



Federación de Centros
y Entidades Gremiales
de Acopiadores de Cereales

20 años



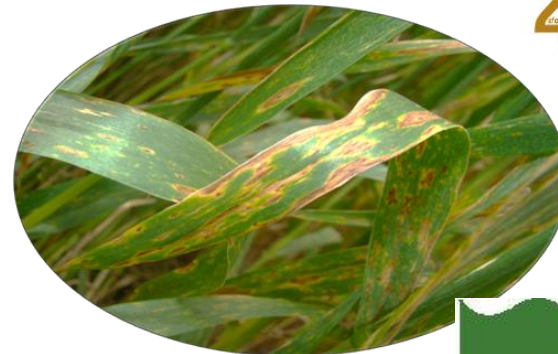
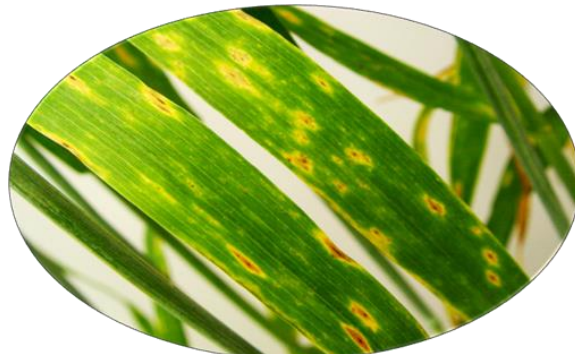
A TODO TRIGO Y CULTIVOS DE INVIERNO

DE LIDERAZGO

9 y 10 de Mayo
Sheraton | MAR DEL PLATA

COORDINACIÓN
GENERAL





Mancha amarilla del trigo

Principal patógeno de semilla

Control biológico

Consorcio de especies de *Bacillus*

Marcelo Aníbal Carmona
Ing. Agr. M Sc Dr
Prof. Titular Plenario Fitopatología





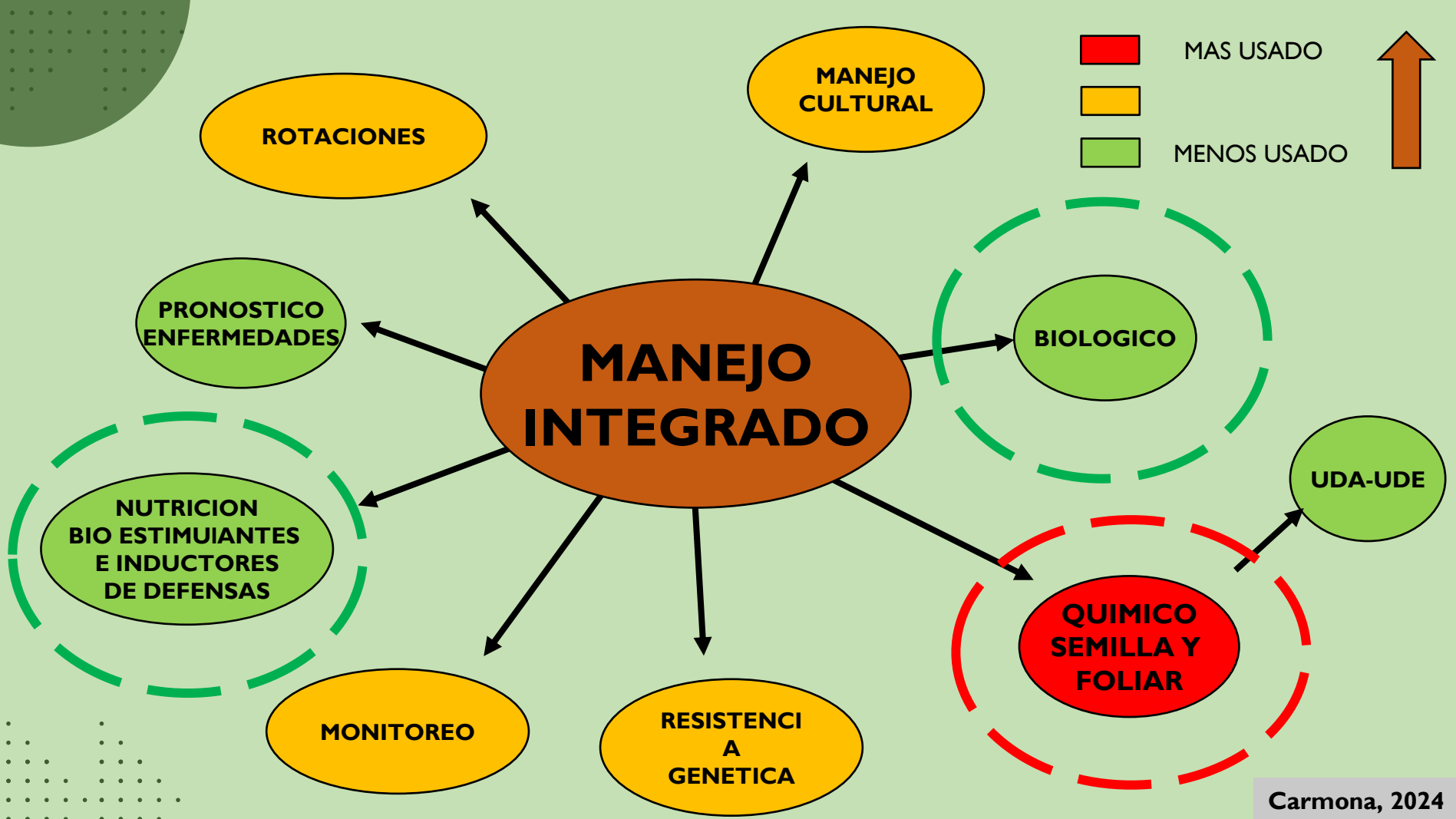
I. ¿Por qué necesitamos nuevas alternativas de manejo de hongos fitopatógenos?











Tradicionalmente, los fungicidas químicos han sido el principal medio para controlar estos patógenos, pero no pueden ser la única opción de manejo

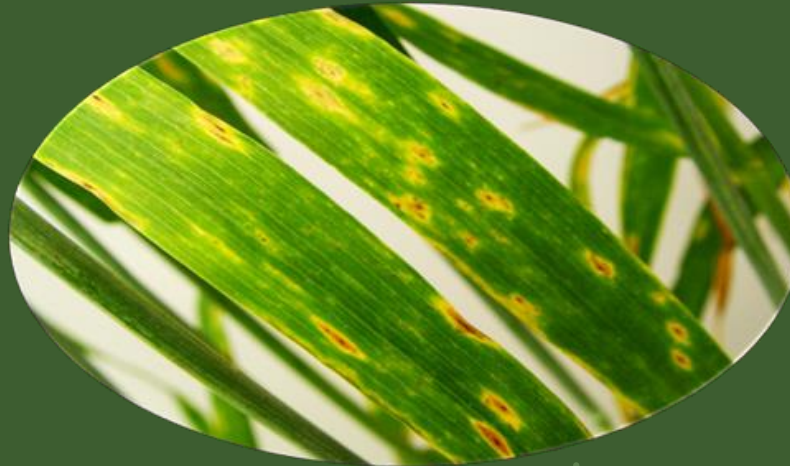
- Los fungicidas **han perdido eficiencia** en el control ➡ resistencia en diversos patógenos están desafiando la seguridad alimentaria
- Se pretende **disminuir el impacto negativo** de aplicaciones innecesarias o negativas para el ambiente ➡ nuevas alternativas amigables
- El desarrollo de una **nueva molécula química** ➡ 250 millones USD llevando más de 10 años y mayores requisitos toxicológicos
- Se necesita **complementar o alternar** con el efecto de los fungicidas que aún siguen siendo efectivos, ➡ protegiendo la vida útil de los mismos
- **HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS Y AMIGABLES**





New Tools for the Management of Fungal Pathogens in Extensive Cropping Systems for Friendly Environments

María Cecilia Pérez-Pizá^{a,b} , Francisco José Sautua^a , Agnieszka Szparaga^{c,d} , Andrea Bohata^e ,
Sławomir Kocira^{d,f} , and Marcelo Aníbal Carmona^a 



Bioinsumos y Bioestimulantes

01 Biofungicidas

02 Bioestimulantes protectores

Otras herramientas

01 Edición génica

02 RNAi

03 Nanotecnología

04 Tecnologías físicas

05 Nutrición mineral

BIOFUNGICIDAS

Se basan en microorganismos o sus metabolitos, o en extractos de plantas o algas con capacidad para limitar el crecimiento de microorganismos fitopatógenos

Algunos pueden estimular el sistema de defensas de las plantas

a Microbianos

i Control biológico

ii Consorcios

iii Metabolitos

b Derivados de plantas

i Extractos

ii Aceites esenciales



BIOFUNGICIDAS MICROBIANOS

Microorganismos (bacterias, hongos o virus) conocidos colectivamente como 'agentes de control biológico' (ACBs)

Modos de acción: diferentes

DIRECTOS

Antagonismo por:

- Antibiosis (metabolitos tóxicos y enzimas)
- Hiperparasitismo
- Competencia por recursos y espacio (sideróforos)

INDIRECTOS

- Inducción de defensas de la planta
- Contribución a la supresividad del suelo

Si manifiesta varios modos de acción; más eficiente y duradero será el control

CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES
<https://doi.org/10.1080/07352689.2023.2268921>

 Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

 Check for updates

New Tools for the Management of Fungal Pathogens in Extensive Cropping Systems for Friendly Environments

María Cecilia Pérez-Pizá^{a,b} , Francisco José Sautua^a , Agnieszka Szparaga^{c,d} , Andrea Bohata^e ,
Sławomir Kocira^{d,f} , and Marcelo Anibal Carmona^a 

CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO

Uso de una cepa de una especie de microorganismo

BACTERIAS: *Bacillus* y *Pseudomonas*

HONGOS: *Trichoderma*

VIRUS: Mycovirus (hipovirulencia)

- *Pseudomonas synxantha* vs multiples patógenos en trigo (Zhang et al. 2020)
- *P. fluorescens* y *P. chlororaphis*, *Bacillus subtilis*, *B. velezensis* en productos comerciales (Dimkić et al. 2022; Borriss et al. 2019)
- *Trichoderma harzianum*, *T. virens*, *T. afroharzianum* en productos comerciales
- *Bacillus* spp (*B. velezensis* contra **Mancha amarilla**)

CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES
<https://doi.org/10.1080/07352689.2023.2268921>

Taylor & Francis
Taylor & Francis Group

Check for updates

New Tools for the Management of Fungal Pathogens in Extensive Cropping Systems for Friendly Environments

María Cecilia Pérez-Piza^{a,b}, Francisco José Sautua^a, Agnieszka Szparaga^{c,d}, Andrea Bohata^e, Slawomir Kocira^{d,f}, and Marcelo Anibal Carmona^a

Aislamiento de bacterias antagonistas y metabolitos

Carmona, 2024



Contents lists available at ScienceDirect

Biological Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ybcon



Quantification of the potential biocontrol and direct plant growth promotion abilities based on multiple biological traits distinguish different groups of *Pseudomonas* spp. isolates[☆]

Betina C. Agaras^{a,*}, Mercedes Scandiani^b, Alicia Luque^b, Leticia Fernández^c, Florencia Farina^a, Marcelo Carmona^d, Marcela Gally^d, Ana Romero^d, Luis Wall^a, Claudio Valverde^a

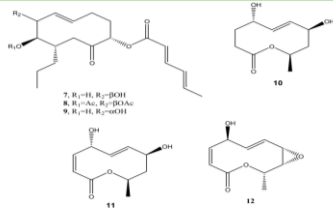


Figure 8. Structures of pinulidoxin and its 7,8-O,O'-diacetyl derivative (7 and 8), spiro-pinulidoxin (9), stagonolides C and 11 (10 and 11, respectively), and molecule A (12).



pubs.acs.org/jnp

Phaseocyclopentenones A and B, Phytotoxic Penta- and Tetrasubstituted Cyclopentenones Produced by *Macrophomina phaseolina*, the Causal Agent of Charcoal Rot of Soybean in Argentina

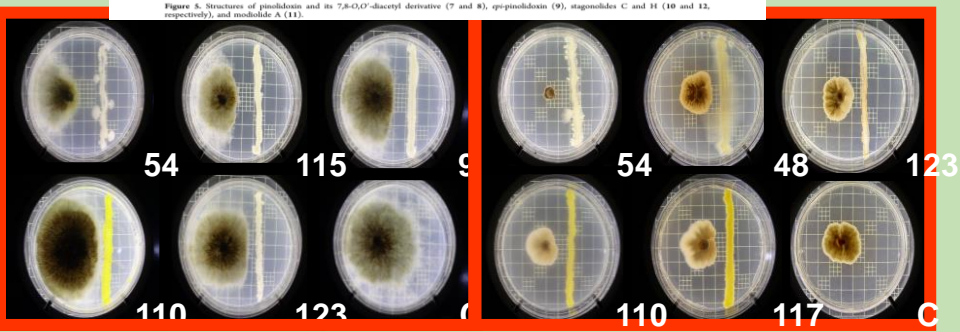
Marco Masi, Francisco Sautua, Roukia Zatout, Stefany Castaldi, Lorenzo Arrico, Rachele Isticato, Gennaro Pescitelli, Marcelo Anibal Carmona, and Antonio Evidente^{*}



Article

Araufuranone: A New Phytotoxic Tetrasubstituted Dihydrofuro[3,2-b]furan-2(5H)-One Isolated from *Ascochyta araujiae*

Marco Masi¹, Angela Boari², Francisco Sautua³, Marcelo Anibal Carmona³, Maurizio Vurro² and Antonio Evidente^{1,*}



In vitro antagonistic activity of native bacteria isolated from soils of the Argentine Pampas against *Fusarium tucumaniae* and *Fusarium virguliforme*

Natalia Daniela Pin Viso¹, Francisco José Sautua^{1*}, Mercedes Scandiani⁴, Alicia Luque⁴, Ester Simonetti^{2,3} and Marcelo Anibal Carmona¹

	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Trichoderma</i>
Taxonomía	Bacteria, Firmicutes, Bacillaceae	Bacteria, Proteobacteria, Pseudomonadaceae	Fungi, Ascomycota, Hypocreaceae
Pared celular	Grampositiva	Gramnegativa	Quitina
Estructuras de supervivencia	Endosporas	Ninguna	Clamidosporas
Biofilm	Si	Si	No
Sideróforos	Si	Si	Si
Crecimiento	Crecimiento rápido, excelente capacidad de colonización de suelo y raíces, tolerancia al estrés abiótico	Crecimiento rápido, versatilidad metabólica, producción de múltiples metabolitos secundarios	Crecimiento rápido, excelente capacidad de colonización de suelo y raíces, tolerancia al estrés abiótico
Especies ACBs	<i>B. subtilis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. velezensis</i>	<i>P. chlororaphis</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>P. putida</i> , <i>P. protegens</i> , <i>P. synxantha</i>	<i>T. harzianum</i> , <i>T. afroharzianum</i> , <i>T. asperellum</i> , <i>T. atroviride</i> , <i>T. hamatum</i>
Antibióticos	Producción de múltiples tipos de antibióticos, péptidos antimicrobianos y VOCs		
Enzymes	Quitinasas, glucanasas y proteasas		
Patógenos controlados	Bacterias, hongos, pseudohongos, nemátodos	Bacterias, hongos, pseudohongos	Hongos y nemátodos

Agentes de control biológico



**Inductores de defensas
Promotores de crecimiento**

CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES
<https://doi.org/10.1080/07352689.2023.2268921>



Check for updates

New Tools for the Management of Fungal Pathogens in Extensive Cropping Systems for Friendly Environments

María Cecilia Pérez-Piñá^{a,b}, Francisco José Sautua^a, Agnieszka Szparaga^{c,d}, Andrea Bohata^e, Slawomir Kocira^{h,f}, and Marcelo Anibal Carmona^a



CONSORCIOS MICROBIANOS

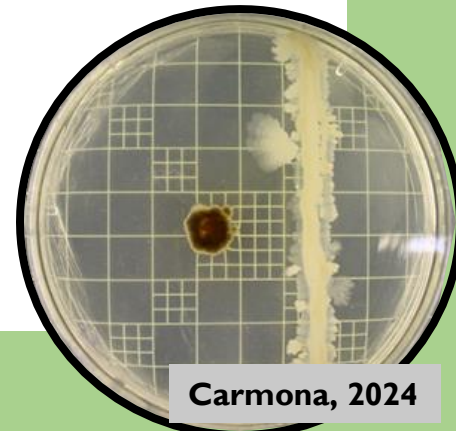
Combinaciones de **dos o más cepas** de microorganismos con comportamiento sinérgico o características complementarias

Consortios sintéticos que imitan las redes microbianas observadas en suelos supresivos

- *Trichoderma viride* + *Pseudomonas fluorescens* vs *Rhizoctonia solani* en arroz (Ram et al. 2022)
- *T. hamatum* + *T. afroharzianum* vs *Pythium* spp. en soja (Pimentel et al. 2022)
- *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus velezensis*

Características de un buen antagonista

- **Competir** con los integrantes de la **microflora indígena**
- **Persistir en el ambiente** durante un período aceptable de tiempo
- Ser efectivos dentro de un **amplio rango de condiciones ambientales**
- Ser **compatibles** con otros ACB y diferentes moléculas
- Poseer **estructuras de resistencia** clamidosporas/endosporas
- **Formulación**



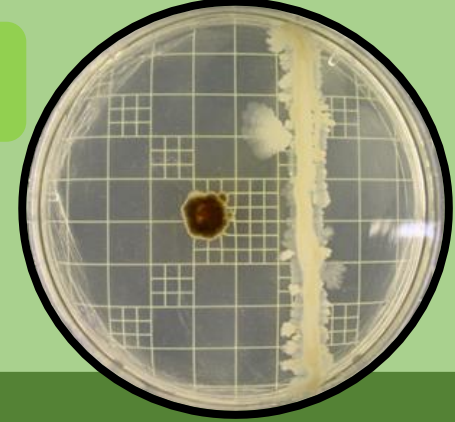
Bacterias como ACB

Pseudomonas

➤ *Pseudomonas synxantha*, *P. fluorescens*, *P. chlororaphis*

Bacillus

➤ *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. velezensis*, etc.



Combinación de **mecanismos antibiosis**:

- antibiosis
- parasitismo
- competencia
- inducción de resistencia

+

Inducción de defensas

+

Formación de biofilms

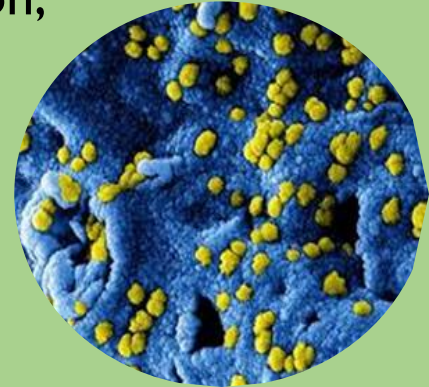
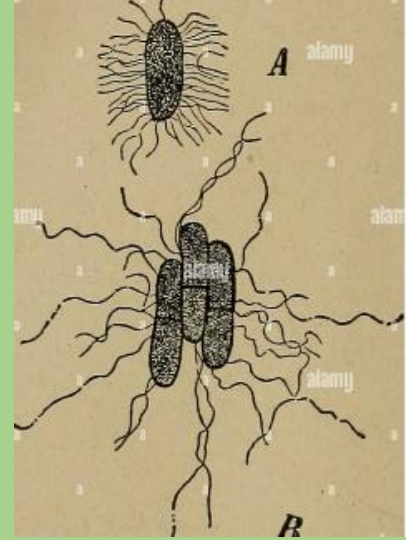
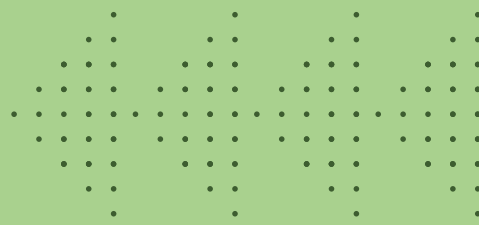
Bacillus como ACB

Forma de **bastón**

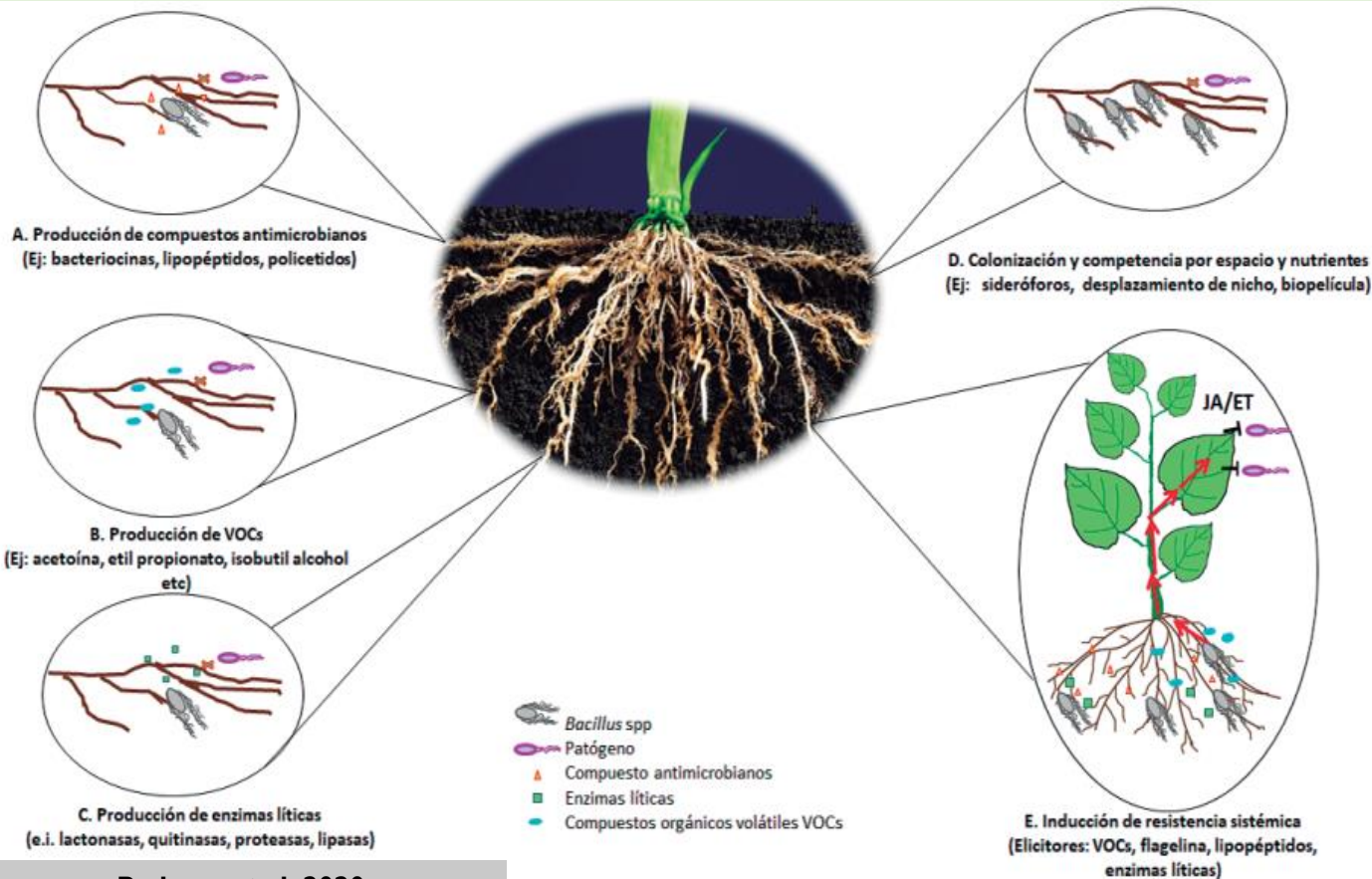
Forman **endosporas**

Forman **biofilms**

Resisten condiciones adversas (alta densidad de población, escasez de nutrientes, factores externos como salinidad, temperatura, pH, entre otros) bajo la forma endospora



Bacillus: varios mecanismos



- **Compuestos antimicrobianos**
- **VOCs**
- **Colonización y competencia**
- **Enzimas líticas**
- **Inducción de resistencia vegetal**

LIPOPEPTIDOS

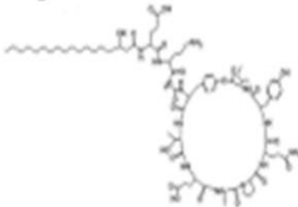
**Antibiótico
Biofilm
inductor**

A)

Surfactina



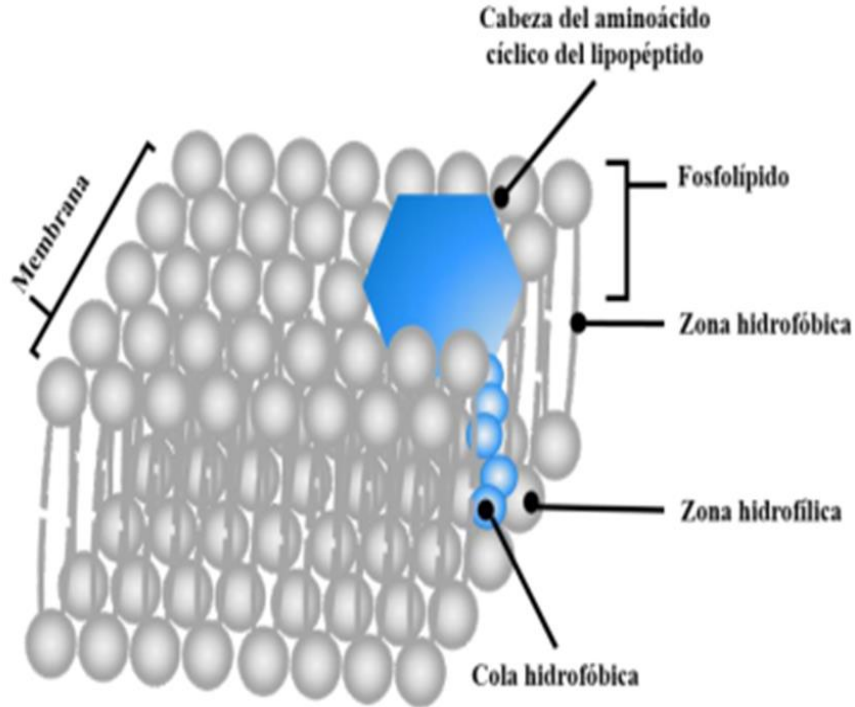
Fengicina



Iturina



B)



ENZIMAS LITICAS

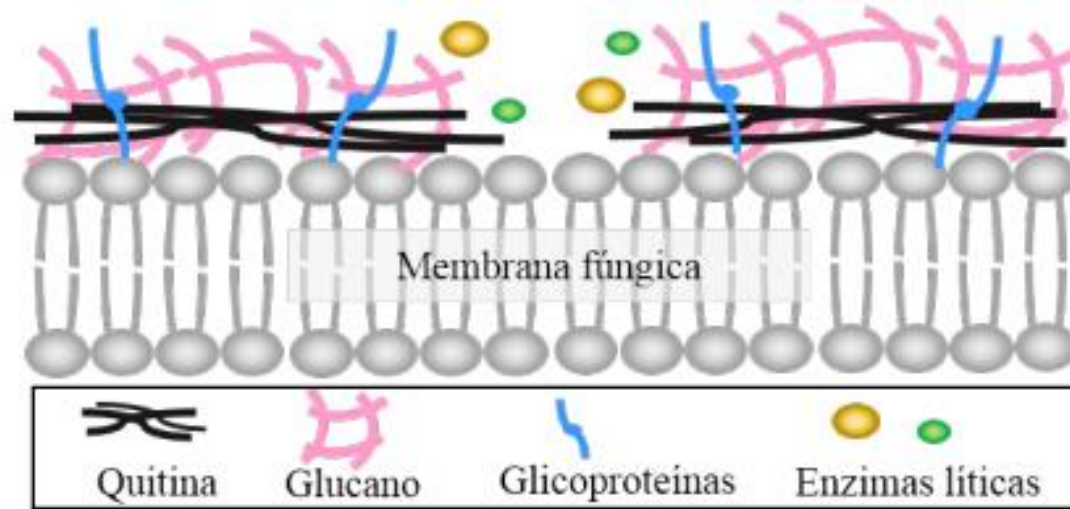
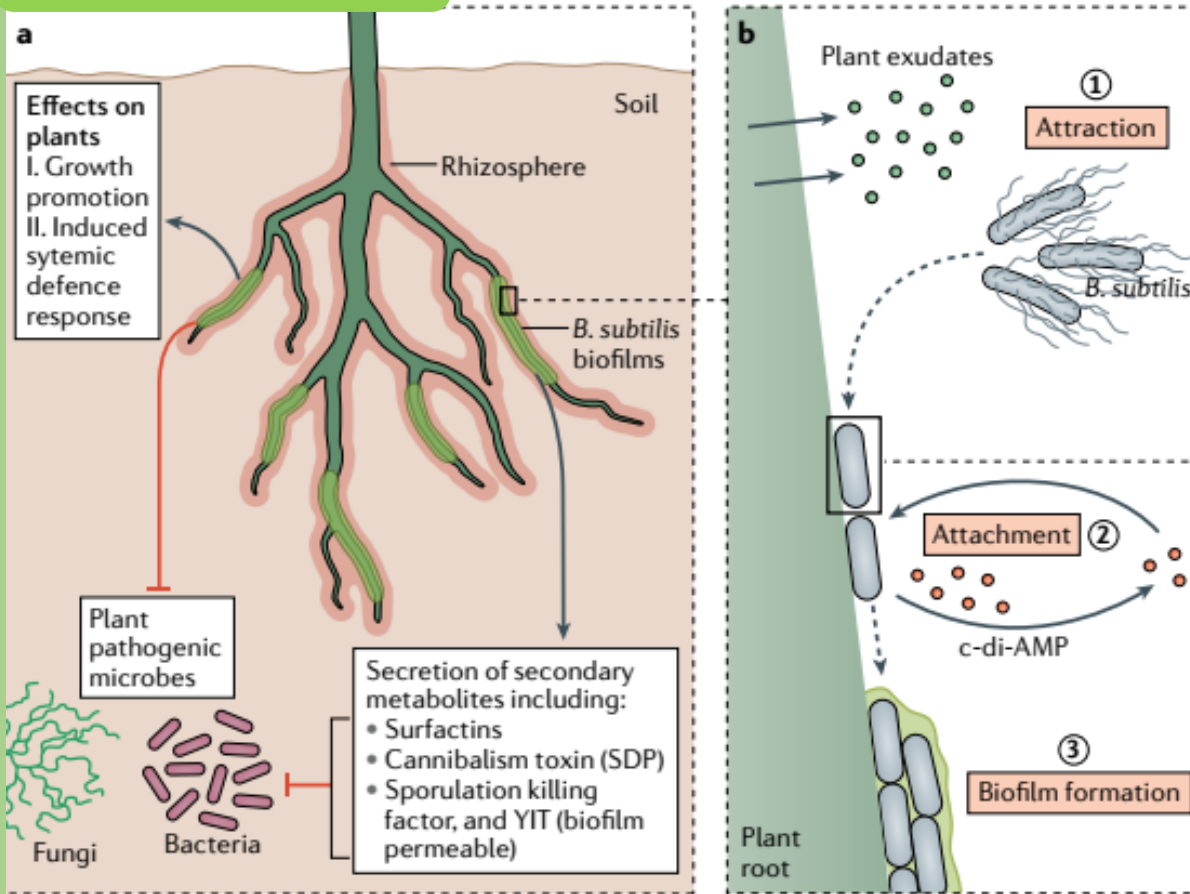


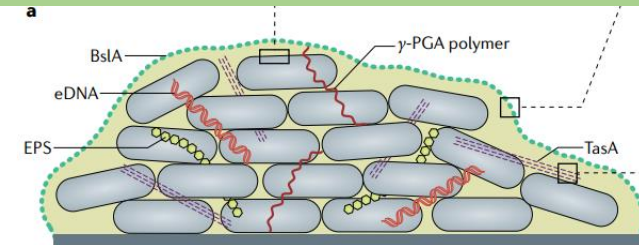
Figura 5. Degradación de la pared celular de hongos fitopatógenos por enzimas líticas. Modificado de Moebius *et al.* (2014).
Figure 5. Degradation of the cell walls of plant pathogenic fungi by lytic enzymes. Modified from Moebius *et al.* (2014).

BIOFILM

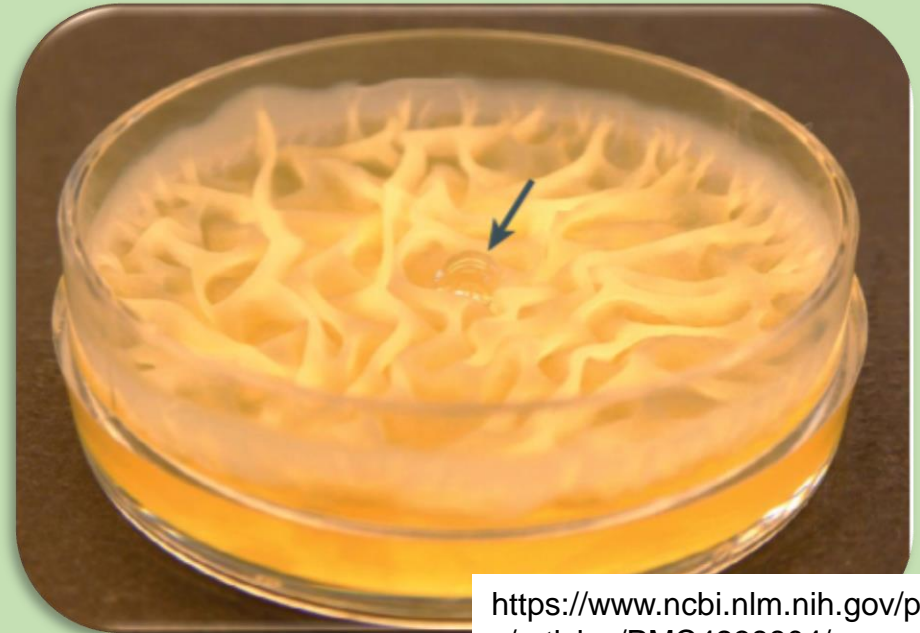
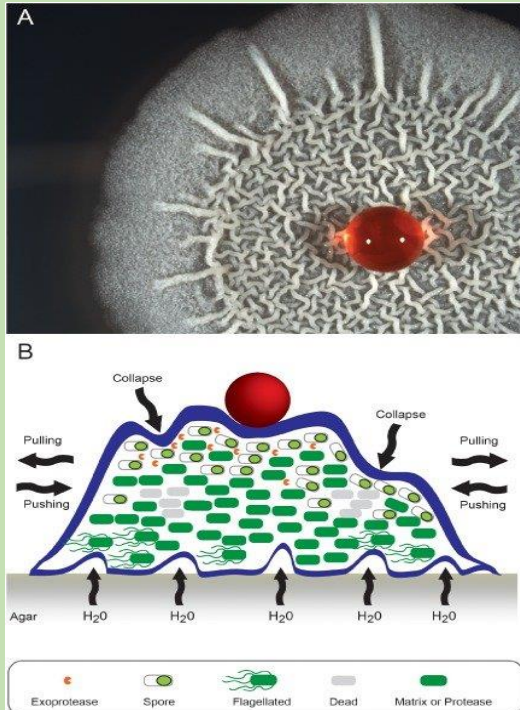
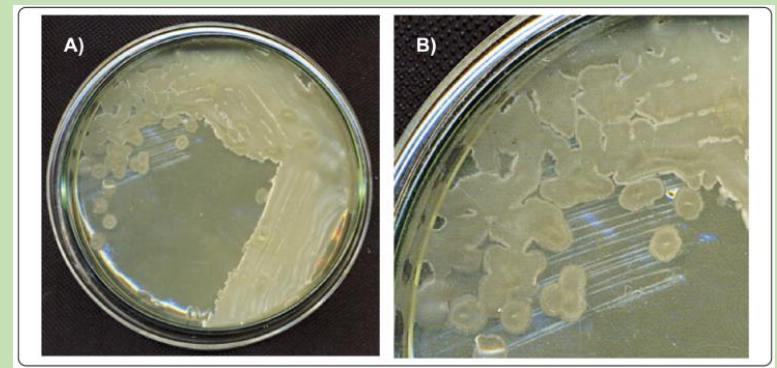


BIOFILM
=
**ECOSISTEMA
COMPLEJO,
COMUNIDAD
MICROBIANA**

Protección, resistencia a
antibióticos y
transferencia genética y
hasta probióticos



Una **BIOPELÍCULA** o **BIOFILM** es un conjunto de células microbianas adheridas a una superficie y encapsuladas en una matriz de sustancia polimérica extracelular (EPS)



<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4238804/>



2. ¿Cuál/es patógeno/s podrían ser controlados eficazmente por un ACB o Consorcio para ser exitosos con el CB?



- Debería ser un **patógeno débil**
- Ubicado preferentemente en la **semilla**
- **No** debe tener **estructuras de resistencia**
- **No** debe **colonizar la raíz ni el suelo** (para no someter al ACB/ Consorcio a una tarea extremadamente difícil (solo que ataque parte aérea))
- Debe ser **resistente a fungicidas** para valorar mejor el manejo biológico/alternativo
- Donde **rápido** se pueden ver **buenos resultados** por la acción de los ACB sobre las semillas.



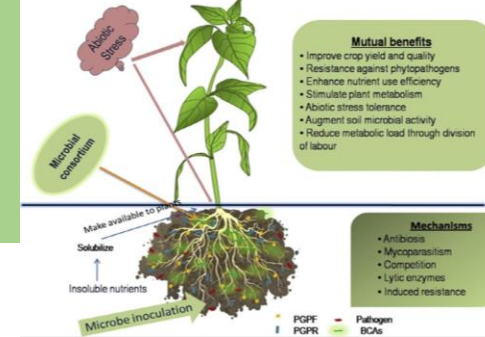
Pyrenophora tritici-repentis
MANCHA AMARILLA DEL TRIGO

Consorcio de bacterias

EXPERIENCIA ARGENTINA

Gran interés en el medio agrícola y en el mercado argentino por formulaciones conteniendo **ACB**, algunos de ellos a base de bacterias

Para mejorar la estabilidad y eficiencia de control se han propuesto combinaciones de **ACBs**, comúnmente llamados consorcios microbianos, que consisten en la formulación de dos o más cepas. La mejora en la eficacia puede deberse a una **combinación de mecanismos de acción que interactúan, en forma compleja y complementaria, en el hospedante (aditiva y sinérgica)**



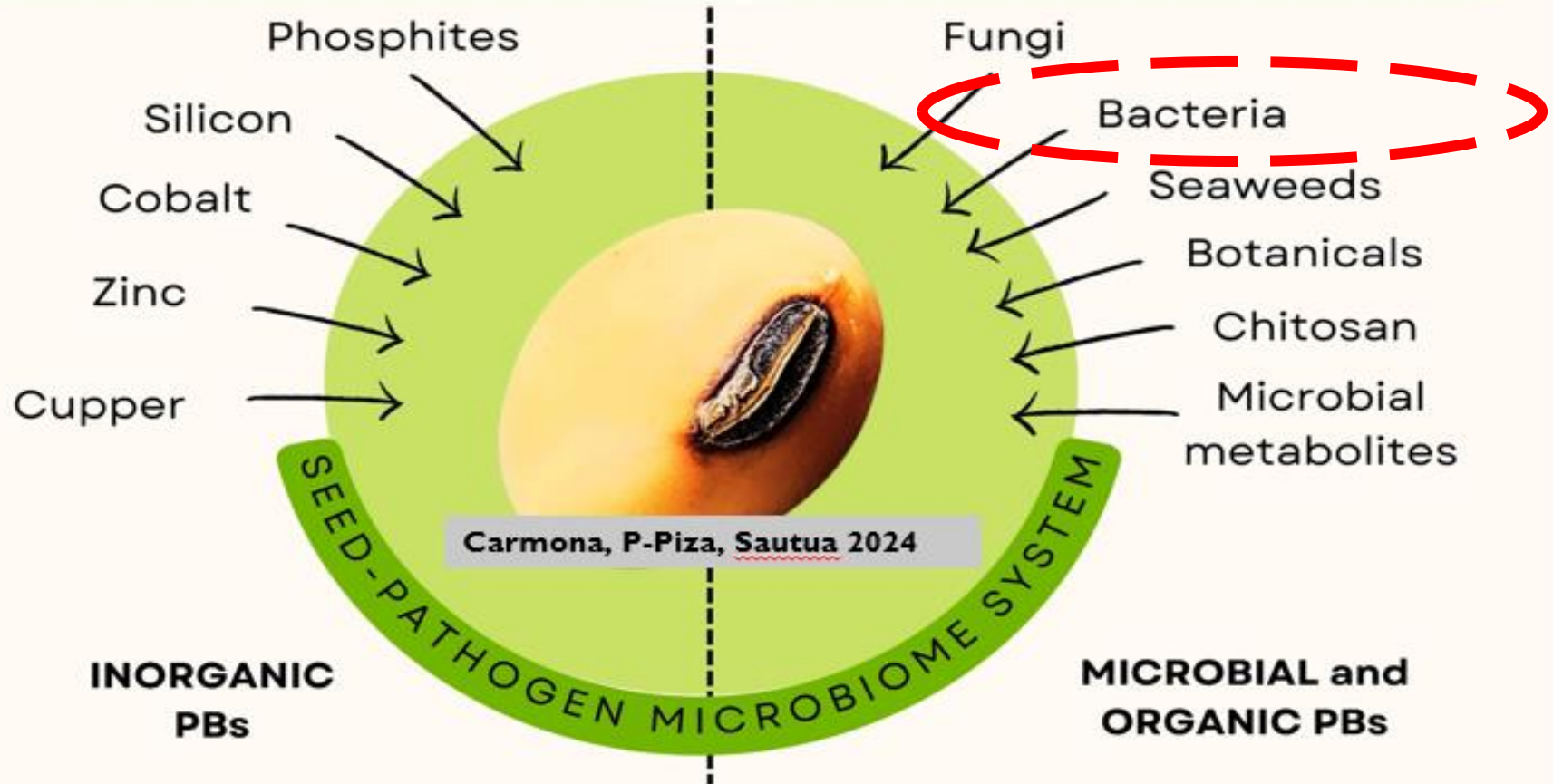
Consorcio de bacterias para Mancha amarilla

- Existen escasas investigaciones que incluyan un consorcio de ACBs (diferentes microorganismos de distintas especies) y que se valore la acción biológica contra aislados confirmados como resistentes a fungicidas
- En este trabajo, evaluamos la eficacia e inhibición de una única formulación de controladores biológicos bacterianos (biofungicidas) compuestos por cepas de *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus velezensis*, aplicados en semilla, sobre la inhibición de la actividad de una cepa de *Drechslera tritici repentis*, que es resistente a los fungicidas estrobilurinas y cyproconazole.



Información totalmente inédita para nuestro país

PLANT BIOESTIMULANTS WITH PROTECTIVE EFFECTS FOR SEED TREATMENT

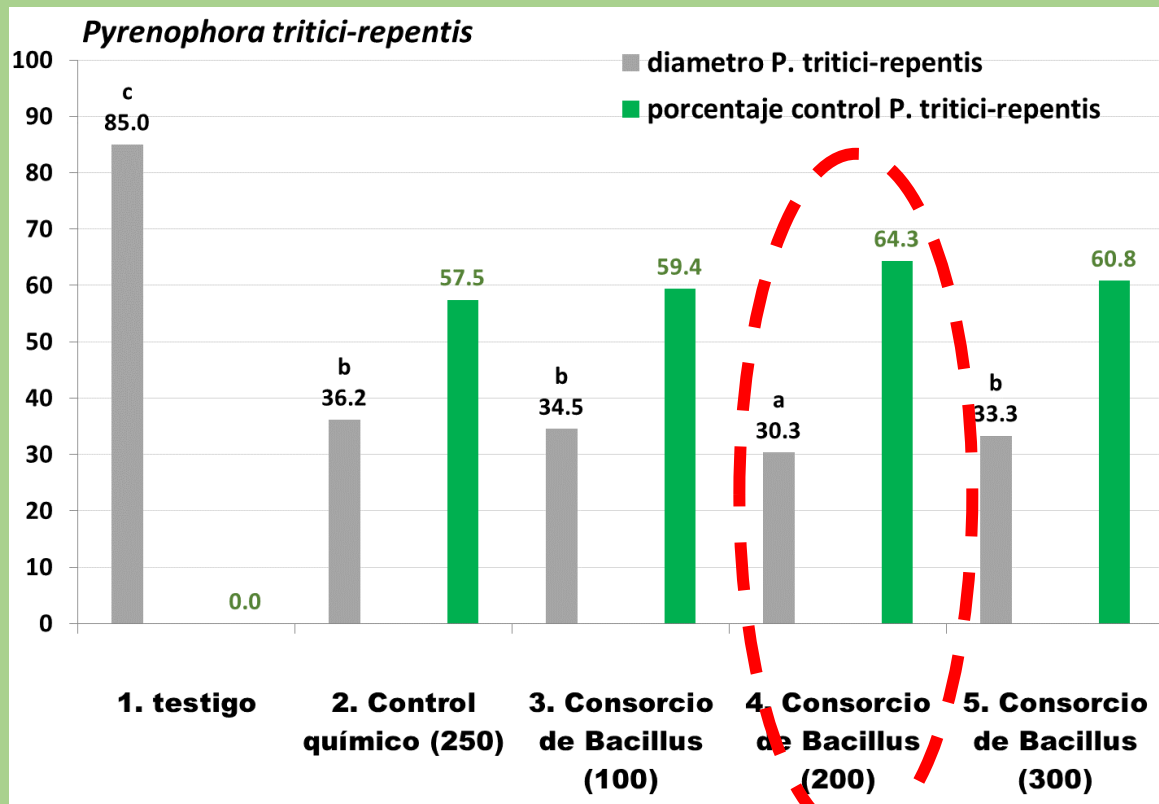


Las semillas que fueron tratadas con el **Consorcio de *Bacillus*** en sus tres diferentes dosis, se cubrieron rápidamente de colonias bacterianas alrededor de las mismas, inhibiendo el avance del patógeno Carmona & Sautua, 2024

Bacillus amyloliquefaciens* + *Bacillus thuringiensis* + *Bacillus velezensis

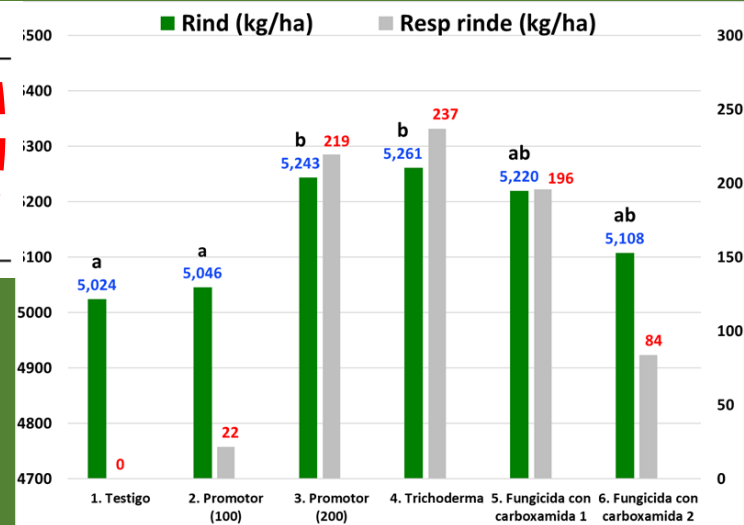


Todos los tratamientos presentaron una eficiencia de control significativo en relación con el testigo sin tratar. El biofungicida resultó **eficiente** para el control de una **cepa resistente de *P. tritici-repentis*** a fungicidas del grupo de las estrobilurinas y al fungicida cyproconazole



Evaluación a campo de tratamientos de semillas BAJO MONOCULTIVO VICTORIA (químicos y biológicos) en el control de la mancha amarilla del trigo 2023/2024 (Carmona & Sautua 2024)

Tratamiento	Severidad MA (%) z1.2	Severidad MA (%) z2.2	Severidad MA (%) z3	Severidad MA (%) z3.7	Severidad MA (%) z4.9	Severidad MA (%) z6.2	Severidad MA (%) z7.5	Severidad MA (%) z8.7
1. Testigo	0.1 b	1.2 a	4.2 b	3.3 b	2.2 a	2.1 a	4.1 a	6.8 a
2. Promotor (100)	0.1 b	0.9 a	2.9 ab	2.7 ab	2.1 a	1.9 a	3.9 a	5.6 a
3. Promotor (200)	0.2 b	1.2 a	2.6 a	2.3 ab	1.6 a	1.3 a	4.1 a	6.2 a
4. Trichoderma (200)	0.2 b	1.4 a	3.1 ab	2.7 ab	2.1 a	1.3 a	3.9 a	6.1 a
5. Fungicida con carboxamida 1	0.1 ab	0.7 a	2.9 ab	2.5 ab	1.7 a	1.5 a	3.9 a	6.1 a
6. Fungicida con carboxamida 2	0.05 a	0.5 a	3.0 ab	2.2 a	1.1 a	1.6 a	3.9 a	6.2 a





Los tratamientos presentaron **similares % de control**, pero los de **mayor respuesta de rendimiento absoluta** fueron Trichoderma, Promotor 200 y Fungicida con carboxamida 1, pero **solamente los dos primeros se diferenciaron estadísticamente del testigo**

Tratamiento	Emergencia (plants/m2)	ABCPE	Control (%)	Rind (kg/ha)	Respuesta de rinde (kg/ha)
1. Testigo	249.0 a	207.9 b	0.0 a	5024.0 a	0.0
2. Promotor (100)	281.3 a	174.5 ab	15.4 ab	5045.5 a	21.6
3. Promotor (200)	277.0 a	162.9 ab	20.5 ab	5243.4 b	219.5
4. Trichoderma	286.8 a	175.8 ab	14.2 ab	5260.9 b	237.0
5. Fungicida con carboxamida 1	284.0 a	165.5 ab	20.1 ab	5219.7 ab	195.8
6. Fungicida con carboxamida 2	278.0 a	158.2 a	23.2 b	5107.8 ab	83.8

Evaluación en invernáculo de tratamientos de semillas **INOCULACION ARTIFICIAL** (químicos y biológicos) en el control de la mancha amarilla del trigo 2023/2024. Cepa resistente (Carmona, & Sautua 2024)

Ni los tratamientos químicos ni los biológicos mostraron diferencias significativas entre sí o en comparación con el testigo



Tratamiento	Incidencia (%)	Nº manchas	Severidad (%)
1. Testigo	75.2 a	2.3 a	1.5 a
2. Promotor 100	83.0 a	3.1 a	1.9 a
3. Promotor 200	90.6 a	2.9 a	2.3 a
4. <u>Trichoderma</u>	88.0 a	3.1 a	2.2 a
5. Fungicida más <u>carboxamida 1</u>	88.2 a	3.2 a	2.0 a
6. Fungicida más <u>carboxamida 2</u>	83.0 a	2.8 a	1.9 a

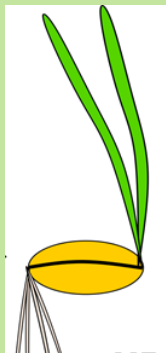
Medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente (prueba LSD de Fisher, $p>0.05$).

Es probable que la presión de inóculo fue demasiada alta para que se presenten diferencias en su control

RESEARCH ARTICLE

The Evolution of Fungicide Resistance Resulting from Combinations of Foliar-Acting Systemic Seed Treatments and Foliar-Applied Fungicides: A Modeling Analysis

James L. Kitchen¹, Frank van den Bosch¹, Neil D. Paveley², Joseph Helps¹, Femke van den Berg^{1*}



CARBOXAMIDA EN SEMILLA Y FOLIAR ?

Se plantea un **riesgo adicional** al usar el **mismo mecanismo de acción**

semilla-foliar

TRAT SEMILLA ES EQUIVALENTE A UNA APLICACIÓN FOLIAR

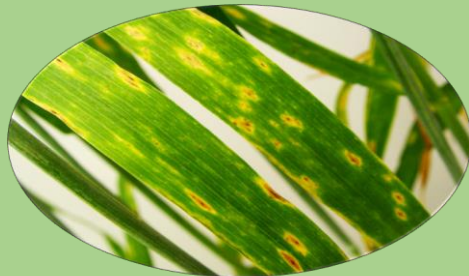
Ej: No debería aplicarse más de dos veces ISDH por cultivo (incluyendo el tratamiento de semilla)

Es Imperioso repensar mezcla de moléculas de diferente MoA (pero ambas efectivas) o en alternativas **(fitoestimulantes control biológico etc)**

Lo importante

- Es la **primera vez que se valora** en laboratorio, invernáculo (cepas resistente) y campo el **control biológico** en cepa de **mancha amarilla**.
- La **mezcla en consorcio de ACBs**, pudo **controlar**, bajo las condiciones de este ensayo **in vitro**, a la cepa de ***P. tritici-repentis*** resistente a los fungicidas clásicos comúnmente utilizados en el campo.
- Los **niveles de control** fueron **similares al testigo químico** (a la dosis de 200cc/100 kg semillas).
- Es probable que el **consorcio de bacterias** genere una **combinación de diferentes mecanismos de acción** que interactúan, en forma compleja y complementaria.
- En este caso **no sería imprescindible que colonice las raíces o el suelo**, debe **colonizar la superficie seminal**, pues *P. tritici repentis* es un patógeno de semilla que no sobrevive en el suelo y que sólo ataca la parte aérea pero no la raíz.
- El **consorcio ACBs** resulta promisorio para ser utilizado como **tratamiento de semilla** requiriéndose más investigación para definir **compatibilidad** con otras moléculas y **espectro de control**.
- Esta práctica debería ser **validada cada vez más a campo** para que luego sea naturalmente adoptada por los productores.

¡Muchas gracias!



<http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/>

cefafungicidas@gmail.com