



Estrategias para mitigar en encina y alcornoque los efectos de la Seca

1. Etiología de la seca
2. Medidas de mitigación
3. Conclusiones

Alejandro Solla Hach
INDEHESA – Ingeniería Técnica Forestal, Universidad de Extremadura



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Ayuntamiento de
HUELVA

Alfredo Ortiz Granado



1. Etiología de la seca

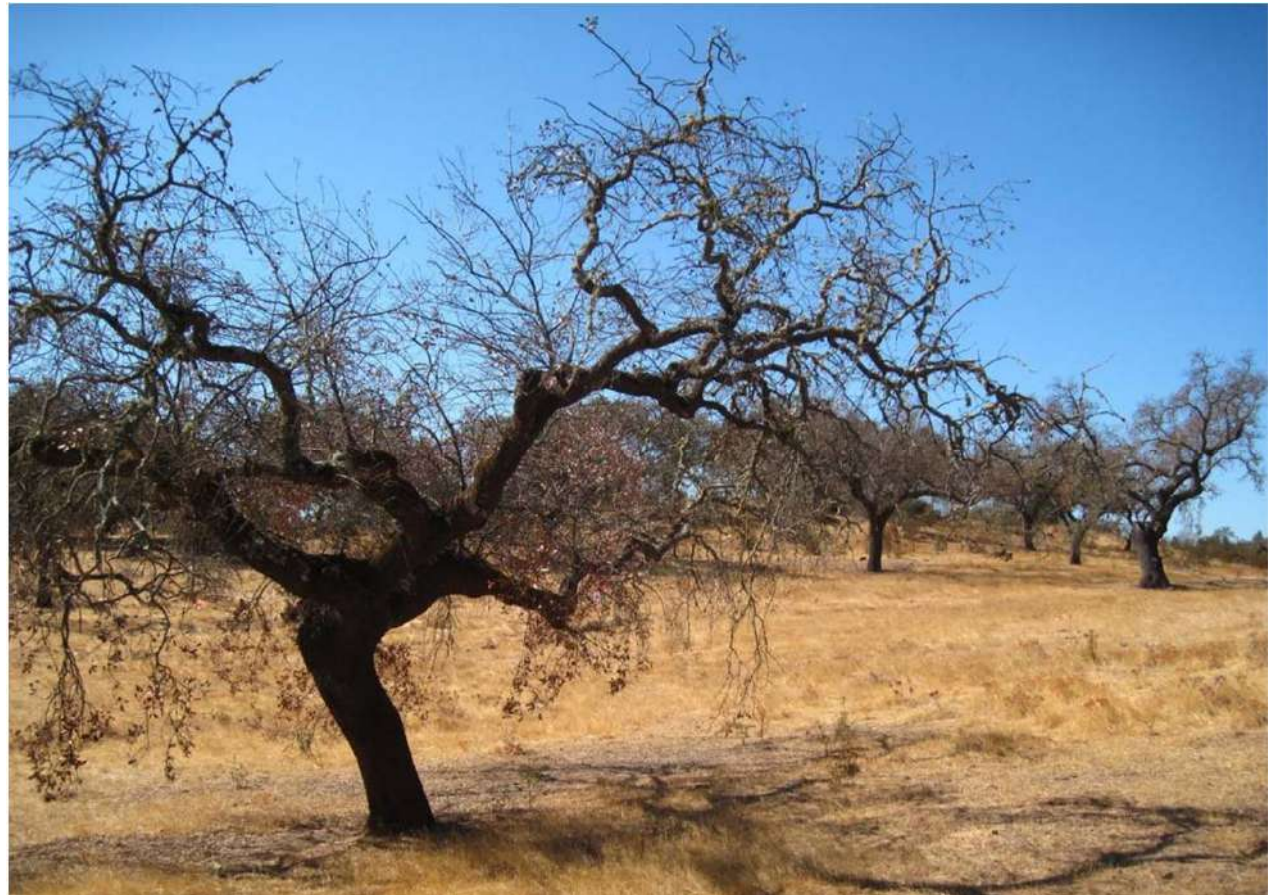
1.1. Patógenos de raíz

1.2. Episodios climáticos desfavorables

1.3. Factores antrópicos

1.4. Edad del arbolado

1.5. Interacciones



1. Etiología de la seca

1.1. Patógenos de raíz

33 filotipos de *Phytophthora* (Mora-Sala et al 2018. Forests)

2 especies de *Pythium* (Romero et al 2007. J Phytopathol)

P. quercina

P. cinnamomi

P. gonapodyides

P. cambivora

.....

Py. spiculum

Py. sterilum



Sin infectar

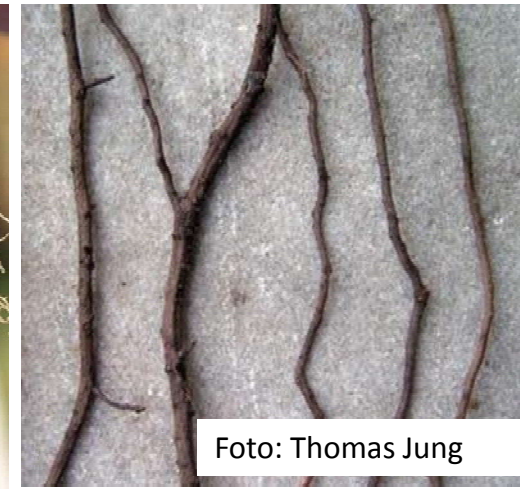


Foto: Thomas Jung

1.2. Episodios climáticos desfavorables

Seca no parasítica



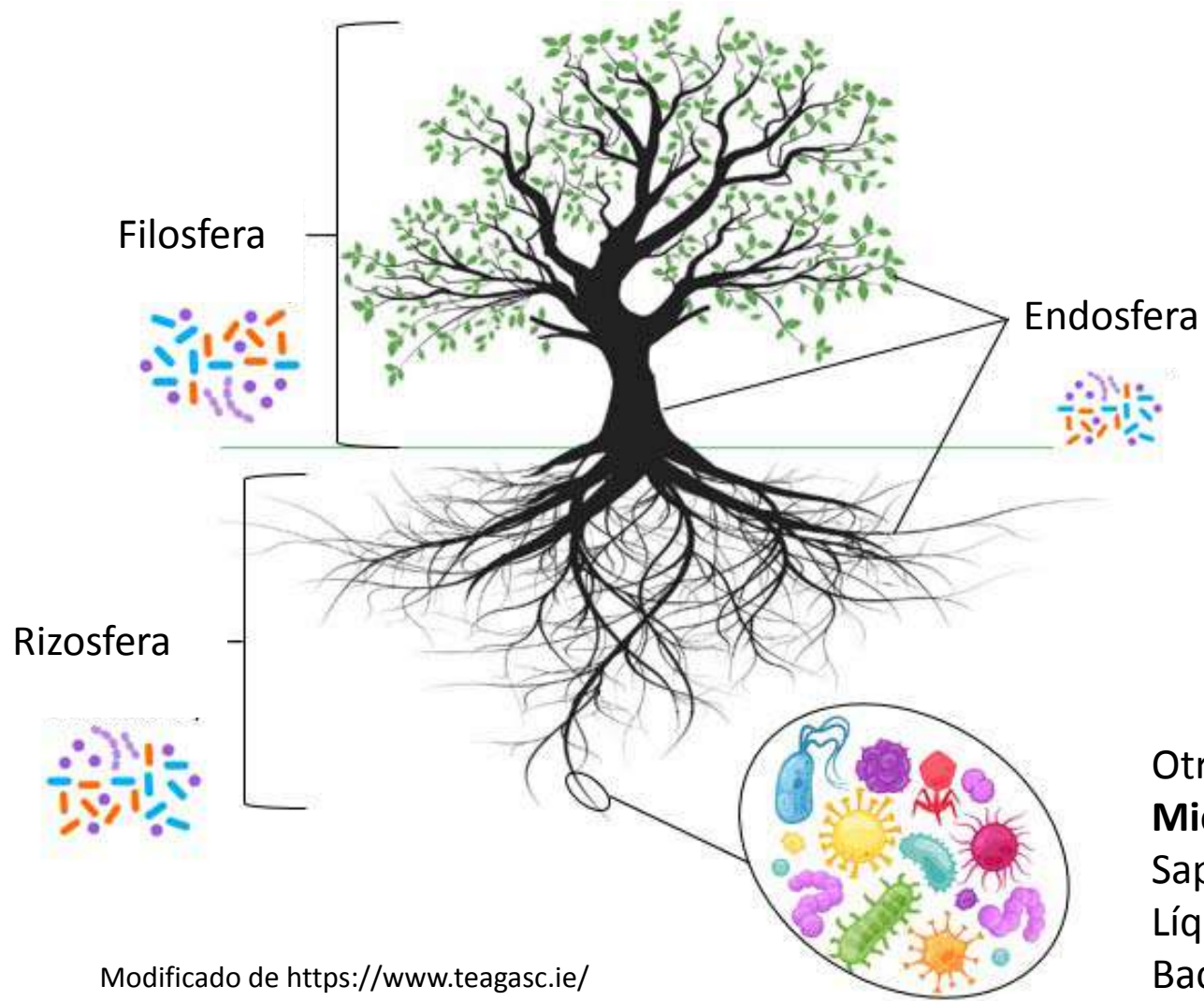
Hoyo de Manzanares, Madrid, Septiembre 2009

1.3. Factores antrópicos

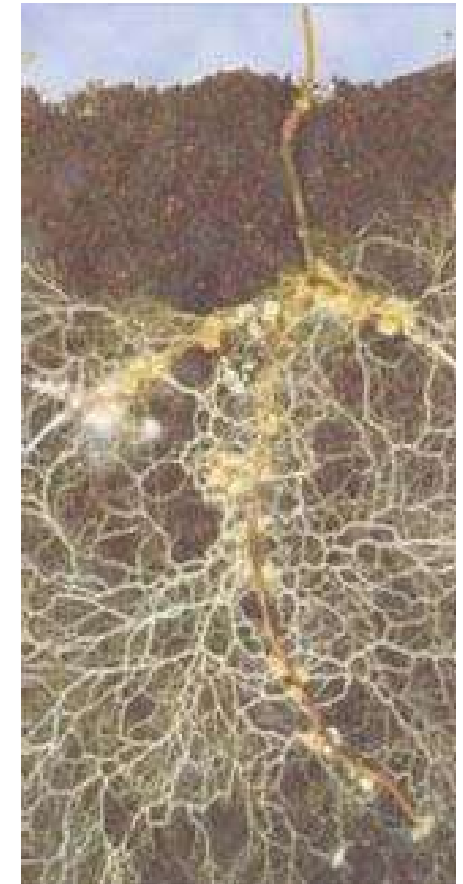


Fotos: Enrique Balbuena





Otros patógenos?
Micorrizas?
 Saprofitos?
 Líquenes?
 Bacterias?



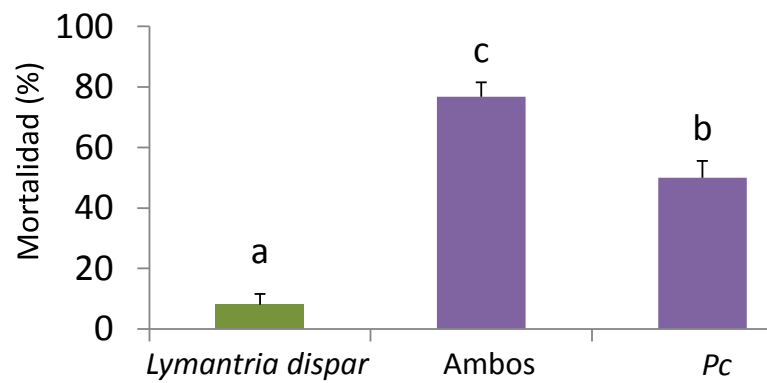
Azul et al 2011. Agrofor Syst
 Corcobado et al 2014. Forestry

1.4. Edad del arbolado



1.5. Interacciones

Defoliador + pudrición radicular



Pudrición radicular por *Pc* + sequía



Edad avanzada del árbol + pudrición radicular + daño por *Cerambyx*

Pudrición radicular + episodio climático desfavorable + daño antrópico + edad avanzada del arbolado

2. Medidas de mitigación

2.1. Ante patógenos de raíz, **preventivas**



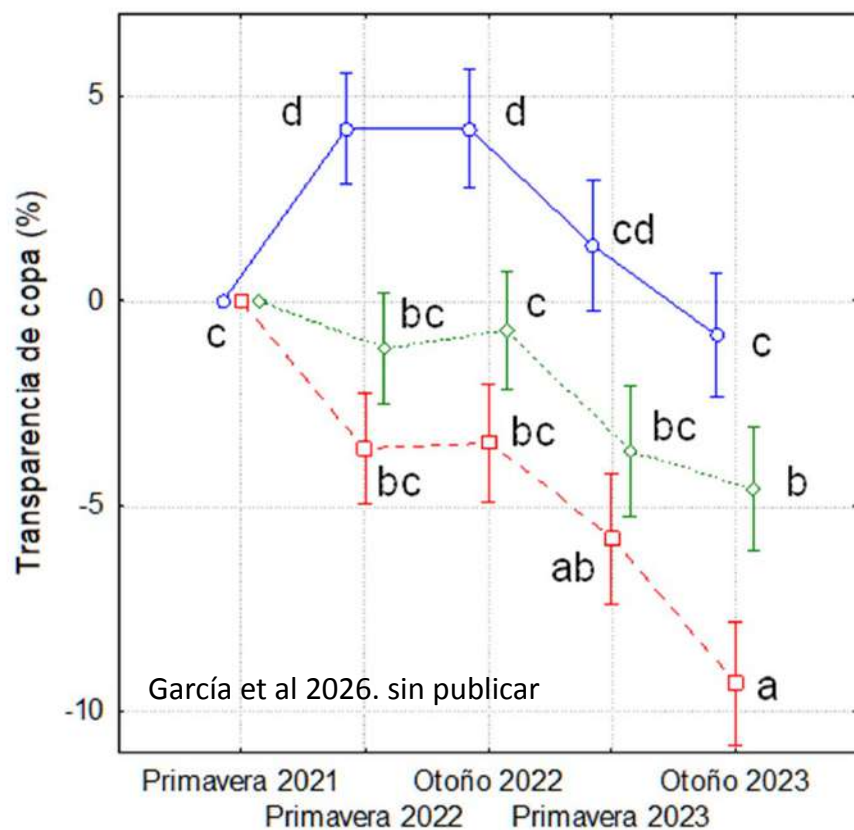
Estación de seguimiento, Cicytex



2. Medidas de mitigación

2.1. Ante patógenos de raíz, **perjudicarlos**

Enmienda cálcica (Serrano et al 2012. Eur J Plant Pathol)



Control

Enmienda granulada
(3 Tm/ha)

Enmienda líquida
(2,7 Tm/ha)



2. Medidas de mitigación

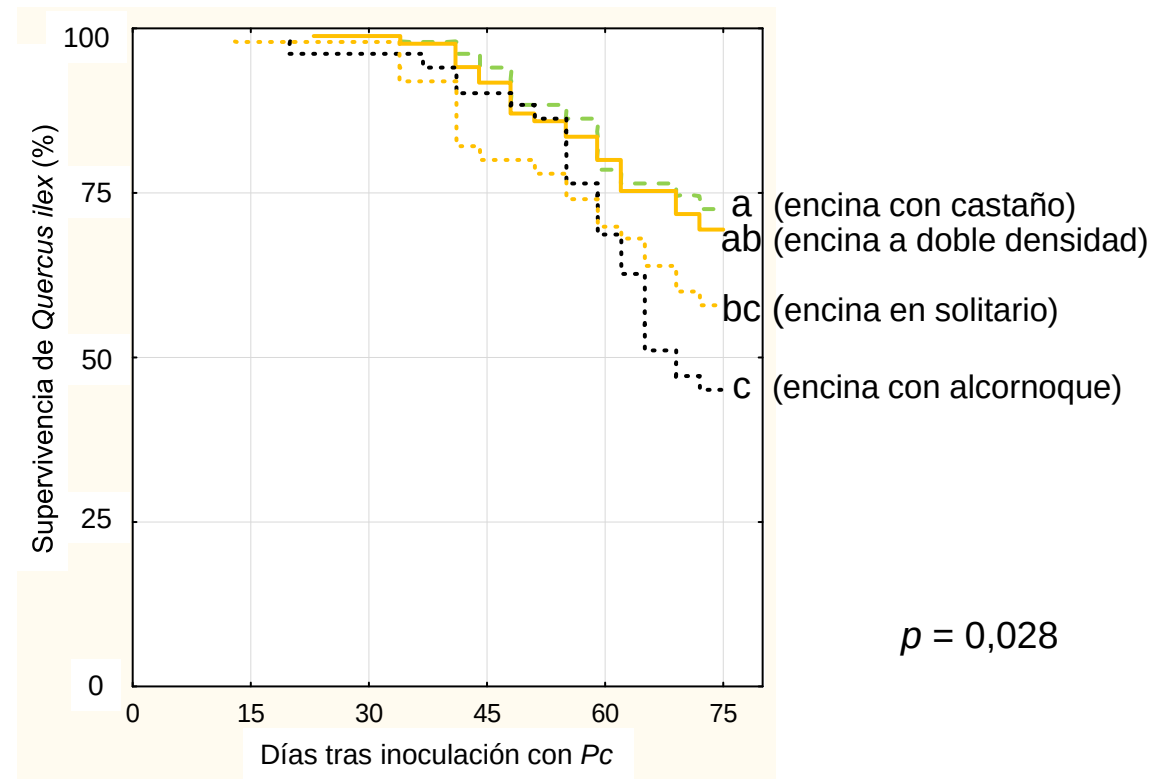
2.1. Ante patógenos de raíz

Evitar especies que incrementen el inóculo

(Serrano et al 2010. Eur J Plant Pathol)



UEx (sin publicar):



2. Medidas de mitigación

2.1. Ante patógenos de raíz

Herbicida (Crone et al. 2014. For Pathol)



2. Medidas de mitigación

2.1. Ante patógenos de raíz

Sembrar especies que afecten al inóculo (Neves et al 2014; Rodríguez-Molina et al 2021 Eur J Plant Pathol)



Extracto de ajo (Wang et al. 2019. Biomolecules)



2. Medidas de mitigación

2.1. Ante patógenos de raíz, ayudar al árbol

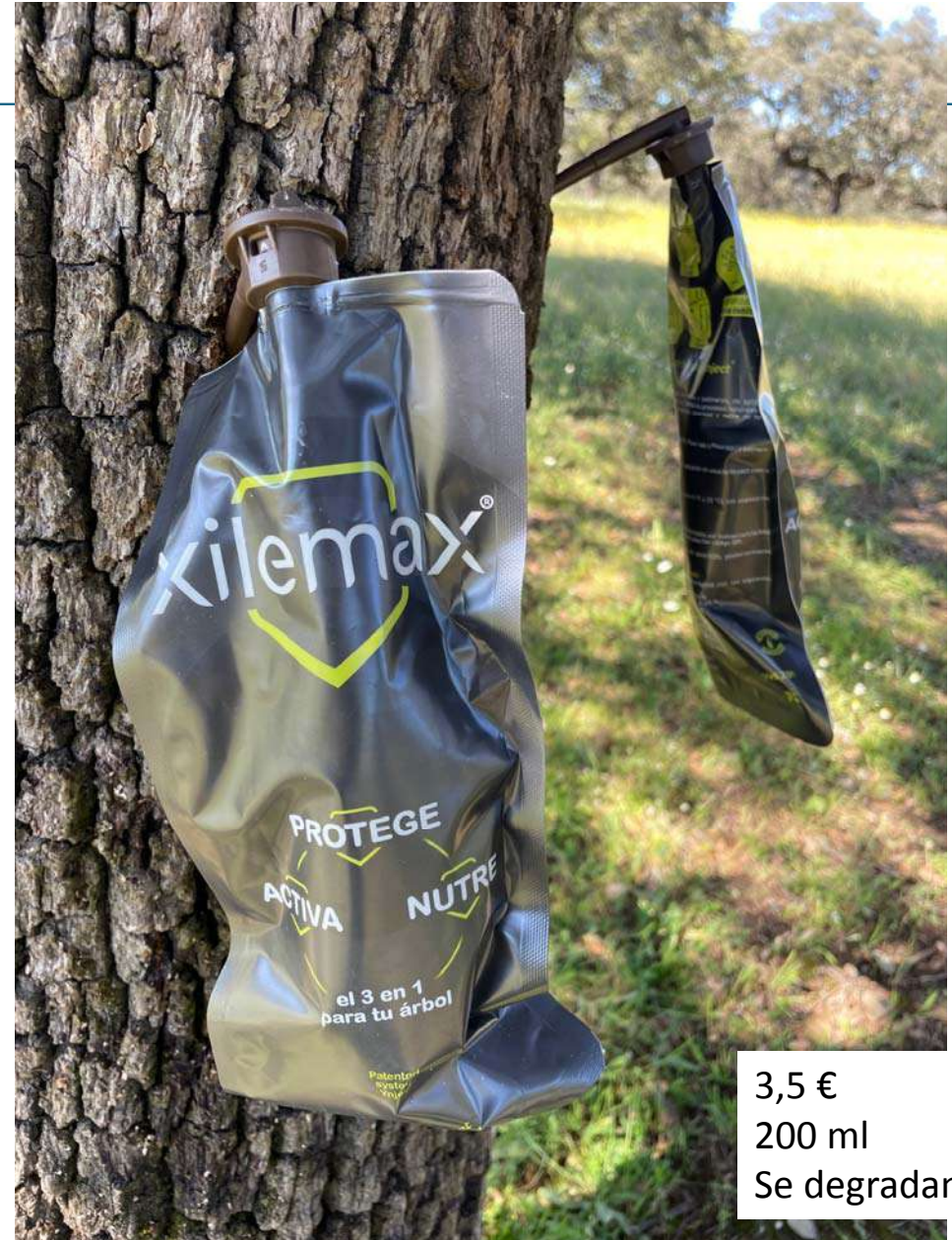
Bioestimulantes

Bacillus spp.

Inductores de resistencia

Óxido de silicio (SiO_2)

Fosfito



3,5 €

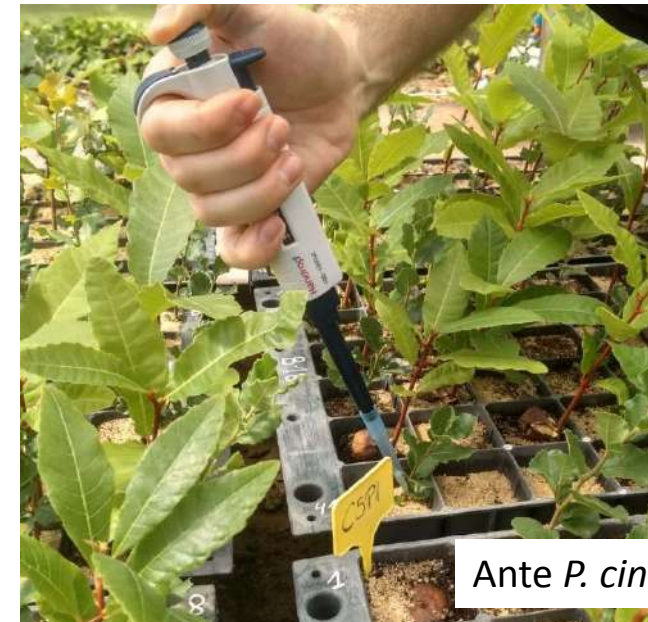
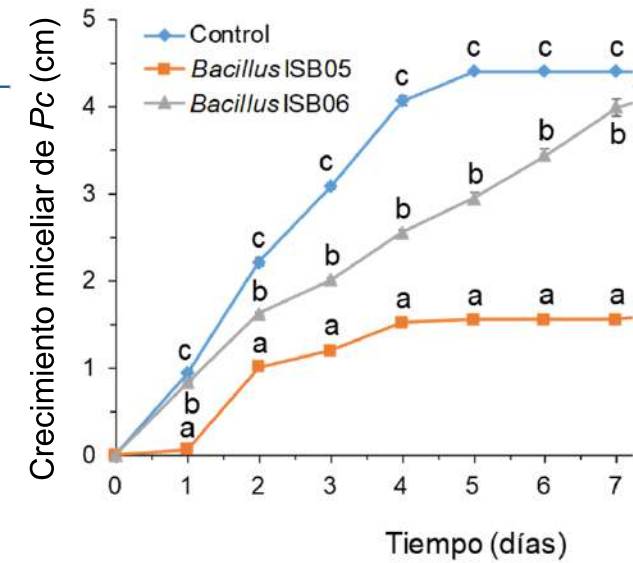
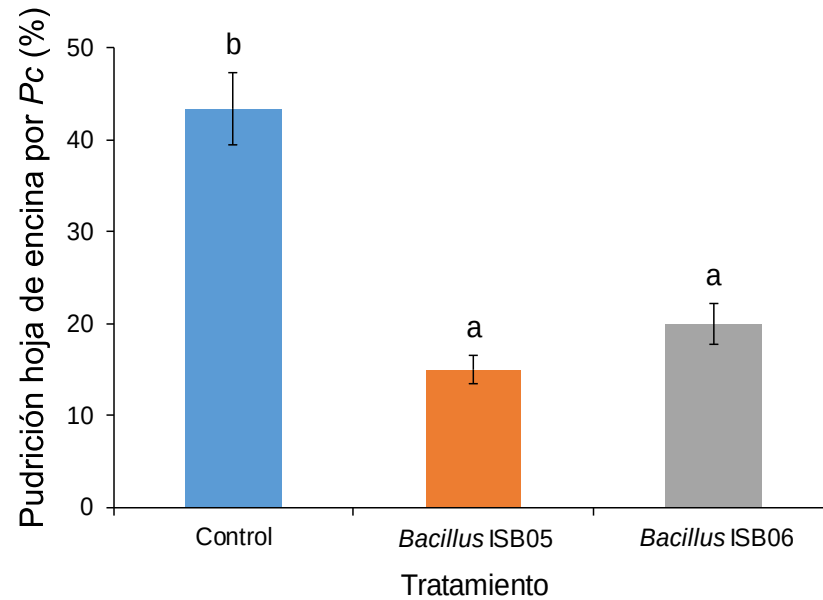
200 ml

Se degradan a 35°C

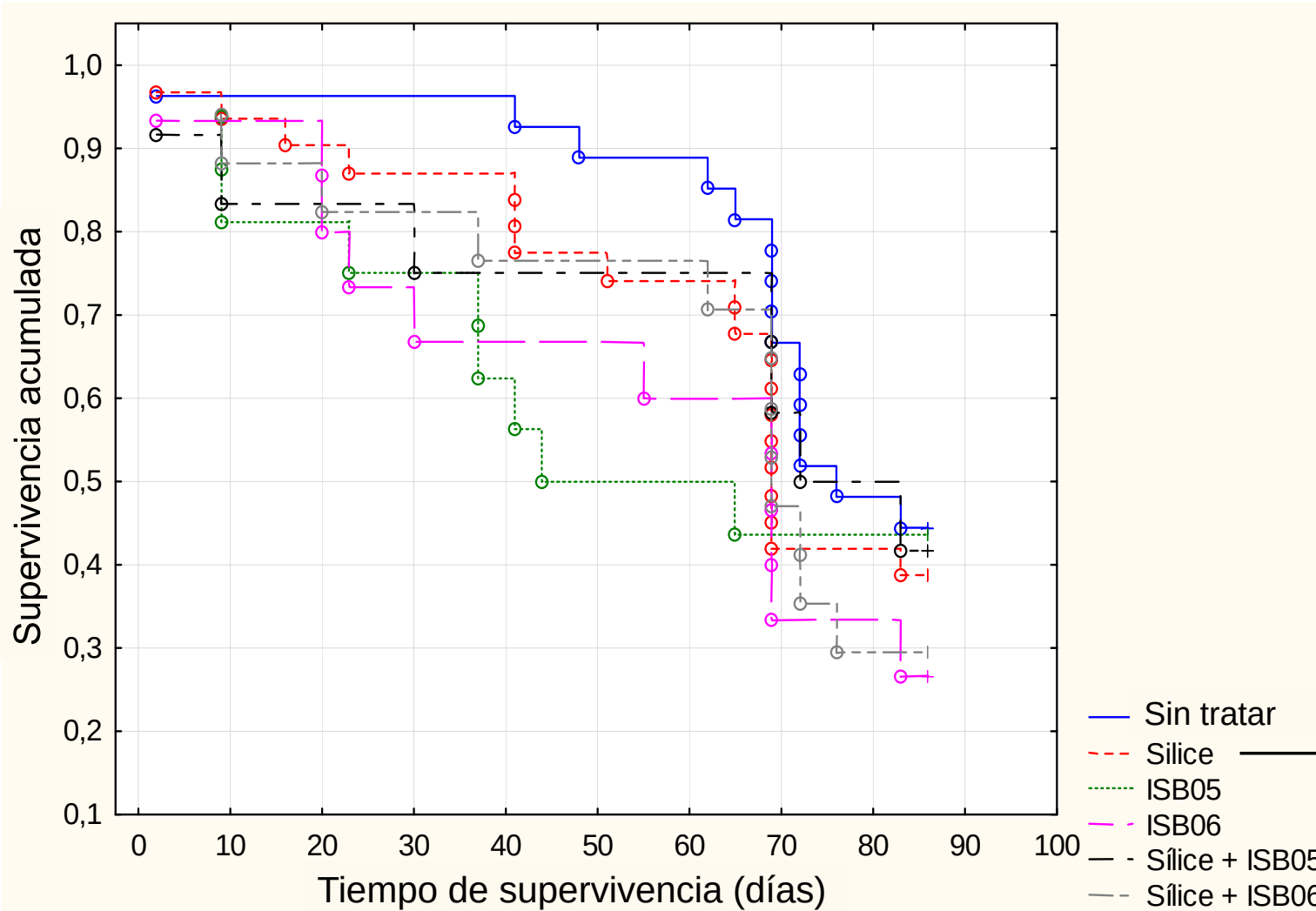
2. Medidas de mitigación

2.1. Ayuda al árbol

Bacillus amyloliquefaciens cepas ISB05 y 06
(Xie et al. 2025. Agriculture)



Tras inocular *Phytophthora cinnamomi*



Óxido de silicio (SiO_2)
 Inductor de resistencia
 (Carneiro-Carvalho et al 2017. Int
 J Env Agric)

2. Medidas de mitigación

Formulado comercial a base de *Bacillus amyloliquefaciens*



Ante *Phytophthora palmivora*
Tundo et al 2025. Plant Pathol

2. Medidas de mitigación

2.1. Control directo

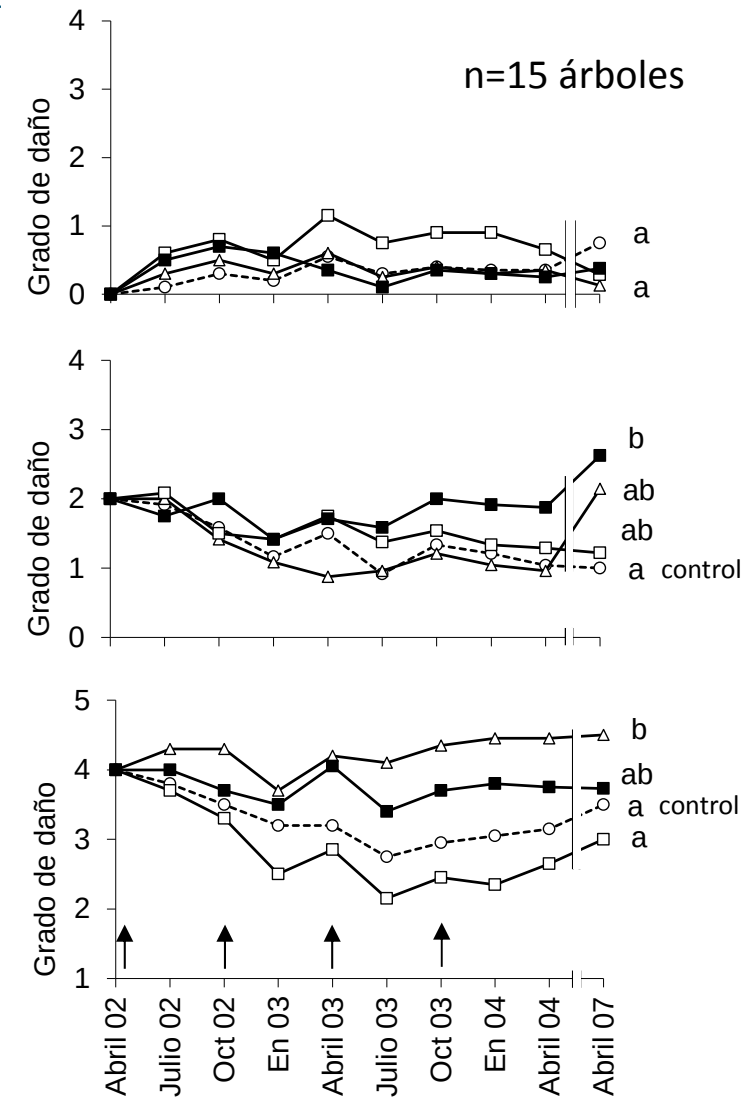
Fosfito (Fdez-Escobar et al 1999. Eur J For Pathol)



Dosis 2,8 %



Dosis Fertinyect

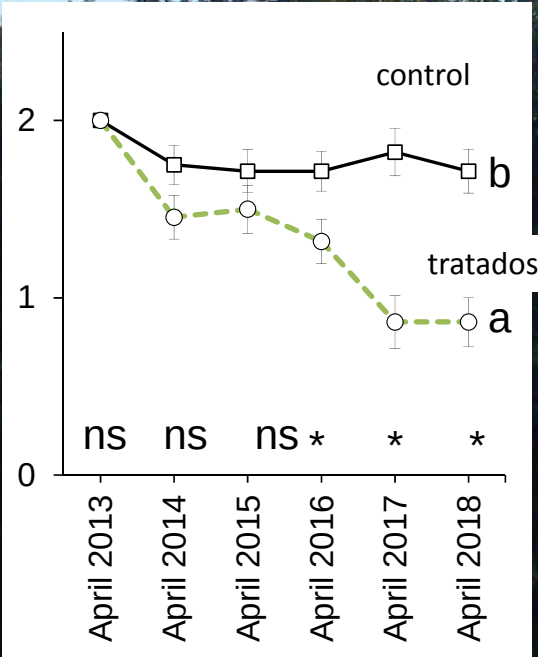


Pulverización de fosfito (Solla et al. 2021. For Ecol Manage)

ULV (4L/ha)



n=60 árboles
Dosis 35 %



0,3 %
0,6 %
1,2 %

No hubo mortalidad en árboles control



Ignacio Baños
Rafael García



Encina
Alcornoque



CHT (Gema Salvador)
Ambienta (Federico Julián,
Jesús Baena y J. Jesús Sánchez)

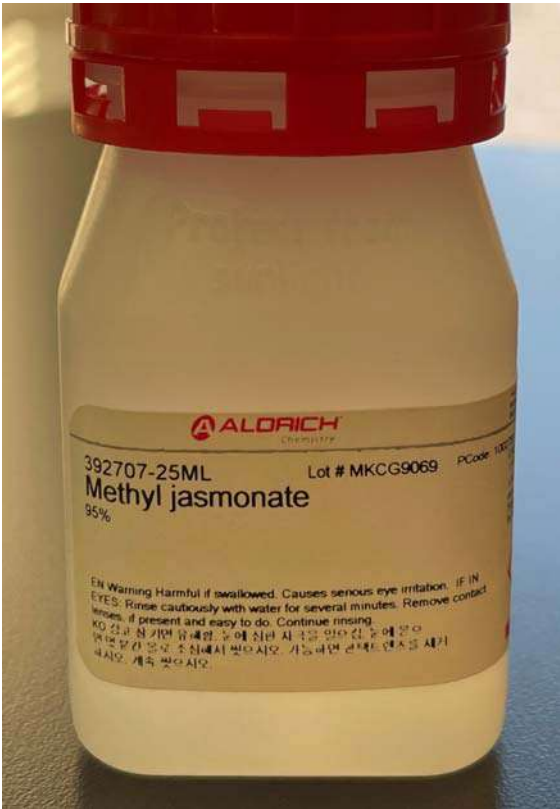


Aliso

2. Medidas de mitigación

2.1. ¿Control directo?

MeJA (Dorado et al 2025. J Plant Dis Protection)



	Efecto	Dosis (mM)
Encina	Preventivo	0,2 y 1
Alcornoque	Preventivo y curativo	0,2 y 1
Castaño	Preventivo	1

2. Medidas de mitigación

2.1. ¿Control directo?

Trichoderma spp. (Bae et al 2016. Biol Control; Becker et al 2025. Pathogens)

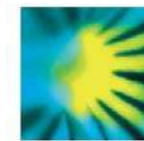
T. gamsii

T. viridescens

T. linzhiense

T. hirsutum

T. harzianum



New Phytologist

Free Access

STIMULATION OF SEX ORGAN FORMATION IN *PHYTOPHTHORA* BY ANTAGONISTIC SPECIES OF *TRICHODERMA*

I. THE EFFECT *IN VITRO*

C. M. BRASIER

Trichoderma koningii

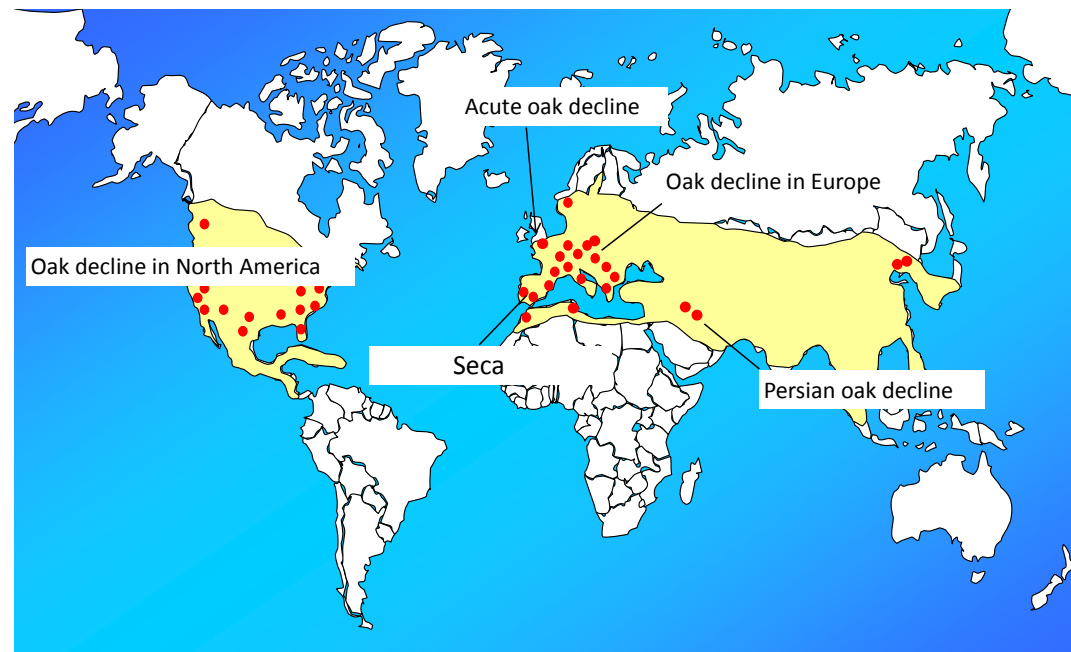
RESEARCH ARTICLE | 01 AUGUST 1972

Oospore Production in *Phytophthora Cinnamomi* in the Presence of *Trichoderma Koningii* **FREE**

BH Pratt, JH Sedgley, WA Heather, CJ Shepherd

+ Author & Article Information

Aust Jnl Of Bio Sci (1972) 25 (4): 861-864.



Jara y Sedal, 20 de mayo de 2025

Adiós a la seca de las encinas: investigadores extremeños aseguran haber hallado la solución definitiva

Una investigación liderada por Cárnicas Joselito en Extremadura logra erradicar la seca en encinas y alcornoques. Ya se aplica con éxito en 2.500 hectáreas.

El Periódico de Extremadura, 9 de febrero de 2026

Dehesa extremeña

Cerco a la seca: la batalla contra la muerte silenciosa de la encina

La Junta de Extremadura activa un plan de casi cinco millones de euros para radiografiar la enfermedad, buscar árboles resistentes y ensayar tratamientos que frenen una de las mayores amenazas de un ecosistema único: «Hay que encontrar solución sí o sí», afirma el director general de Sostenibilidad

2. Medidas de mitigación

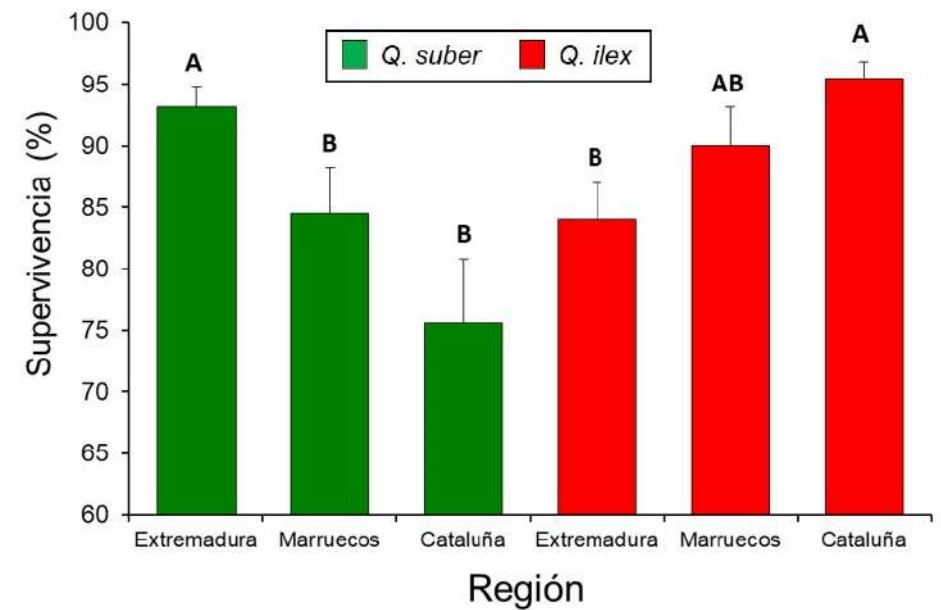
2.2. Ante eventos climáticos desfavorables

¿Selvicultura adaptativa?

¿Selección de árboles tolerantes (mejora)?

¿Utilización de material genético de más al sur?

Hernández et al 2025. 9CFE



2. Medidas de mitigación

2.3. Ante factores antrópicos



Fotos: Enrique Balbuena



2. Medidas de mitigación

2.4. Ante la edad avanzada de los árboles



Mejorar la eficacia de la siembra

Facilitación a través de *Retama sphaerocarpa* (Rolo et al 2013. J Veg Sci)



'SeedShelter', Patente # P201690010
U. Granada, Castro et al 2015

Protector, U. Valladolid
Reque & Martín, 2015



J.A. Mínguez 2020

2. Medidas de mitigación

2.5. Ante interacciones

Defoliador + patógenos de suelo



Fosetil-aluminio (Romero et al. 2019.
Ann Appl Biol)

Ensayo U. Salamanca + UEx
Fernando Silla y Lorién Tornos

3 fincas, 120 encinas

- Control
- Fosetil-Al (4%)
- Bioestimulante
- Fosetil-Al + bioestimulante



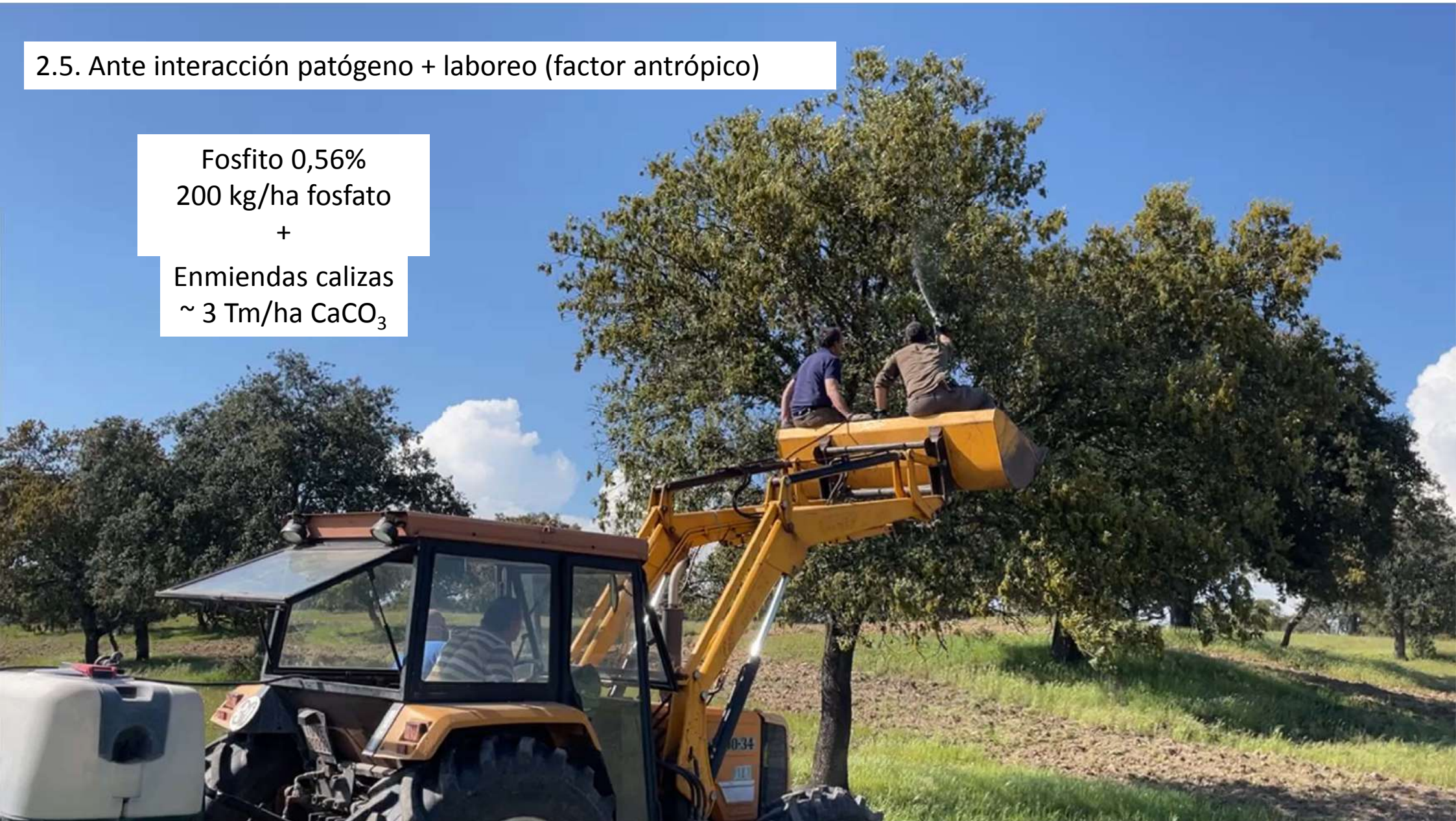
Daños por *Tortrix viridana*



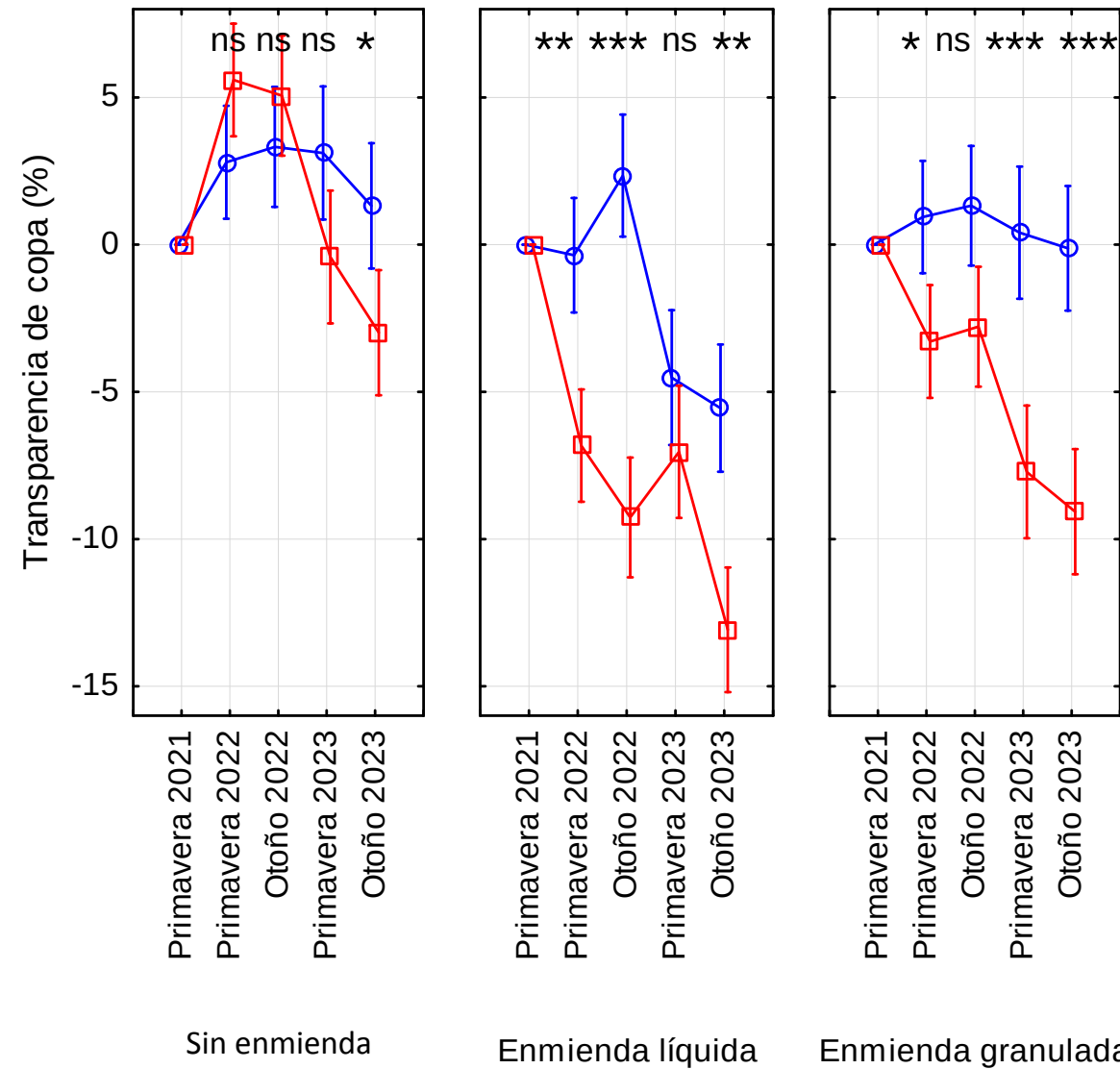
Pulverización con Saditrina

2.5. Ante interacción patógeno + laboreo (factor antrópico)

Fosfito 0,56%
200 kg/ha fosfato
+
Enmiendas calizas
~ 3 Tm/ha CaCO_3



García et al. (**resultados** de UEx sin publicar):



Tres fincas, 15 árboles por finca y tratamiento

En una finca el fosfito no fue efectivo

En una finca las enmiendas no fueron efectivas

Protocolo de manejo integrado

1. Reducir el inóculo con BioFence FL



2. Ayudar al árbol con Kalex EVO



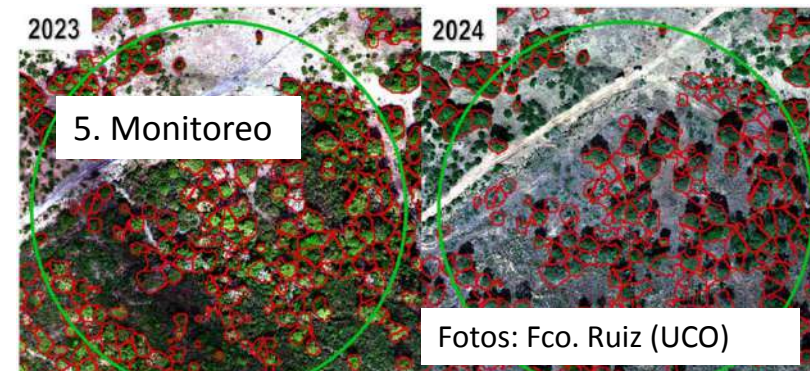
3. Pulverizar microorganismos



4. Medidas de higiene



5. Monitoreo



Fotos: Fco. Ruiz (UCO)

Ante interacción patógenos de suelo + clima + edad del arbolado

Incrementar la diversidad de especies (Jules et al. 2014. Ecosphere)

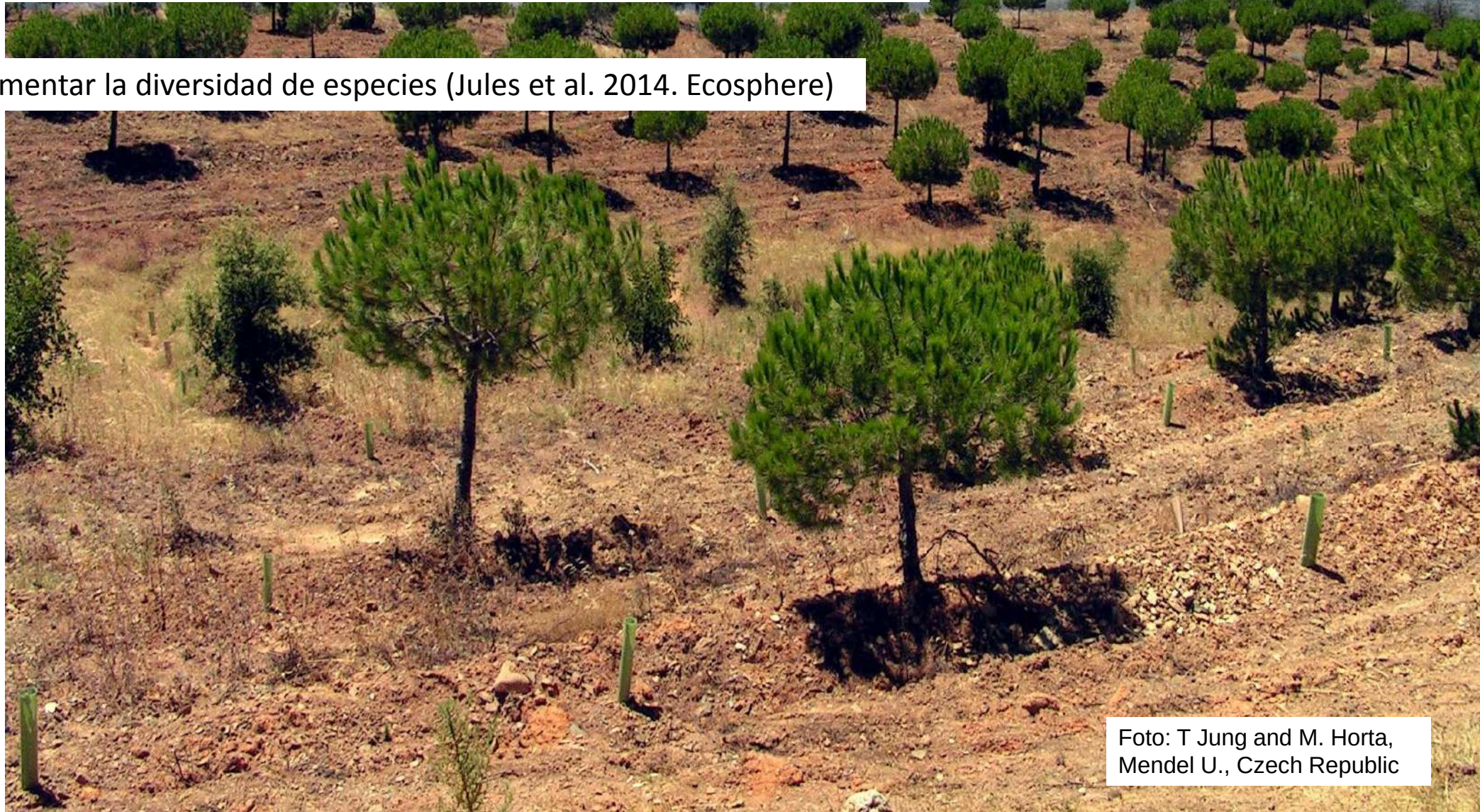


Foto: T Jung and M. Horta,
Mendel U., Czech Republic

Alfredo Ortiz Granado



Quercus suber
+
inductor de resistencia

Pinus pinea

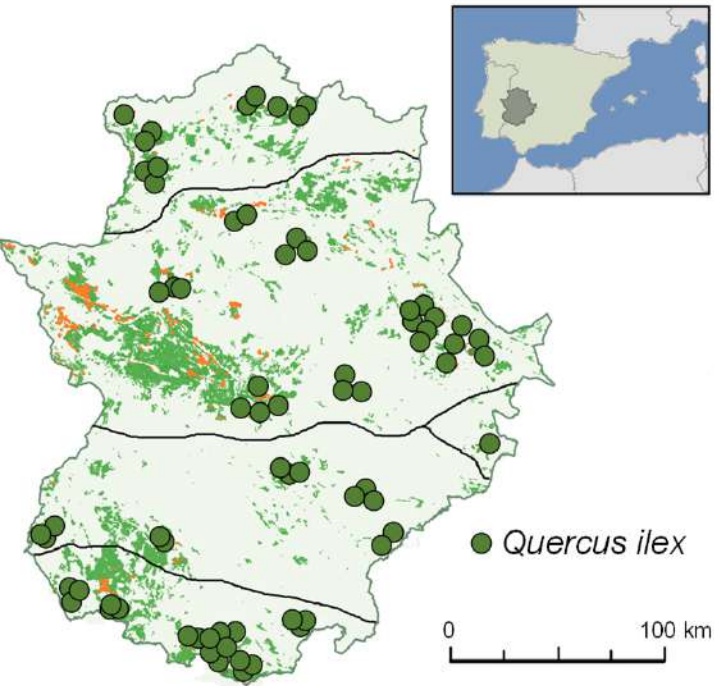
Fraxinus angustifolia

Ceratonia siliqua



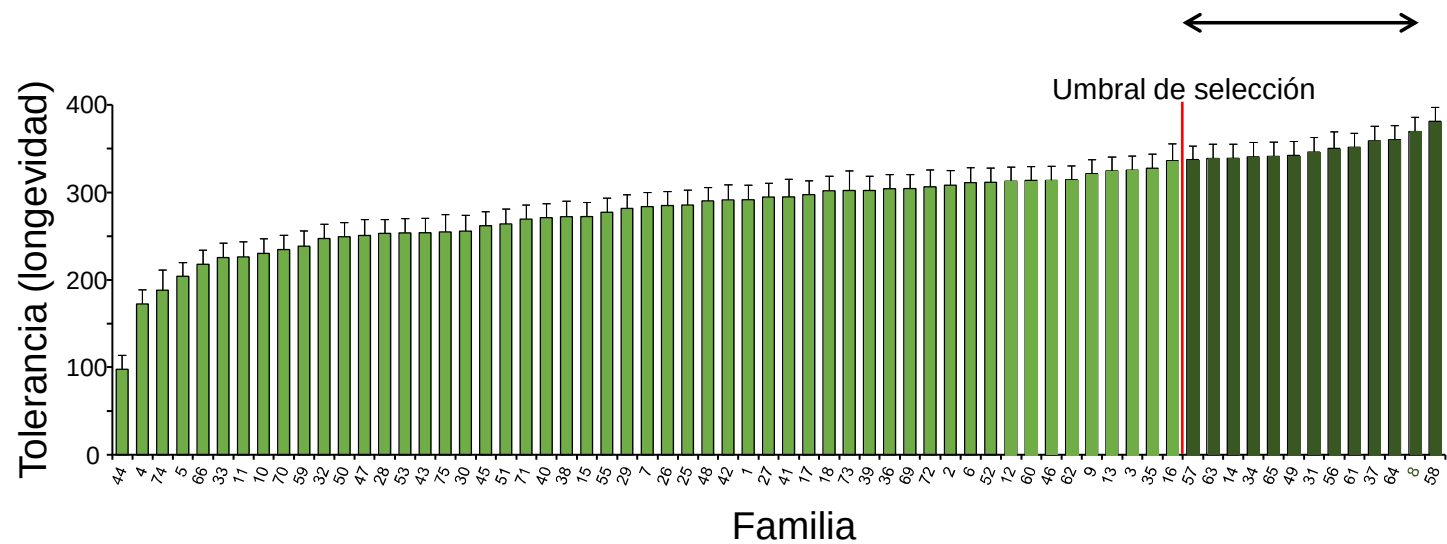
MeJA
Fosfito

2. Medida estrella: mejora genética



Programa extremeño de mejora, JuntaEx, Tragsa, UEx y Cicytex
(De la Mata et al 2014. Forestry)

Familias tolerantes a *Pc*
y a estrés hídrico

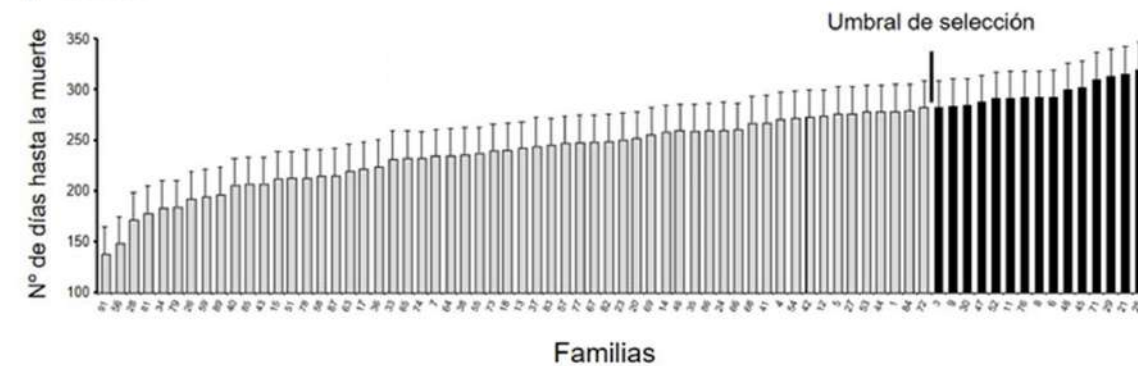


Programa nacional de mejora, MITERD (Felipe Pérez et al 2020. Foresta)

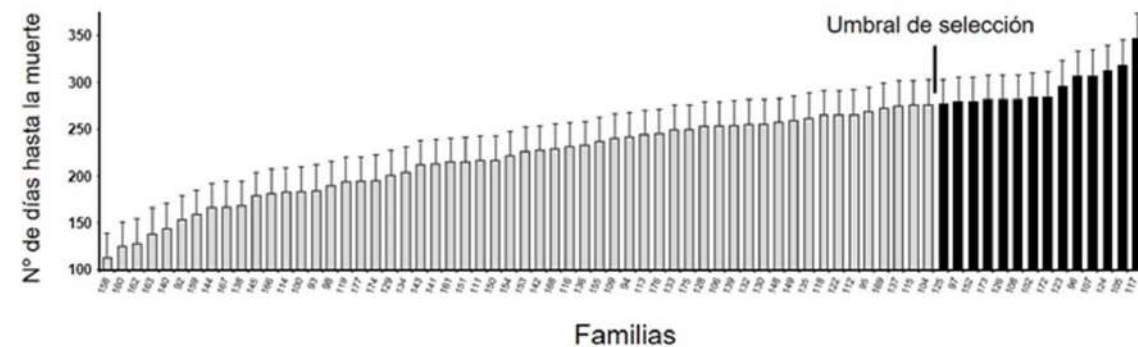


Selección de familias tolerantes y **estables** ante *Pc* y estrés hídrico

a) *Q. ilex*



b) *Q. suber*



Finca La Haza de la Concepción

En progreso otras parcelas



En progreso

Selección de familias tolerantes ante estrés hídrico y estrés térmico

(Hernández-Serrano et al 2025. 9CFE)

Encina y alcornoque, Centro Universitario de Plasencia



Utilizar material mejorado obtenido de:

- Mezcla de clones
- Progenitores de familia
- Huertos semilleros de alcornoque (Palazuelo y 'Huelva') y encina (Alacuás y 'Badajoz')

En progreso



3. Conclusiones

- El control de la seca no es una realidad todavía.
- El motivo radica en que la seca es compleja, multicausal, y un único procedimiento mitiga, tal vez y en determinadas circunstancias, una sola causa.
- Desconfianza hacia métodos de control que prometen eficacia al 100%. Lo que funciona en laboratorio/invernadero casi nunca lo hace en campo de manera sostenida, y en todas las dehesas.
- Un control eficaz tendría que aportar, combinadamente, perjuicio para los patógenos de raíz, beneficios al árbol, beneficios al suelo, y planta joven mejorada de encina y alcornoque o de otras especies. En la actualidad, este procedimiento integrado todavía no resulta viable técnica y económicamente.
- El esfuerzo que se dedica a la selección de árboles tolerantes a estrés combinado es prometedor. Deberían estudiarse, también, los mecanismos bioquímicos y genéticos que regulan la defensa del árbol.

Agradecimientos

Raúl de la Mata, Ana Hernández, Rubén González, Fco. Alcaide, Á. Camisón, J. Dorado, G. Moreno y Fco. Mateos (UEX)
Ignacio Baños y Rafael García (Lithium Iberia SL), Beatriz Cuenca, Laura Luquero, Gloria Carrera y Luis Ocaña (Tragsa)
Felipe Pérez, David León y José Luis del Pozo (MITERD), Gema Salvador, Alfredo Ortiz y Eduardo García (CH Tajo)
Younes Abbas (U. Sultan Moulay Slimane), Paula Serrano, Enrique Cardillo y Ramón Santiago (CICYTEX)
Federico Julián, Jesús Baena y J. Jesús Sánchez (Ambienta), Adrián Zambrano y Jorge Vega (Bosque Urbano)
Jesús García (Omya) y ... **gracias** a más personas ...



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural

