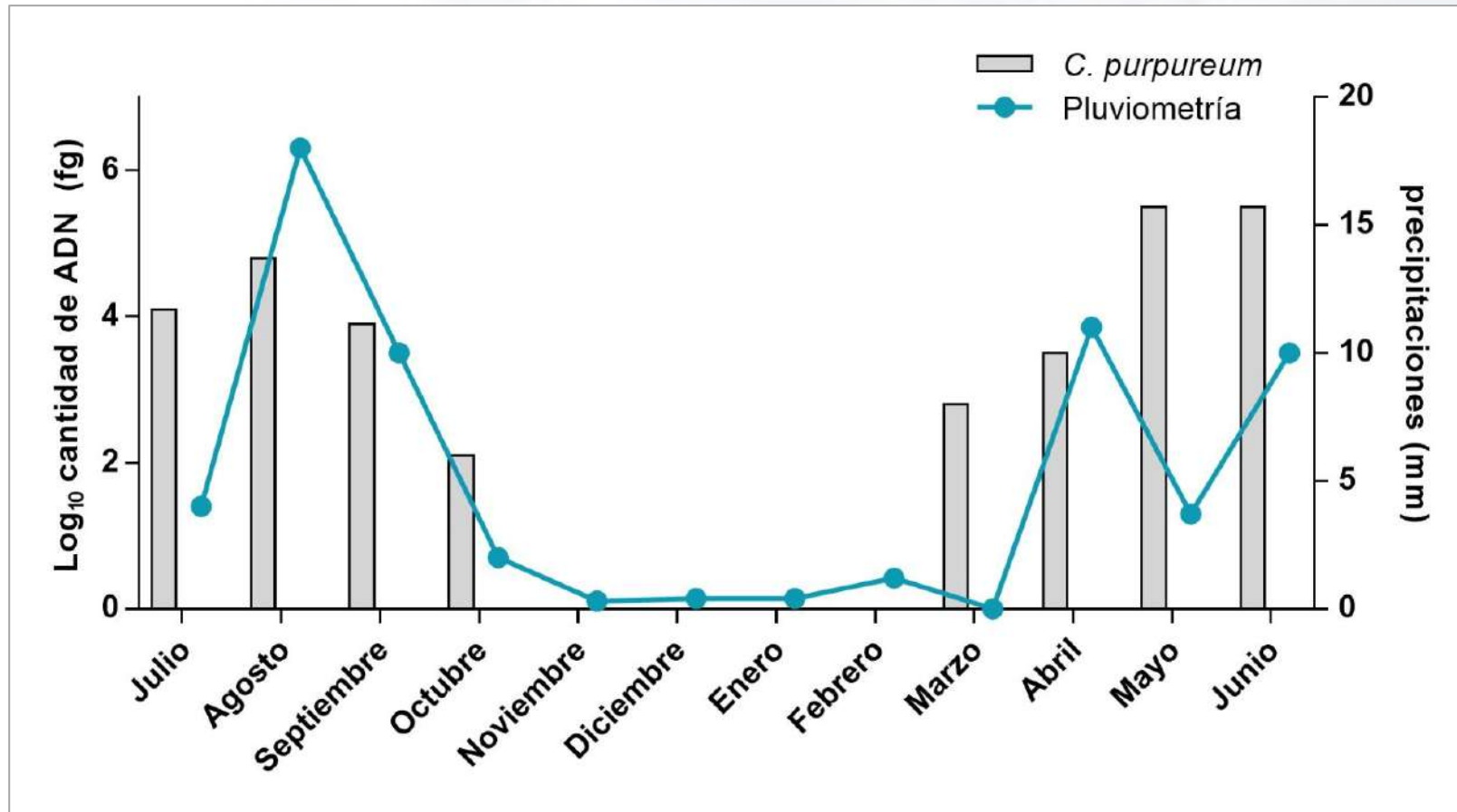


Evaluación partidores



Vuelo de inóculo en terreno

- Variaciones mensuales de la cantidad de ADN fungoso, obtenidas a través de la cuantificación con qPCR. 2022-2023



PREVENCIÓN

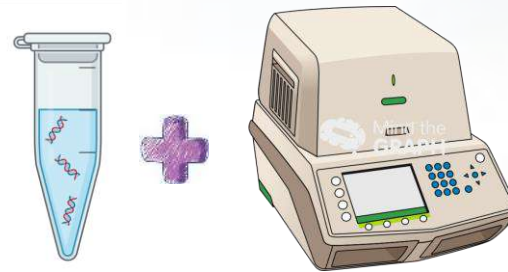
DIAGNÓSTICO

Diagnóstico temprano y oportuno: PCR

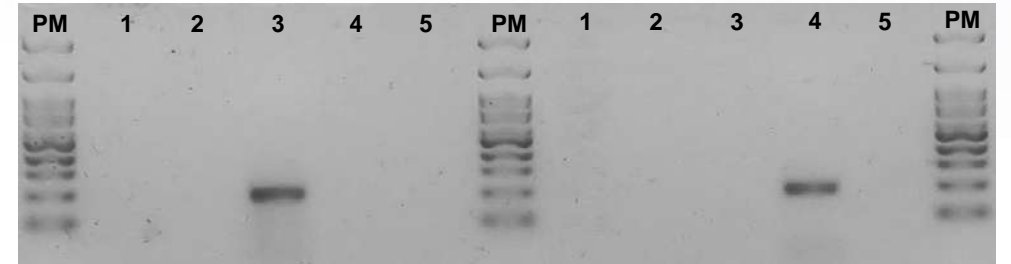
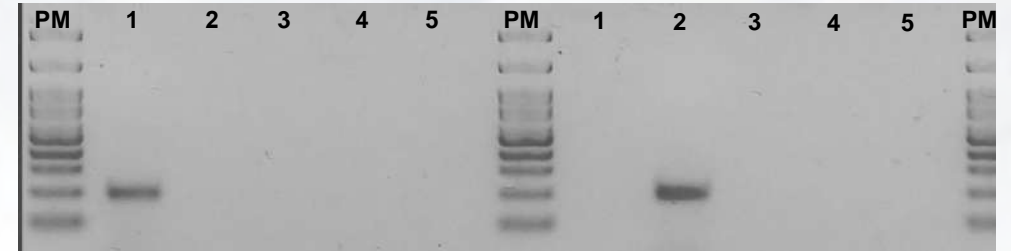
Diagnóstico morfológico



Extracción ADN y PCR



Identificación hongos c/partidores específicos



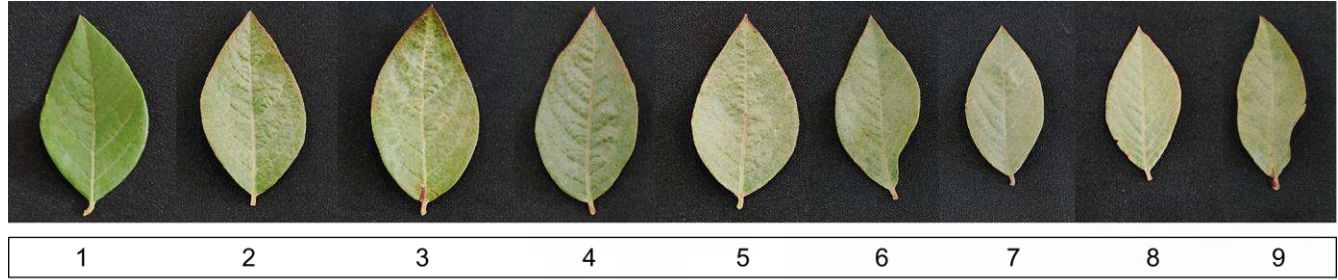
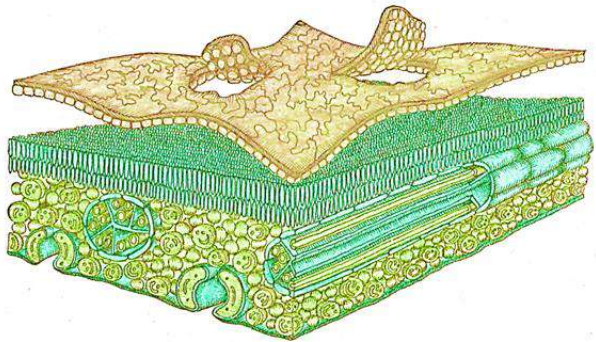
Diagnóstico desde madera



Aislamientos fúngicos

1. *Diaporthe* sp.
2. *Neofusicoccum* sp.
3. *Chondrostereum* sp.

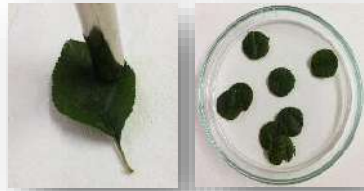
Identificación de plateado con técnicas serológicas



Severidad de síntomas de plateado en hojas de arándano

Identificación de plateado con técnicas serológicas: test ELISA

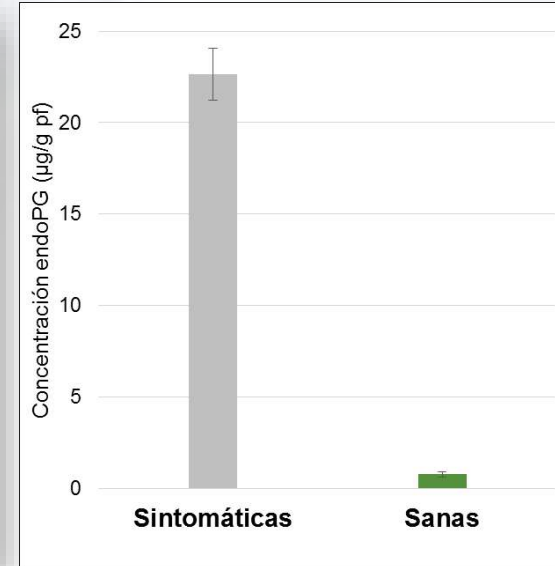
Técnica serológica (ELISA)



1 g peso fresco



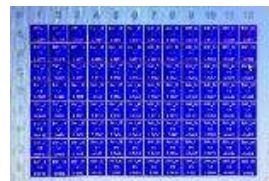
Detección de endoPG



Maceración con buffer



(Senda *et al.*, 2001)

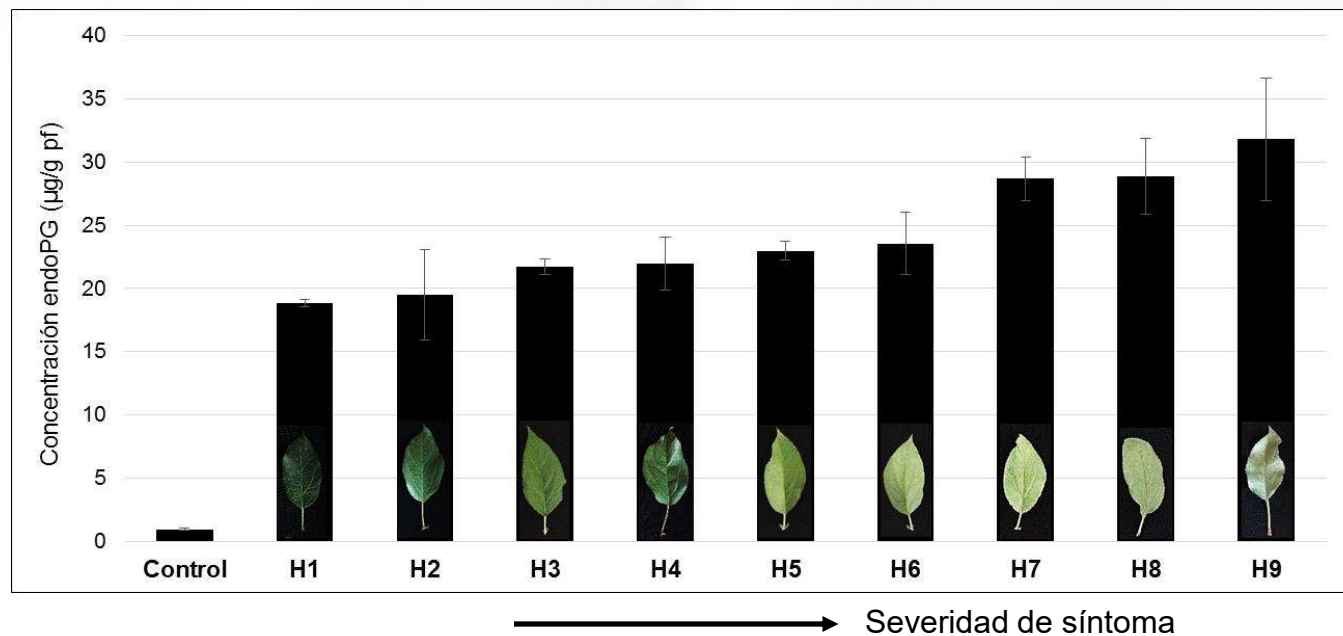


Absorbancia 620 nm

Desarrollo del anticuerpo basado en Senda *et al* 2001

Identificación de plateado con técnicas serológicas: test ELISA

Fue posible establecer una correlación positiva entre la concentración de enzima y la intensidad del síntoma

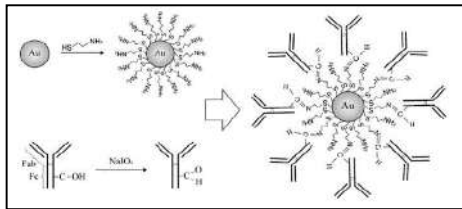
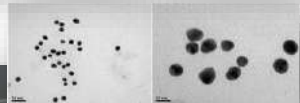


Prototipo kit de campo

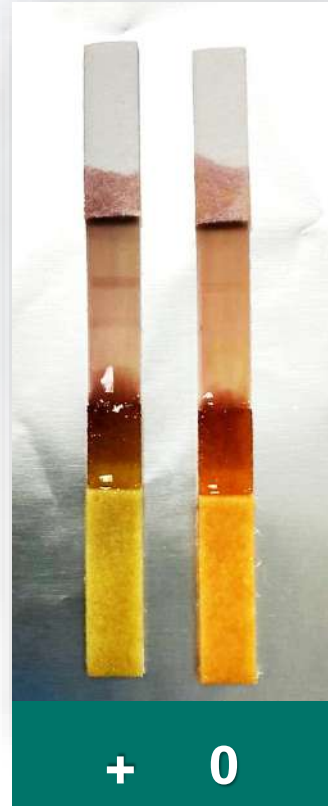


FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

IDEA en Dos Etapas



✓ Kit de campo



Validado en cinco especies frutales a nivel de laboratorio y en pruebas de pequeña escala.

PREVENCIÓN

MANEJO



Eficacia pastas de poda



Pintura:

- Problemas de cubrimiento
- Eficacia

Eficacia pastas de poda

Método

- Tres localidades de Ñuble.
- Entre 2020 y 2023.
- La infección de los cortes fue natural.

Evaluación

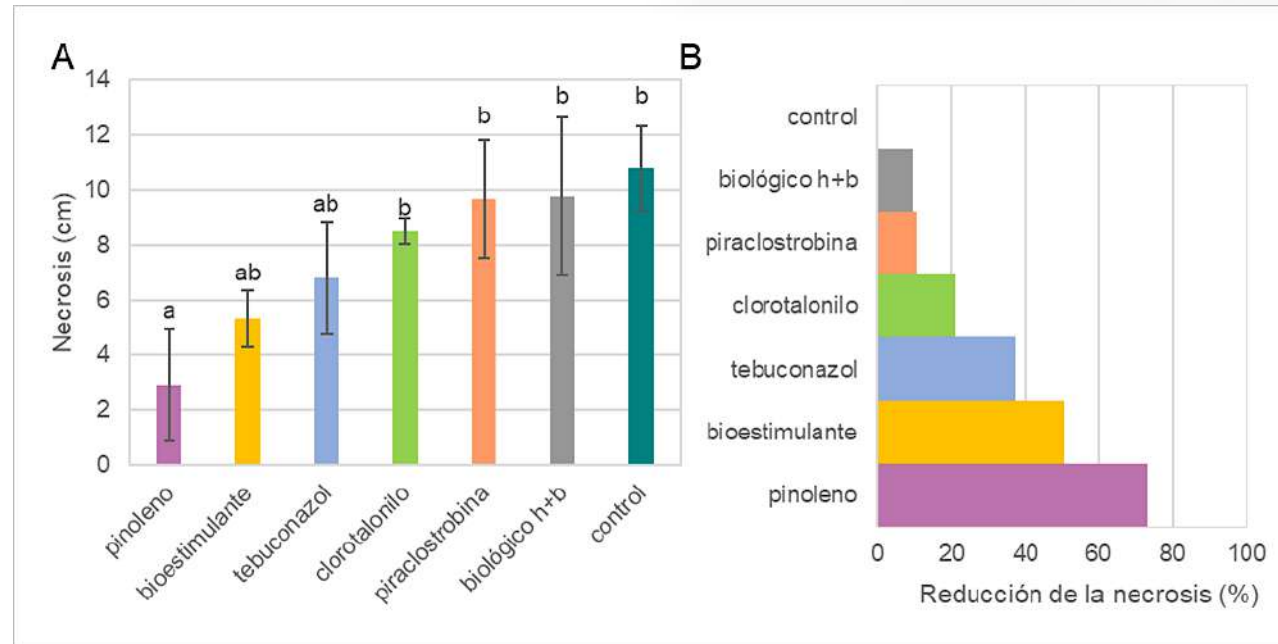
- Después de **9 meses** se cortaron a **30 cm**.
- En laboratorio se cortaron transversalmente y se midió la **longitud de la necrosis** (cm).

Tratamiento	Ingrediente activo
T1	Control
T2	Bioestimulante
T3	Biológico h+b
T4	Resina
T5	Clorotalonil
T6	Biológico h
T7	Pyraclostrobin
T8	Tebuconazole

Eficacia pastas de poda en cerezo



Coihueco, Sweet Heart, 2020-2021

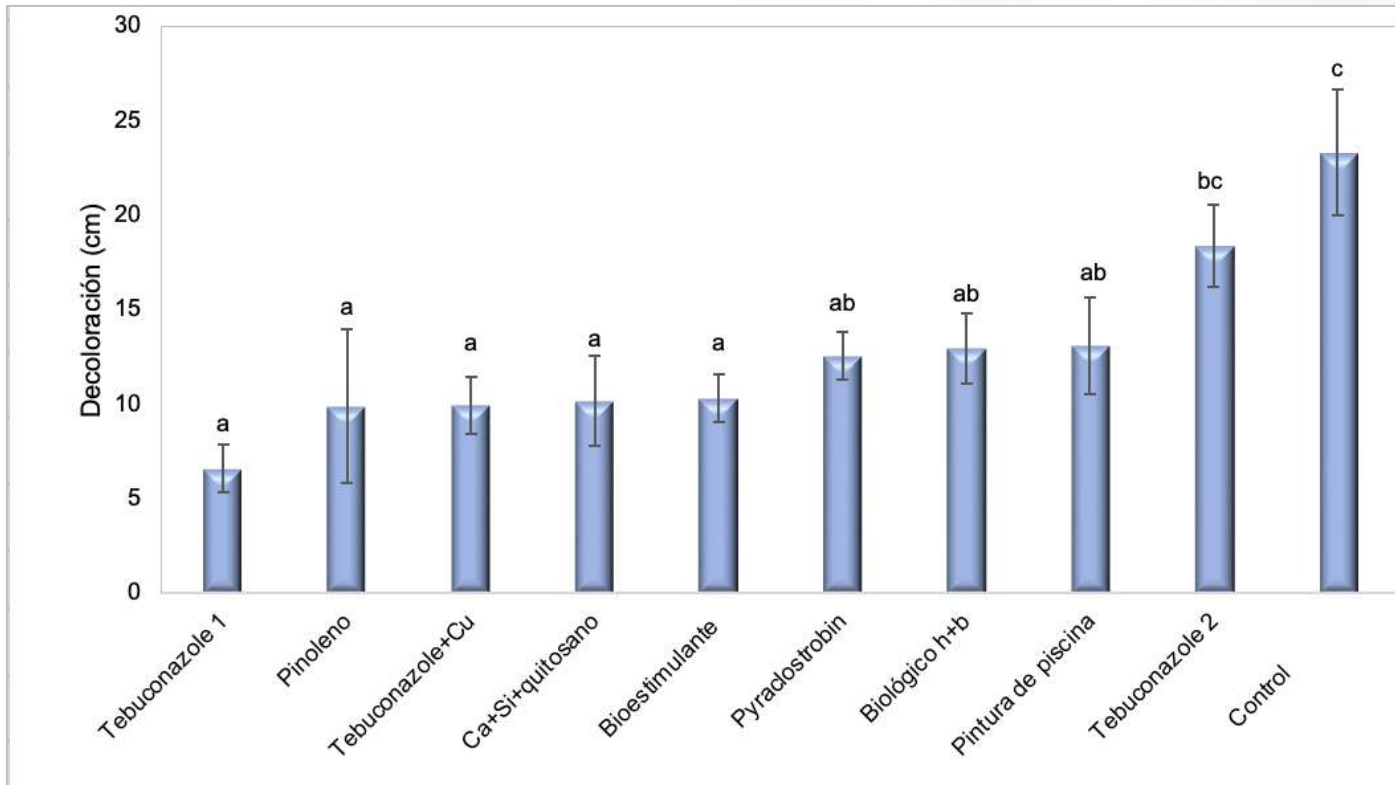


Chillán, Sweet Heart, 2021-2022

- ✓ Tebuconazole Cu
- ✓ Biológico h
- ✓ Bioestimulante
- ✓ Bioestimulante 2
- ✓ Biológico h
- ✓ Piraclostrobina

Eficacia de pinturas de poda comerciales en avellano

2021-2022



Nombre comercial	ia
Poda Stick Max	Tebuconazole 1
Spur Shield	Pinoleno
Poda Spec - cu	Tebuconazole+Cu
Silitec Q poda	Ca+Si+quitosano
Rezist Poda	Bioestimulante
Podexal	Pyraclostrobin
Coraza	Biológico h+b
Pintura de piscina	Pintura de piscina
Kill Hongos	Tebuconazole 2
Control	Control



Eficacia de pinturas de poda comerciales en avellano

2022-2023

Sector: Larqui poniente, Bulnes.

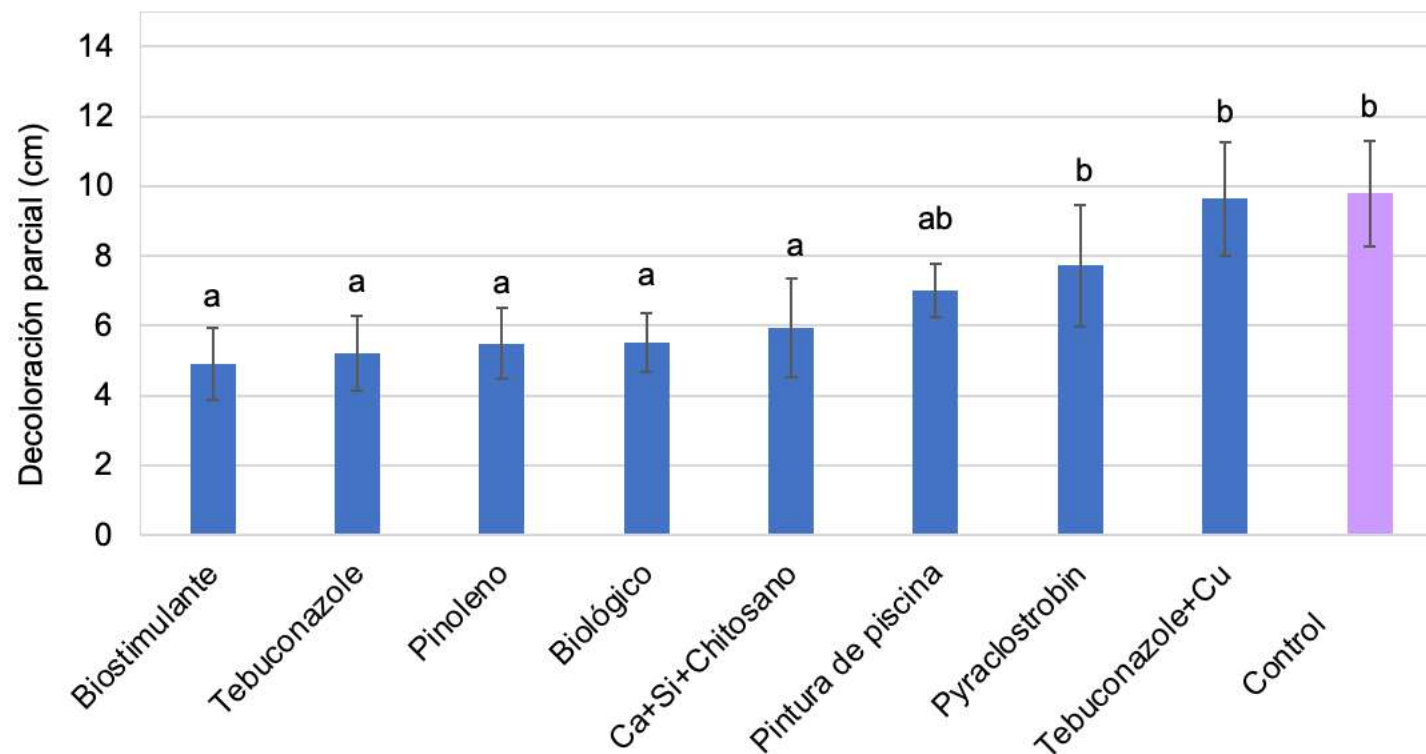
Variedad: Tonda di Giffoni, 2016.

Fecha de aplicación: 1 agosto 2022.

Fecha de evaluación: 4 de mayo 2023

(9 meses incubación).

Tratamiento	Ingrediente activo
1 Control	Agua
2 Coraza	Microorganismos
4 Spur Shield	Pinoleno
5 Silitec Q Poda	Óxido de Calcio + Silicio + Quitosano
6 Pintura de piscina	No tiene
7 Rezist Poda	Cu+Mn+Zn
8 Podaspec - Cu	Tebuconazole + Sulfato de Cu
9 Podastick Max	Tebuconazole
10 Podexal	Pyraclostrobina



Actividad *in vitro* de fungicidas sobre hongos de madera

N°	Ingrediente activo /mezcla
1	control
2	clorotalonil
3	dodina
4	fenbuconazole
5	metil-tiofanato
6	penthiopyrad
7	pyraclostrobin
8	tebuconazole
9	kresoxim-metil/ miclobutanil
10	cyprodinil/fludioxonil
11	Tetraconazol/tiofanato-metilo

- *Neofusicoccum parvum*
- *Diaporthe* sp.
- *Chondrostereum purpureum*



- ✓ Se suplementó medio de cultivo agar papa dextrosa (APD) con 10; 1; 0,1; 0,01 y 0,001 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de los i.a. y mezclas.
- ✓ Incubación en oscuridad a 25°C.
- ✓ Crecimiento radial (mm) registrado cada 24 h, hasta completar la superficie de la placa control.

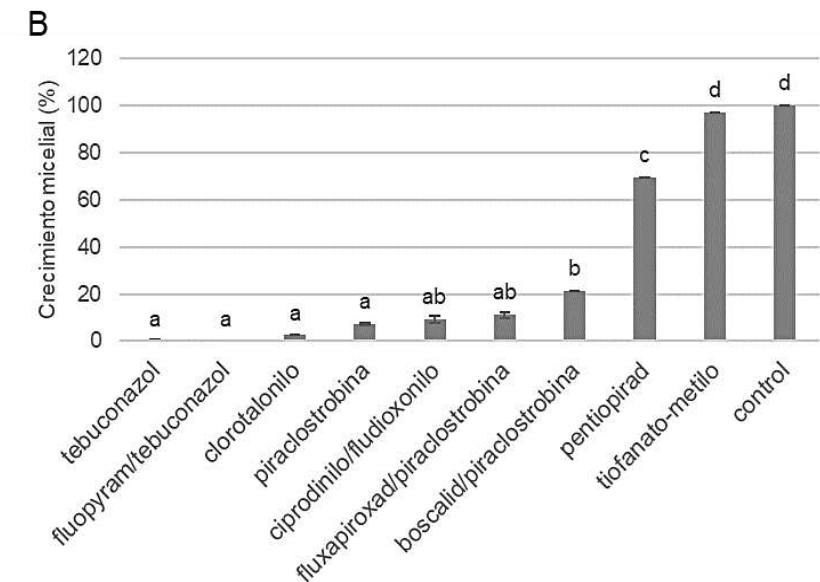
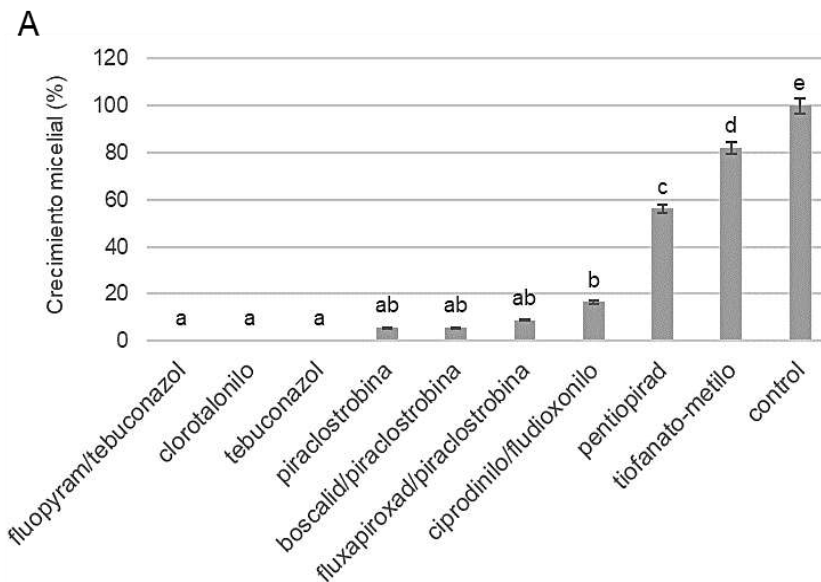
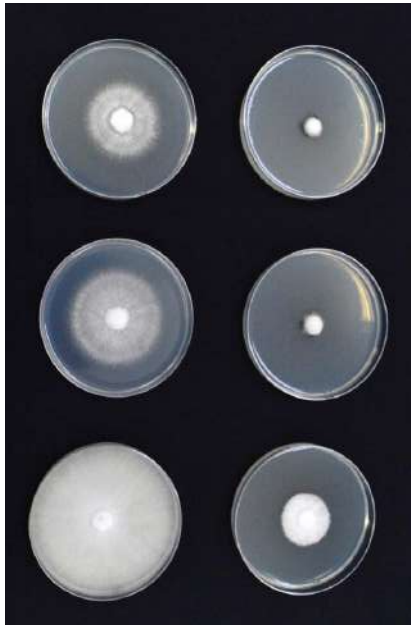
Ensayos fungicidas *in vitro*

- ✓ Diluciones seriadas de ingredientes activos y mezclas en medio de cultivo APD.
- ✓ Crecimiento micelial.

<i>Chondrostereum purpureum</i>
<i>Neofusicoccum parvum</i>
<i>Diaporthe sp.</i>

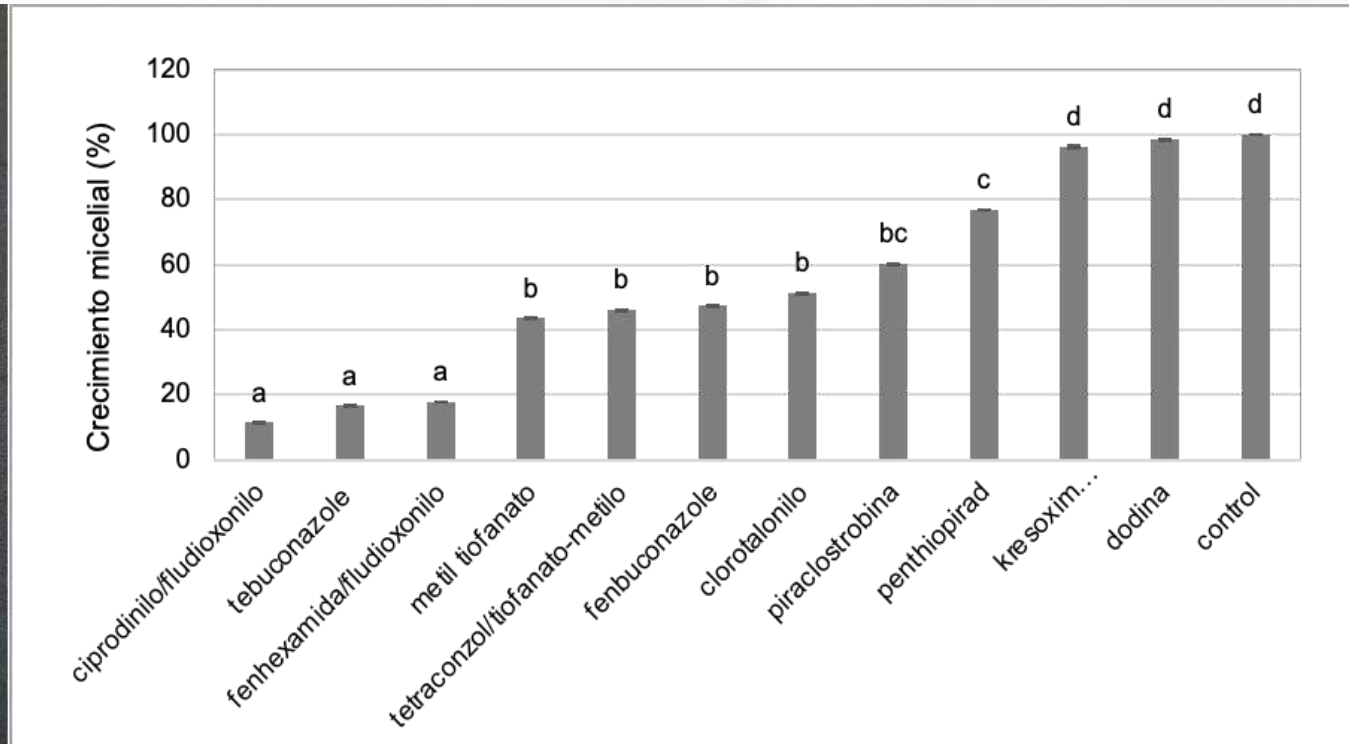
Ingredientes Activos		
1	clorotalonilo	
2	Tiofanato-metil	
3	pentopirad	
4	piraclostrobina	
5	tebuconazol	
6	boscalid	piraclostrobina
7	ciprodinilo	fludioxonilo
8	fluopyram	tebuconazole
9	fluxapiroxad	piraclostrobina

Chondrostereum purpureum, aislamientos RGM213 y RGM2168 (0,1 ppm).



Actividad *in vitro* de fungicidas sobre hongos de madera

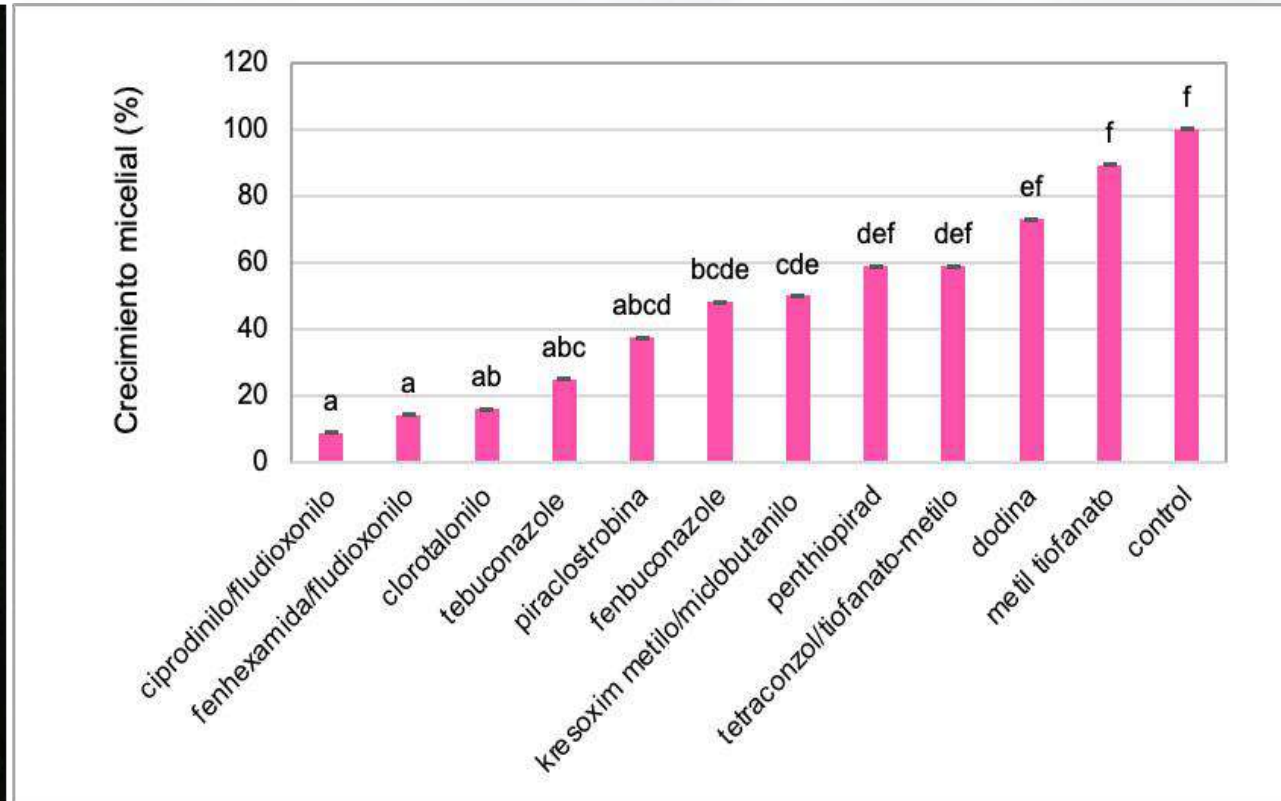
Neofusicoccum parvum (HM304b)



Crecimiento micelial (%) de *Neofusicoccum parvum* sobre 0,1 de 10 ingredientes activos fungicidas, mezclas y control (Tukey, $P < 0,05$).

Actividad *in vitro* de fungicidas sobre hongos de madera de avellano

Diaporthe sp (HM280c)



Crecimiento micelial (%) de *Diaporthe sp.* sobre 0,1 de 10 ingredientes activos fungicidas, mezclas y control (Tukey, $P < 0,05$).

CONTROL BIOLÓGICO

✓ Inoculante microbiano endófito

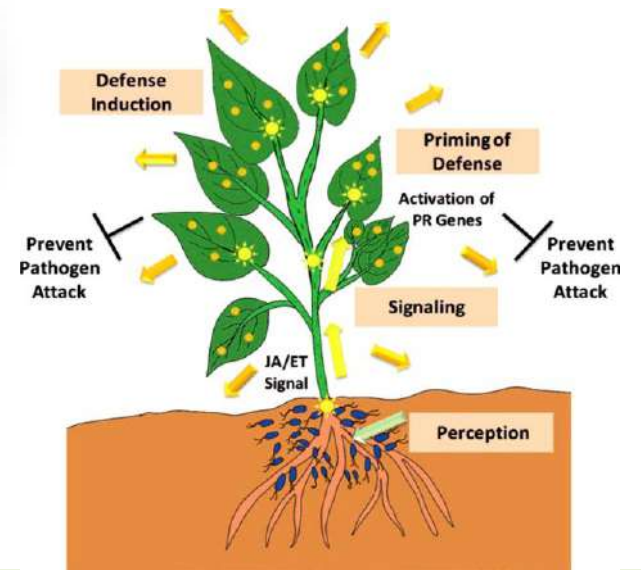
Vacuna



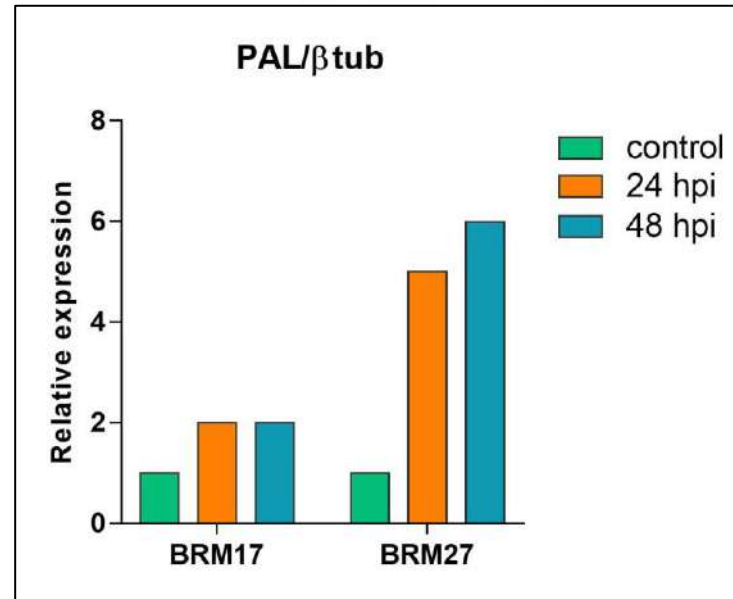
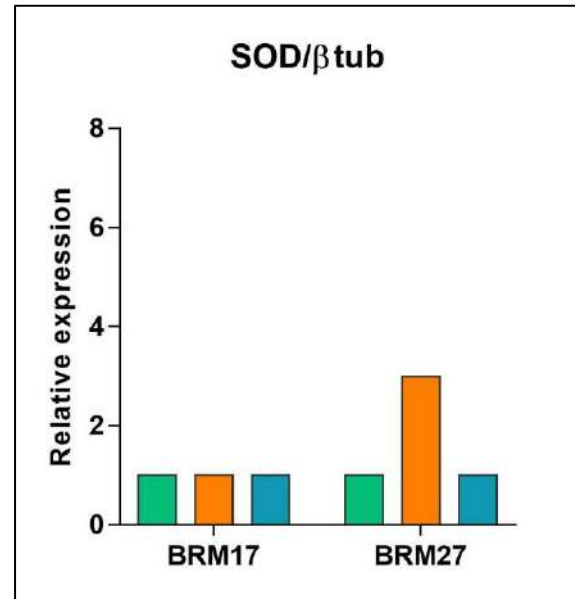
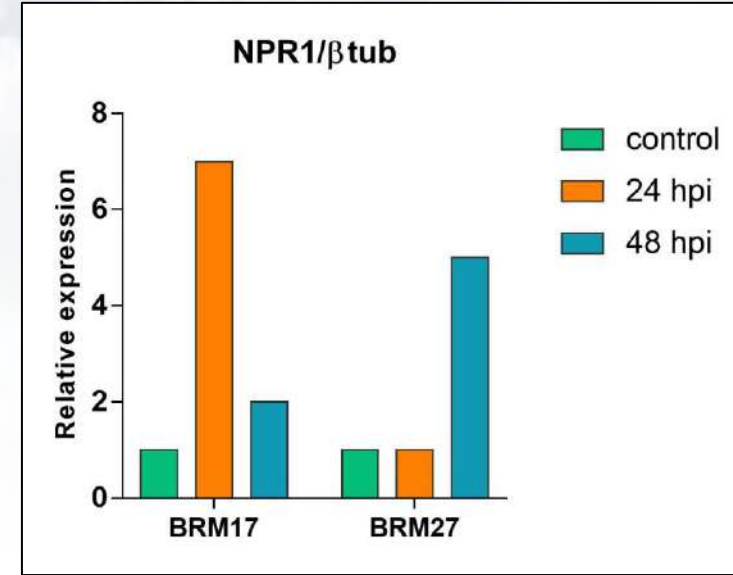
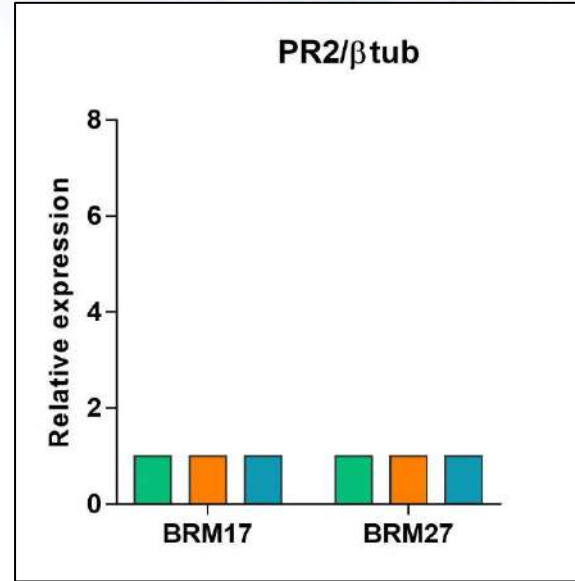
Antagonistas
bacterianos



Endófitos inductores de
inmunidad vegetal

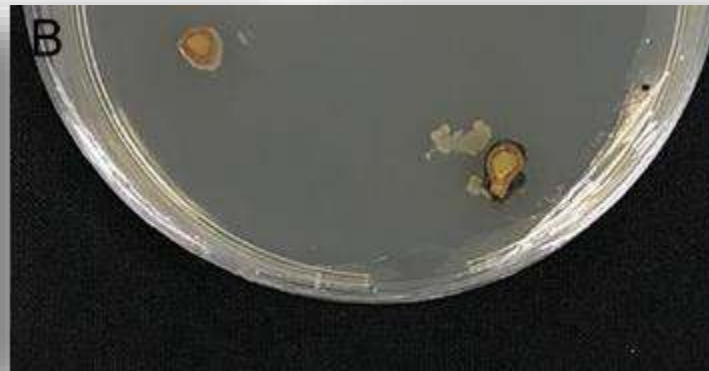
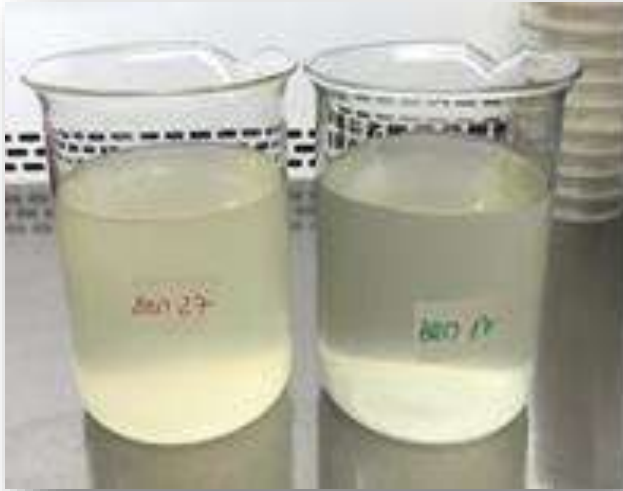


Inducción de genes de defensa en manzano



✓ Inoculante microbiano endófito

Vacuna



- ✓ Antagonismo
- ✓ Metabolitos volátiles
- ✓ Colonización
- ✓ Formulación
- ✓ Inmunidad

Grinbergs, D., Chilián, J., Padilla, N., Reyes, M. France, A. Gerding, M. y Ernesto A. Moya-Elizondo 2021. Endophytic microorganisms associated with reversion of silverleaf disease symptoms in apple. *Phytopathology*, <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-20-0548-R>.

RECOMENDACIONES FINALES

Recomendaciones finales

- ✓ Iniciar huertos con **plantas sanas**.
- ✓ Utilizar suelo profundo con **buen drenaje**.
- ✓ **Disminuir riesgos de infección**
 - Disminuir **heridas**.
 - **Evitar daño** por insectos y otros daños mecánicos.
 - **Proteger** las heridas.
 - **Desinfectar** herramientas.
 - **Reducir inóculo**
 - Poda sanitaria: **Eliminar ramas y plantas** que presenten síntomas y/o signos
 - Eliminar **fuentes de inóculo externas** como cercos y cortinas.
 - **Retirar restos del huerto** y enterrar.



Inóculo



GRACIAS!!



dgrinbergs@inia.cl



 Daina Grinbergs

 labfitopatologiafrutales

 Daina Grinbergs