



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



INIA
Instituto Nacional de Investigación
y Tecnología Agraria y Alimentaria

Foro CN INIA-EMPRESAS

*Bioinsumos y nuevas tecnologías para una nutrición y
protección vegetal sostenibles*

Del laboratorio al mercado: Desarrollo y evaluación de bioinsumos microbianos seguros, eficaces y adaptados al marco regulatorio europeo

INIA-CSIC | PROTECCIÓN VEGETAL

Grupo de investigación de hongos fitopatógenos

Inmaculada Larena Nistal y Belén Guijarro Díaz-Otero

ilarena@inja.csic.es

Guijarro.belen@inja.csic.es



Etiología, epidemiología y control de enfermedades fúngicas en cultivos frutales y hortícolas

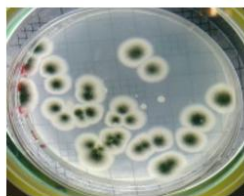
Etiología

Desarrollando nuevas estrategias de diagnóstico de hongos fitopatógenos, estudios de variabilidad y mecanismos de patogénesis

Epidemiología Identificación de factores epidemiológicos, desarrollo de modelos predictivos

Control

IPM, desarrollo de formulados biológicos y su efecto ambiental en el ecosistema; interacciones tritrófica agente de biocontrol-huésped-patógeno



Caracterización ACBs



Ensayos en invernadero



Validación aplicada en campo

Equipo humano



Antonieta De Cal, Inmaculada Larena
María Villarino, Belén Guijarro
Laura Guerra, Ana María Sánchez
Yolanda Herranz, Sandra España

Equipamiento e instalaciones



FITOPATOLOGÍA

Laboratorio de hongos

- Fitopatología/Microbiología: aislamiento, cultivo e identificación
- Histología: tejidos y estructuras vegetales. Cortes histológicos (microtomo)
- Microscopía: morfología, estructuras miceliales y reproductivas
- PCR/qPCR y genética
- Colección de fitopatógenos y agentes de biocontrol



EQUIPOS Y CONSERVACIÓN

Cultivo, inóculos y formulación

- Incubadoras y estufas con control térmico
- Microscopía óptica y electrónica
- Cabinas de seguridad y flujo laminar
- Producción y caracterización de inóculos y ACBs
- Centrífugas, agitadores y autoclaves
- Liofilización; refrigeración y ultracongelación
- Congeladores -80 °C conservación de colecciones



AMBIENTES CONTROLADOS

Cámaras e invernaderos

- Incubadores con rangos térmicos
- Cámaras transitables: temperatura, humedad y fotoperiodo
- Invernaderos: eficacia, epidemiología, persistencia y tratamientos



VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

Poscosecha y campo

- Ensayos de pre y poscosecha en frutos
- Ensayos en hortícolas
- Parcelas experimentales
- Validación en condiciones de campo



Fenotipado, sensibilidad y EC_{50} ;
mecanismos moleculares; fitness y
evolución poblacional.

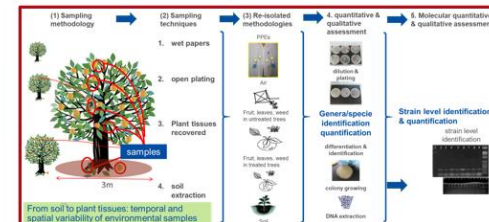


Modelos predictivos, dispersión, infecciones latentes, virulencia, presión de enfermedad y respuesta al ambiente

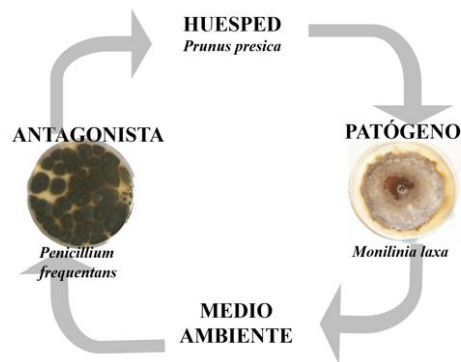


Selección, modo de acción, consorcios microbianos, formulación, eficacia, persistencia e integración en IPM.

Resultado: ciencia básica + métodos + protocolos + soporte a decisiones



Control biológico: La evidencia avanza del aislado al uso agronómico como fitosanitario



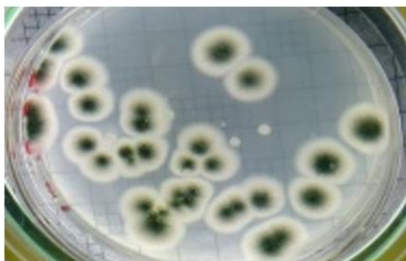
- 1) **Aislamiento y caracterización en laboratorio- propiedades biológicas ACB**
Identidad, cultivo, detección, ausencia de patogenicidad y actividad antagonista.

- 2) **Ensayos del patosistema**
Eficacia, modo de acción, ensayos dosis respuesta, dosis y momento de aplicación.

- 3) **Validación aplicada**
Invernadero, campo y poscosecha; formulación, persistencia e IPM.

EFICACIA----SEGURIDAD AMBIENTAL----VIABILIDAD

Control biológico: Dónde puede aplicar una empresa estas capacidades



DESCUBRIR / COMBINAR ACB: Cepas y consorcios microbianos

PF909–EN282–PO212:
compatibilidad fisiológica,
eficacia *in vivo* y modelización
metabólica para combinaciones
de cepas



OPTIMIZAR PRODUCTO

Proceso y formulación

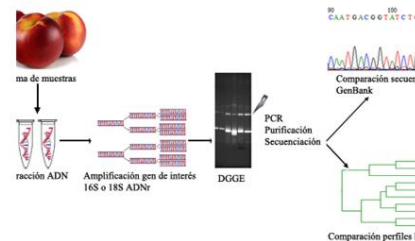
Fermentación sólida, lecho
fluido, rehidratación, aditivos,
SC o pellets: viabilidad, calidad
y vida útil.



VALIDAR EL USO

Cultivo y aplicación

Hortícolas y frutales: Tomate–
Fusarium y frutales–Monilinia:
laboratorio, invernadero, huerto
comercial, pre y poscosecha.



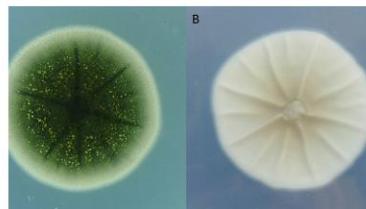
PREPARAR REGISTRO

Evidencia regulatoria

Identidad, AMR/patogenicidad,
metabolitos, persistencia y
exposición; análisis temprano
de lagunas y estudios.

**(1) SELECCIONAR EL CANDIDATO (2) CONVERTIRLO EN UN PRODUCTO VIABLE
(3) VALIDAR SU EFICACIA (4) FACILITAR AVANCE REGULATORIO**

PO212 y PF909 demuestran aplicaciones en distintos patosistemas

***Penicillium rubens* PO212**

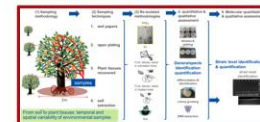
ATCC 201888 · aplicación en
suelo/rizosfera



SISTEMA	Tomate / <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>
MECANISMO	Resistencia inducida y competencia; el sistema xilanolítico regulado por XlnR se relacionó experimentalmente con la eficacia.
TECNOLOGÍA	Fermentación sólida (10^8 conidias·g ⁻¹ ; >90 % viabilidad), secado y UFC/qPCR en suelo.
VALOR	Biofungicidas radiculares: optimizar aplicación, demostrar MoA y cuantificar establecimiento/exposición.

***P. frequentans* PF909**

ATCC 66108 · aplicaciones pre y
poscosecha



SISTEMA	Fruta de hueso / podredumbre parda por <i>Monilinia</i> spp.
MECANISMO	Competencia por espacio y nutrientes en la superficie del fruto; evaluación de compatibilidad con otras estrategias.
TECNOLOGÍA	Fermentación sólida (10^9 conidias·g ⁻¹ ; 90 % viabilidad), lecho fluido, OD, estabilidad y trazabilidad molecular en campo.
VALOR	Productos para frutales: formulación, calendario de aplicación, persistencia y validación en campos comerciales.

CADA PRODUCTO NECESITA UNA ESTRATEGIA ADAPTADA AL MICROORGANISMO, AL PATÓGENO, AL CULTIVO Y AL SISTEMA DE APLICACIÓN

Investigación orientada a un resultado transferible

CAPACIDAD	EVIDENCIA Y MÉTODOS DEL GRUPO	DECISIÓN EMPRESARIAL
Patógeno y patosistema	Aislamiento e identificación molecular; epidemiología; patogenicidad; resistencia a fungicidas; colecciones históricas y de campo	Elegir diana, ACBs representativos y presión de enfermedad
ACBs: Cepas y consorcios	Antagonismo in vitro/in vivo; preferencias nutricionales; tolerancia ambiental; compatibilidad PF909–EN282–PO212	Priorizar cepas y combinaciones con criterios go/no-go
Mecanismo y ómicas	WGS; qPCR; genética funcional; transcriptómica/proteómica; GFP/DsRED; redes metabólicas in silico	Vincular función–eficacia y anticipar incompatibilidades o peligros
Producción y formulación	Fermentación sólida; secado en lecho fluido; rehidratación; aditivos; SC y pellets; viabilidad y estabilidad	Definir proceso, especificación de calidad y prototipo reproducible
Eficacia y exposición	Dosis–respuesta y fitotoxicidad; invernadero/campo; pre/poscosecha; ucf/qPCR en suelo, planta, fruto y aire	Fijar uso representativo y demostrar eficacia, persistencia y exposición
Safe-by-design y registro	Genómica de AMR/virulencia; metabolitos secundarios; ecotoxicología; WoE; requisitos de datos UE	Detectar puntos críticos y diseñar un paquete de estudios proporcionado
Ventaja diferencial: la misma plataforma conecta fitopatología, desarrollo tecnológico y evaluación regulatoria.		

Control biológico: Producción científica en los últimos 10 años

13

proyectos competitivos

7 europeos + 8 nacionales

>20

Publicaciones científicas y divulgativas

identidad · eficacia · salud · ambiente · registro UE

- Nacionales: *RTA2013-00060, RTA2017-00019, PID2021-123594, PID2024 158958OR*

- Europeos: BIOCOTES, RATION, 2 EFSA, AgroServ, Interreg VI España-Portugal

- Fontagro

Desarrollo de agentes de biocontrol, métodos de evaluación del riesgo, formulación y validación europea.

- I+D: KENOGARD y AEPLA

Resistencia a fungicidas

La propuesta de bioinsumos se apoya en esta combinación de ciencia, validación aplicada y experiencia regulatoria

Gracias

Departamento de Protección Vegetal

Grupo de investigación de Hongos Fitopatógenos
INIA-CSIC, Madrid

Fitopatología · Biocontrol microbiano · Desarrollo de
bioinsumos · Protección Vegetal sostenible



Antonieta De Cal, Inmaculada Larena
María Villarino, Belén Guijarro,
Laura Guerra, Ana María Sánchez,
Yolanda Herranz, Sandra España