



El clima y los patógenos, aliados contra la supervivencia del encinar adehesado:

Manejo del Componente Biológico del Suelo

Córdoba, 1 de octubre de 2019



Rafael M^a Navarro Cerrillo

Francisco J. Ruiz Gómez

Alejandro Perez de Luque



Índice de la presentación

01



5'

INTRODUCCIÓN

01.1. Presentación

01.2. Problemas de sanidad forestal en Andalucía

01.3. El problema de la *seca* en Andalucía

02



20'

LA PODREDUMBRE RADICAL Y LA BIODIVERSIDAD EN LA DEHESA

02.1. Clima y *seca*

02.2. El componente biológico del suelo y la *seca*

02.3. Biodiversidad y *seca*

03



5'

UNIDAD MIXTA IFAPA-UCO

03.1. Hacia la integración de capacidades

03.2. Divulgación y Transferencia

03.3. Conclusiones



Índice de la presentación

01



5'

INTRODUCCIÓN

01.1. Presentación

01.2. Problemas de sanidad forestal en Andalucía

01.3. El problema de la *seca* en Andalucía

02



20'

LA PODREDUMBRE RADICAL Y LA BIODIVERSIDAD EN LA DEHESA

02.1. Clima y *seca*

02.2. El componente biológico del suelo y la *seca*

02.3. Biodiversidad y *seca*

03



5'

UNIDAD MIXTA IFAPA-UCO

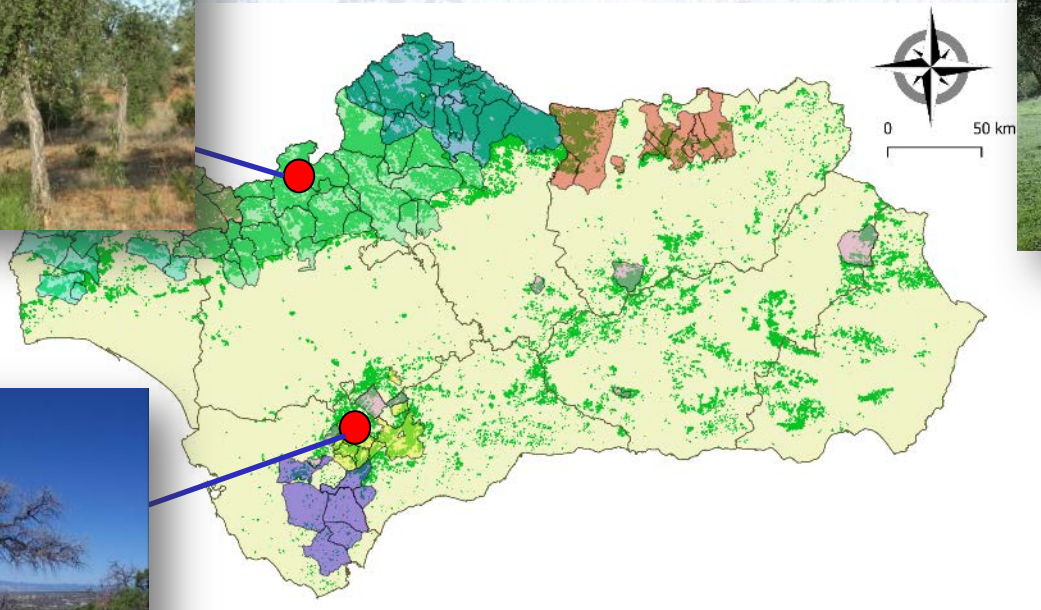
03.1. Hacia la integración de capacidades

03.2. Divulgación y Transferencia

03.3. Conclusiones



La dehesa: marco conceptual

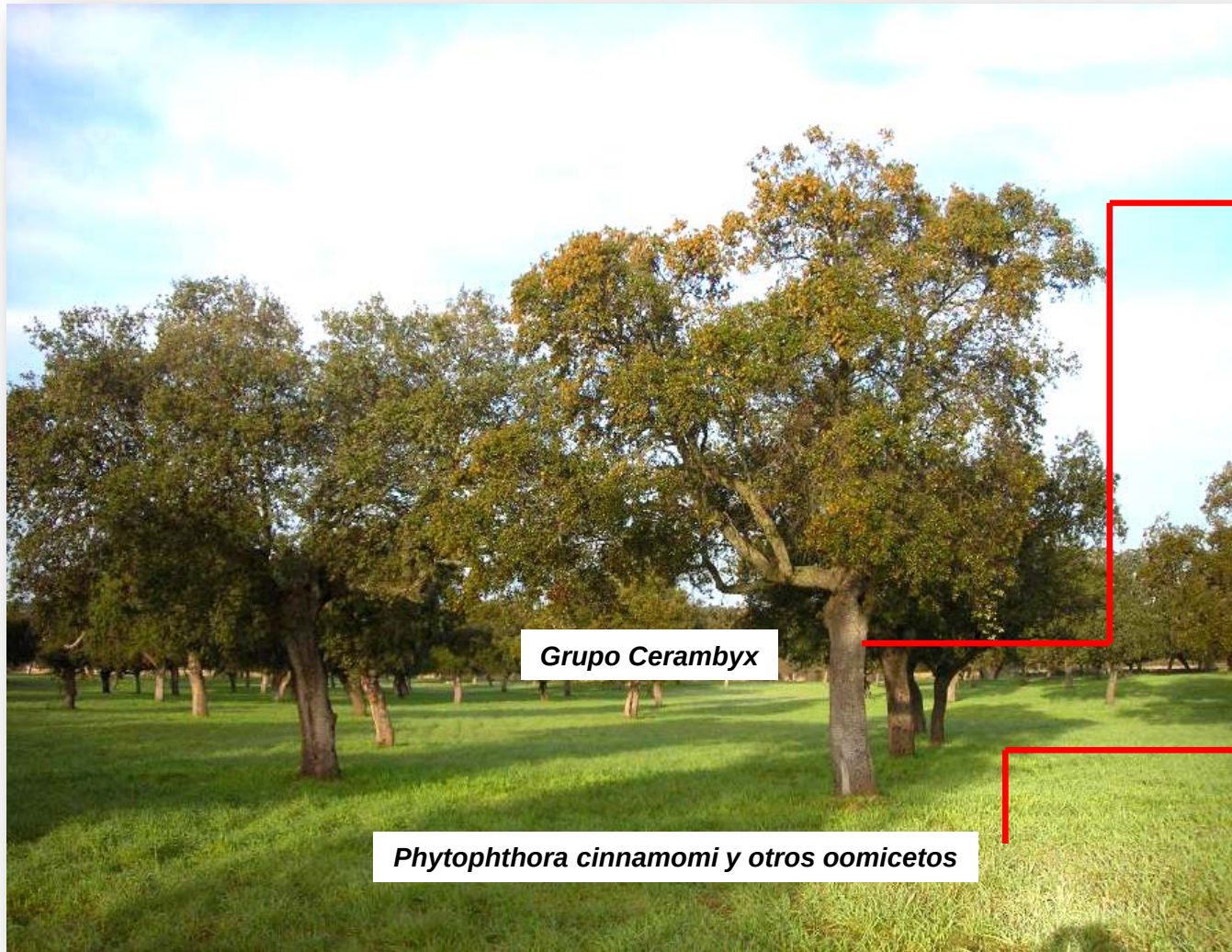


La sanidad forestal en la dehesa se ha convertido en un aspecto central de su gestión.



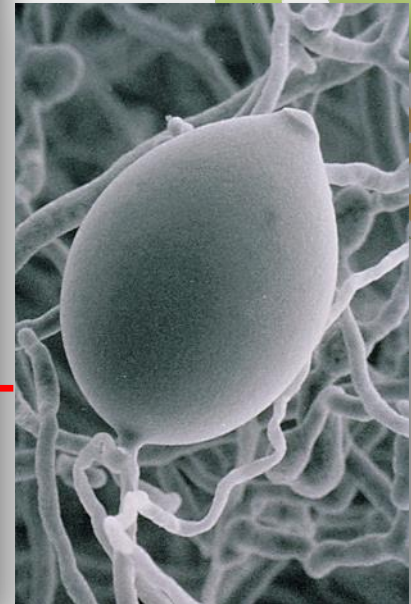


Agentes causales principales de deterioro en dehesas

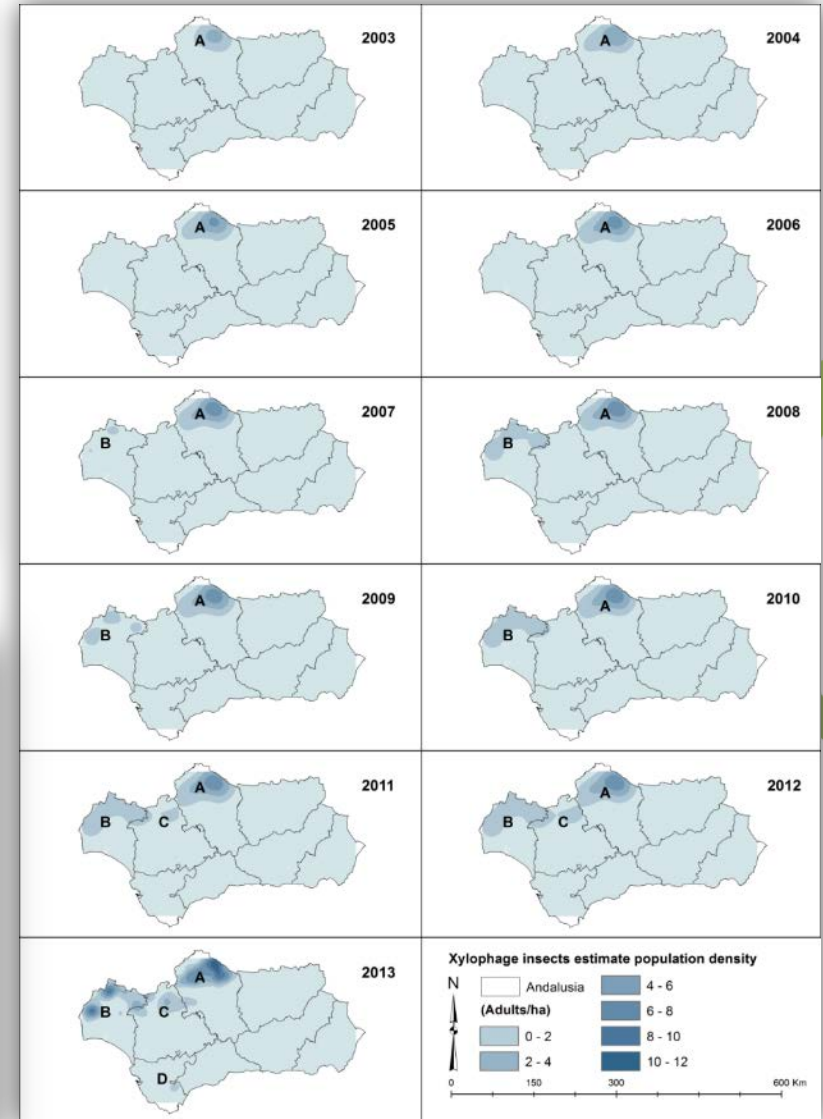
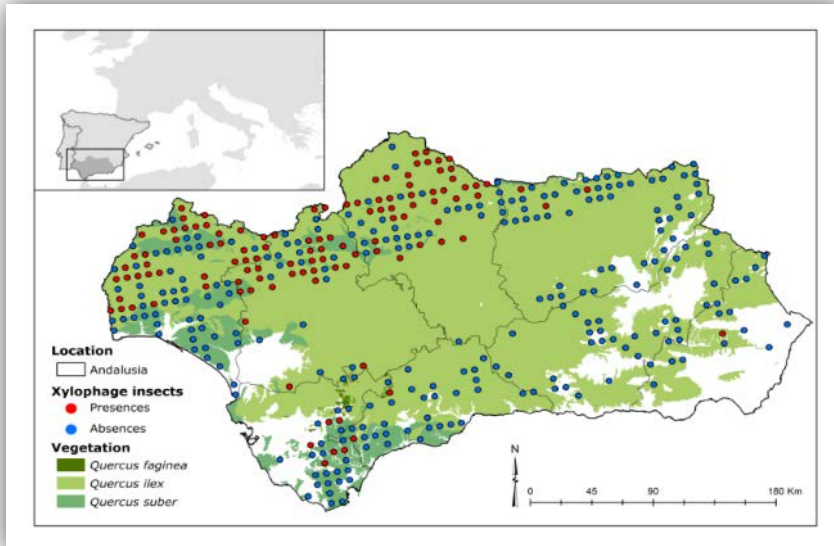


Grupo Cerambyx

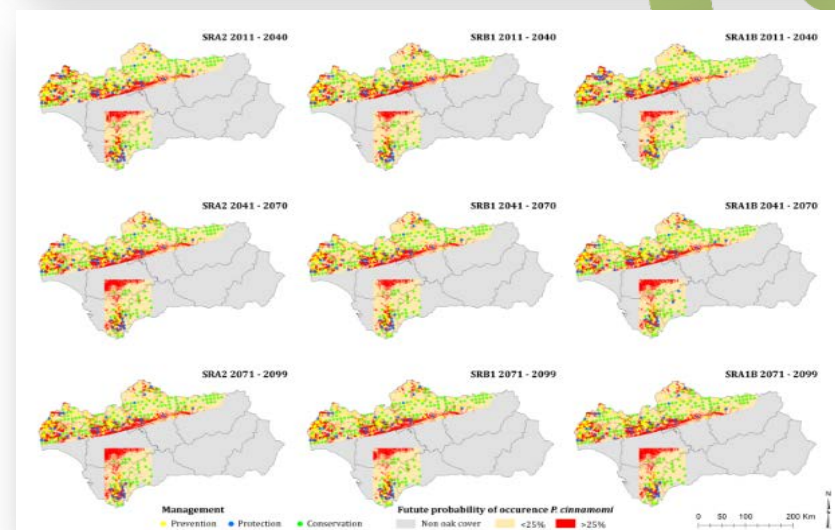
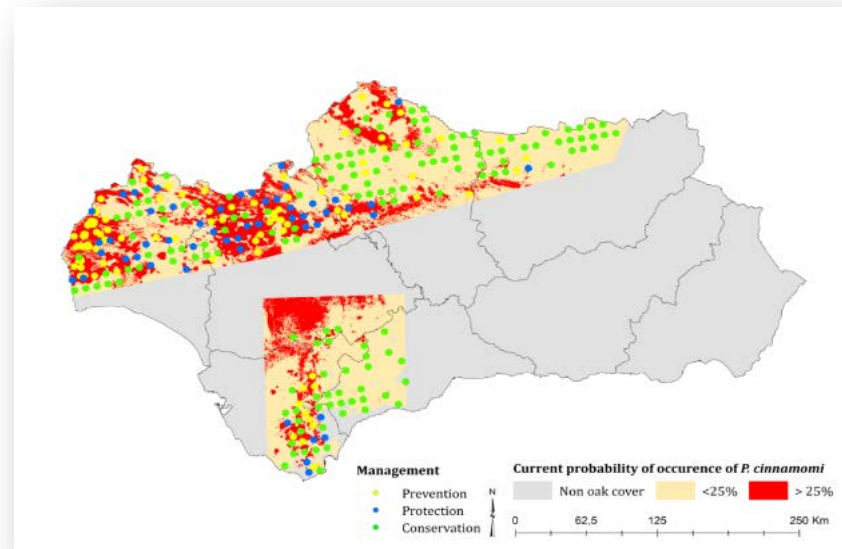
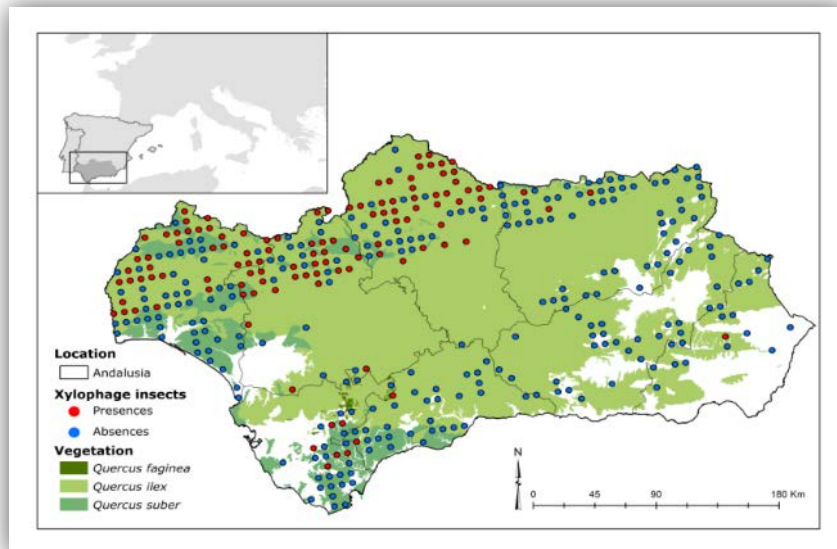
Phytophthora cinnamomi y otros oomicetos



Evolución temporal del grupo *Cerambyx* en Andalucía

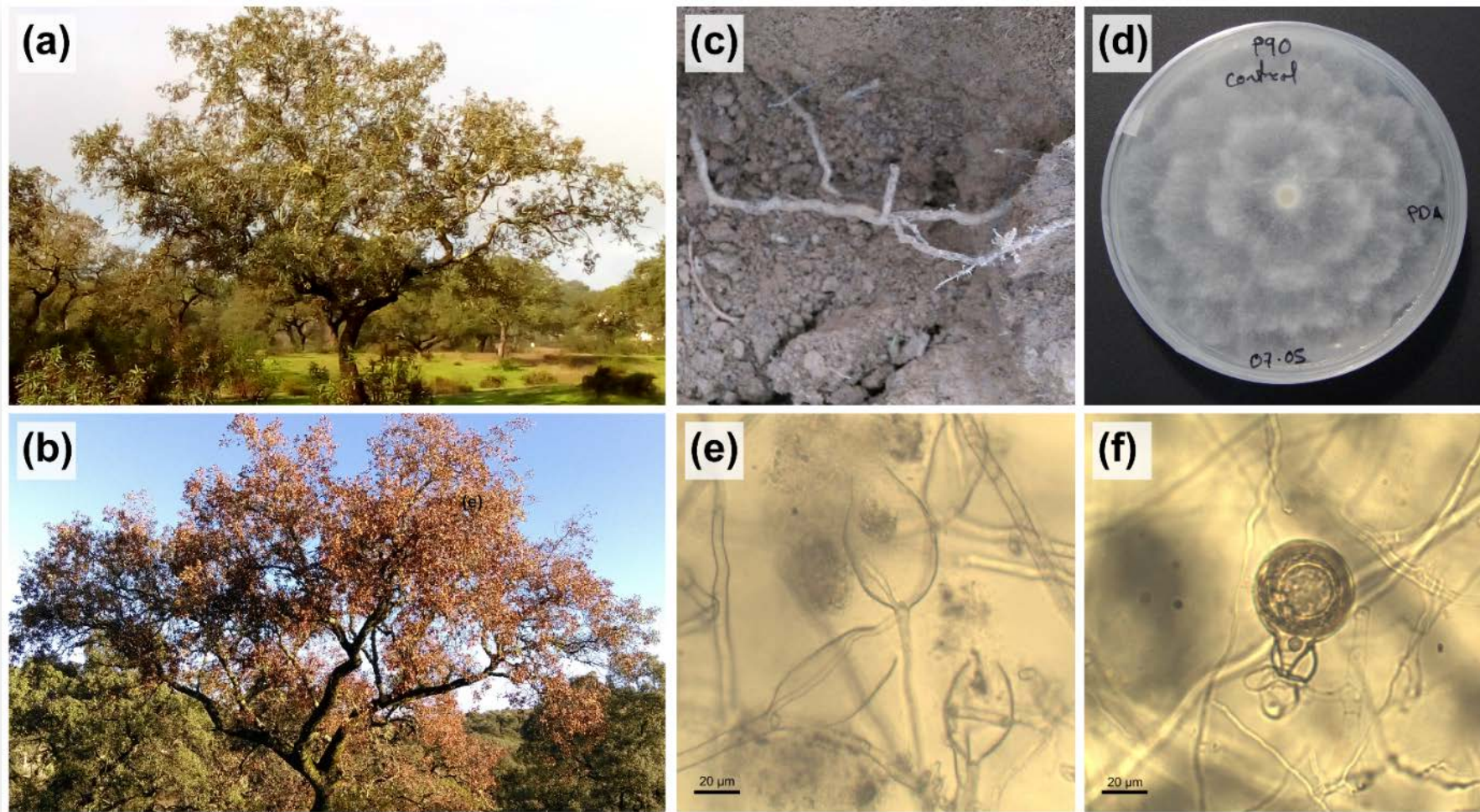


Phytophthora cinnamomi en Andalucía



La *seca* asociada a la podredumbre radical

La podredumbre radical es el agente biótico principal en los procesos de mortalidad de dehesas en Andalucía.



Índice de la presentación

01



5'

INTRODUCCIÓN

01.1. Presentación

01.2. Problemas de sanidad forestal en Andalucía

01.3. El problema de la *seca* en Andalucía

02



20'

LA PODREDUMBRE RADICAL Y LA BIODIVERSIDAD EN LA DEHESA

02.1. Clima y *seca*

02.2. El componente biológico del suelo y la *seca*

02.3. Biodiversidad y *seca*

03



5'

UNIDAD MIXTA IFAPA-UCO

03.1. Hacia la integración de capacidades

03.2. Divulgación y Transferencia

03.3. Conclusiones



La podredumbre radical y la biodiversidad en la dehesa

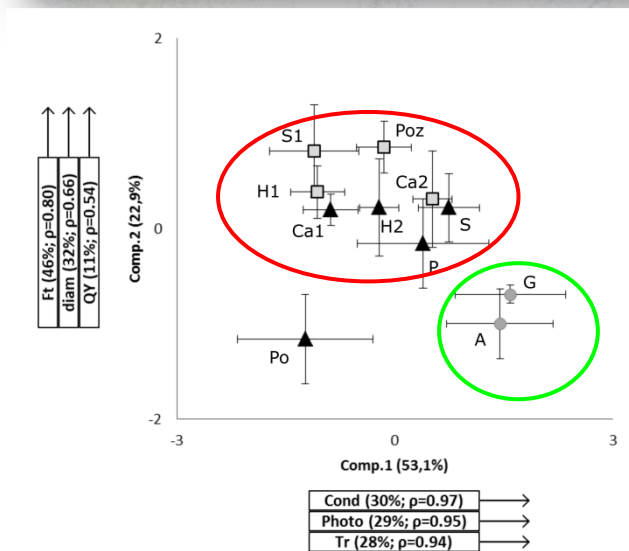
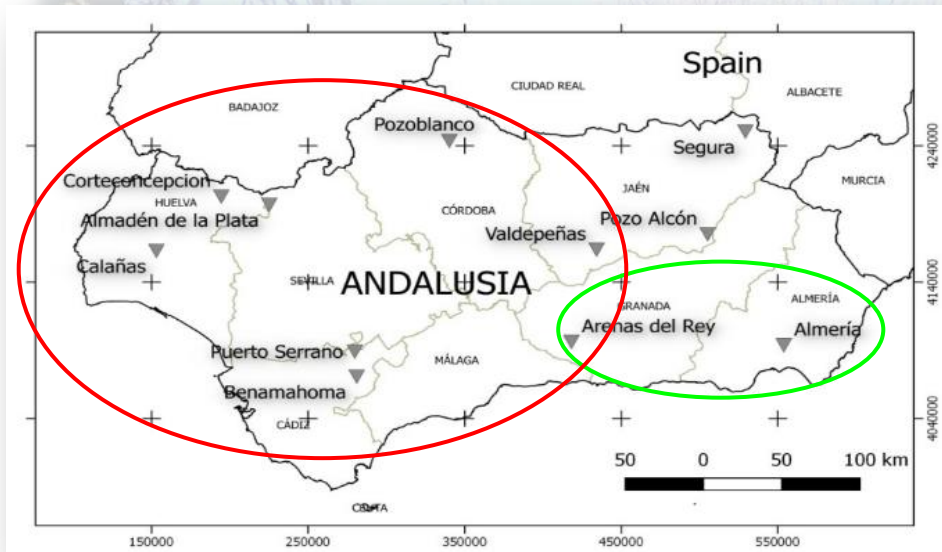
01

RELACIÓN ENTRE EL CLIMA Y LA SECA

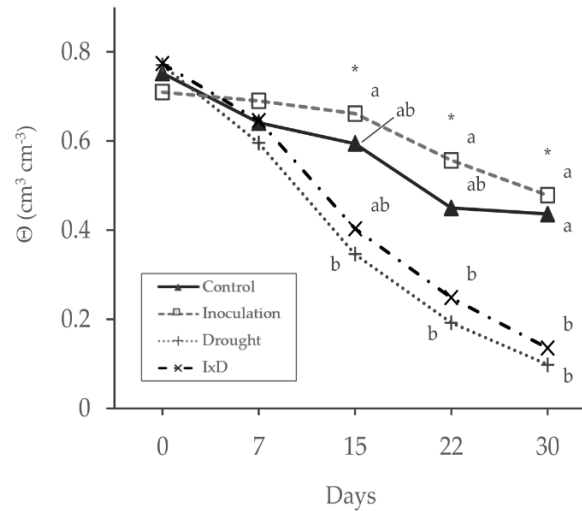
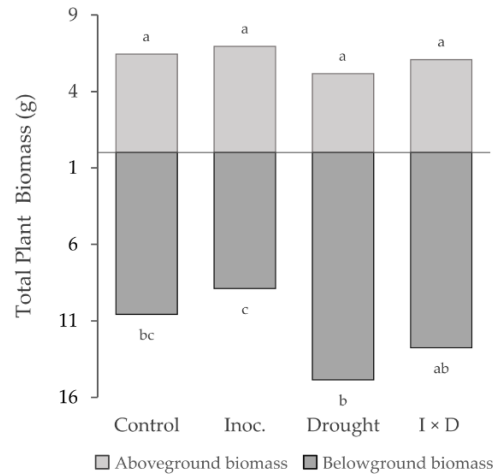
La sequía como detonante y aliado de *Phytophthora cinnamomi* en la seca de los *Quercus*



La podredumbre radical y la biodiversidad en la dehesa

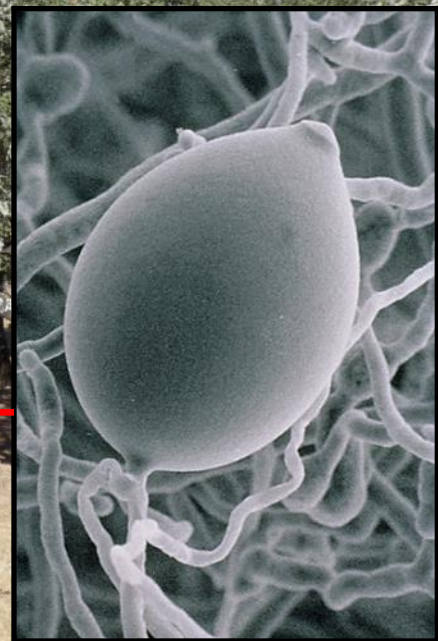
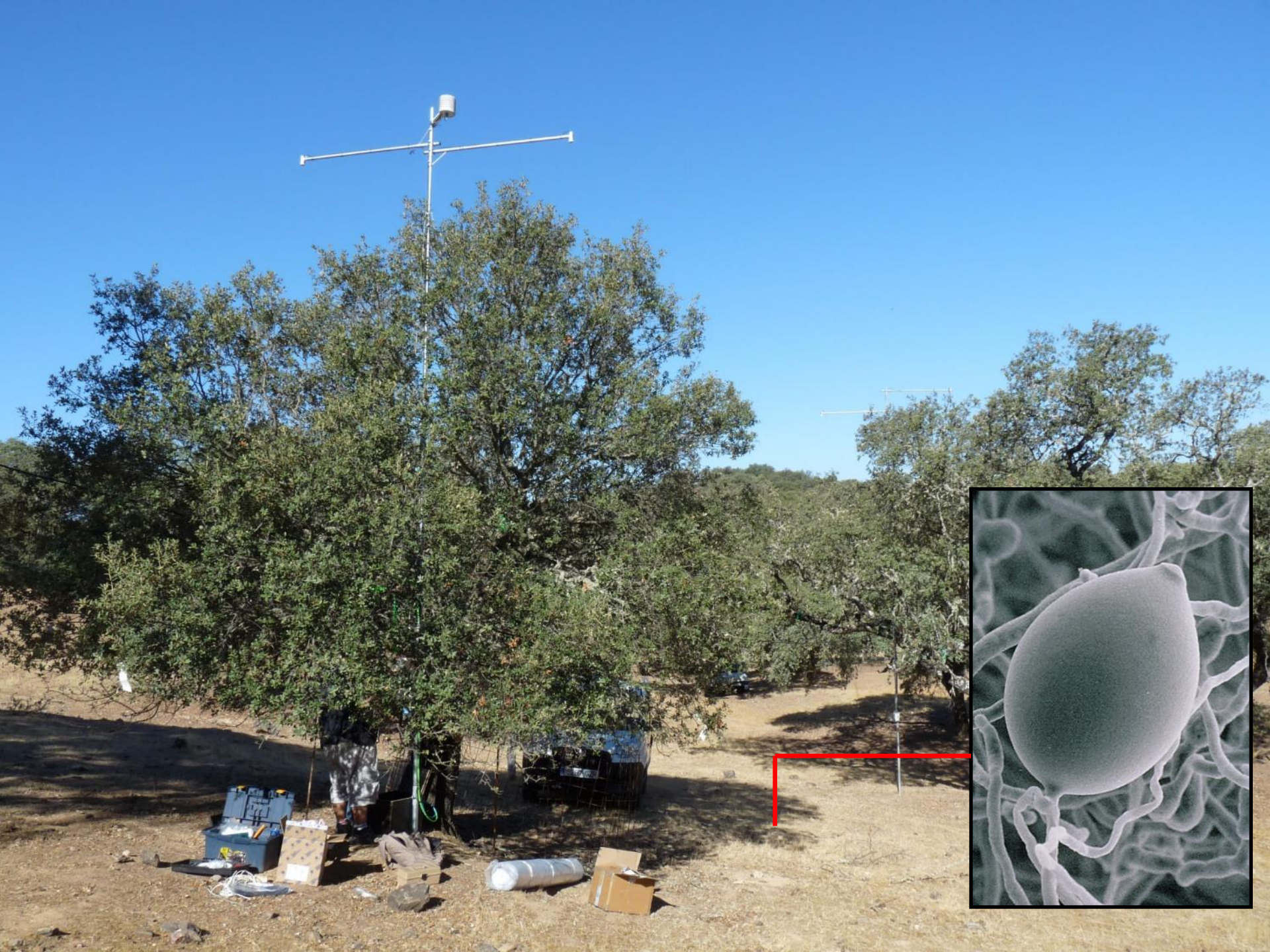


La podredumbre radical y la sequía



	df	A	Gs	QY	θ
<i>Interacción entre sujetos</i>					
Inoculación (I)	1	31.531***	0.016**	0.183**	0.047*
Sequía (S)	1	86.041***	0.010*	0.001	0.660**
I x S	1	0.394	0.000	0.351***	0.002
Error	16	31.698	0.023	0.304	0.058

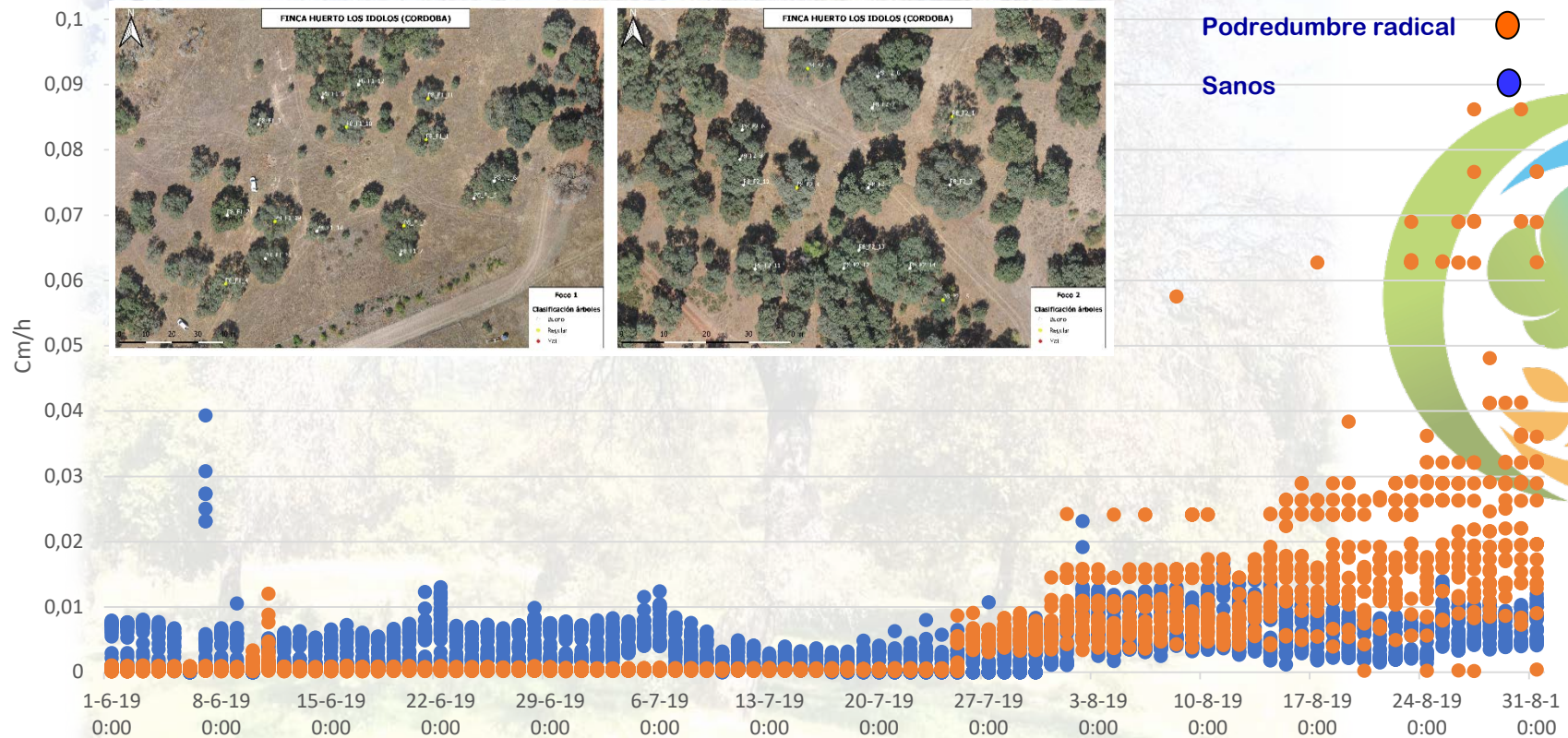




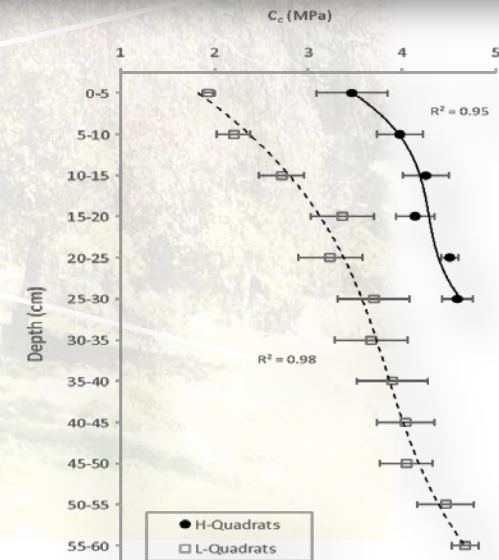
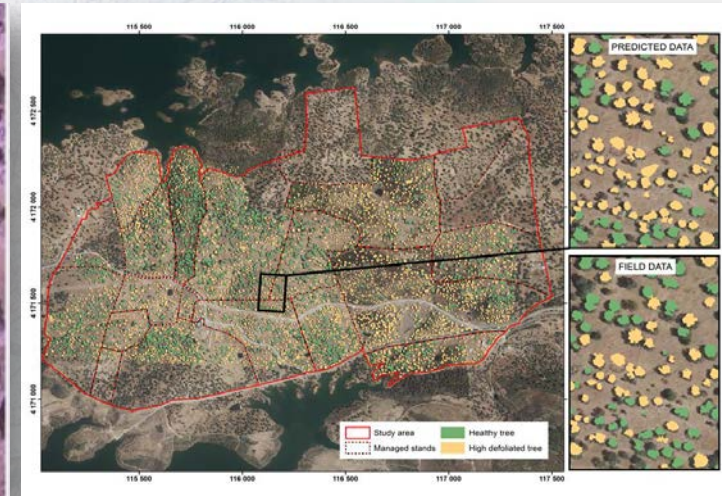


La podredumbre radical y la biodiversidad en la dehesa

Velocidad de flujo de savia entre julio y agosto 2019



La podredumbre radical y la biodiversidad de la dehesa



La podredumbre radical y la biodiversidad en la dehesa

01

RELACIÓN ENTRE EL CLIMA Y LA SECA

La sequía como detonante y aliado de *Phytophthora cinnamomi* en la seca de los *Quercus*



02

EL SUELO DE LA DEHESA Y LA BIODIVERSIDAD DEL COMPONENTE BIOLÓGICO

El componente biológico del suelo (CBS) ha mostrado tener una alta biodiversidad de organismos, patógenos, pero también esenciales para el buen estado de la dehesa.



La biodiversidad del suelo en la dehesa

Clasificación:

Cuadrado: Parcelas con cobertura de Encinar > 85%, Defoliación > 25% y presencia de cerambix y/o Pt y/o Diplodia de tronco y/o Pudrición por hongos.

Estrella: Parcelas con cobertura de Encinar > 85% y elevada Mortalidad

Círculos: Parcelas con positivo de Pt

En el análisis se han considerado las parcelas desde el año 2003, por la mayor fiabilidad de los datos.

Córdoba: Positivos (n=8), Mortalidad (n=10) y Defoliados (n=23)

Huelva: Positivos (n=14), Mortalidad (n=9) y Defoliados (n=9)

Sevilla: Positivos (n=5), Mortalidad (n=7) y Defoliados (n=5)

Criterio de Elección: Puntos positivos de la Red Seda

(Color Rojo) más los puntos de elevada

Mortalidad y Defoliación seleccionados según su distribución espacial.

Final por Provincias: (Rojos + Naranjas)

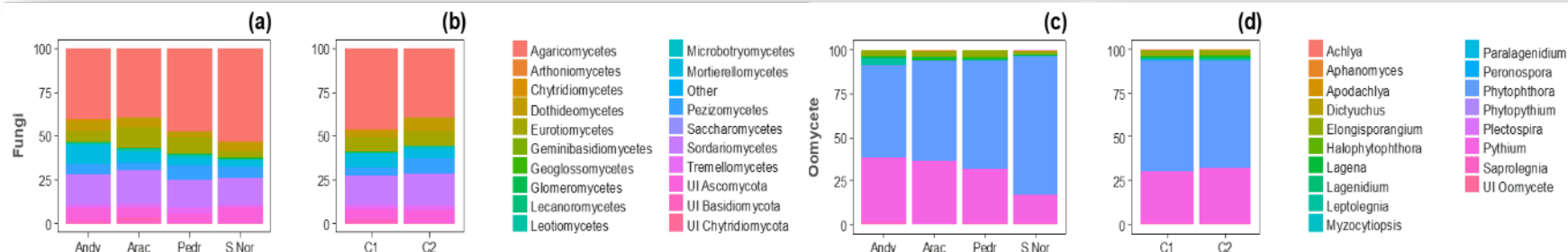
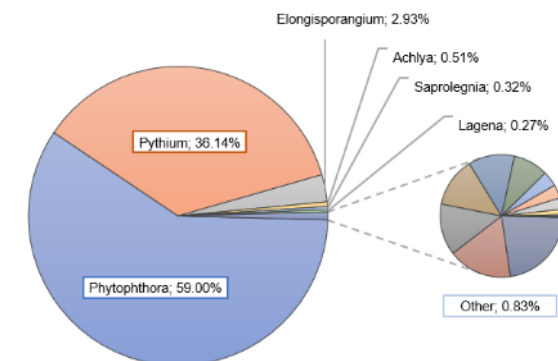
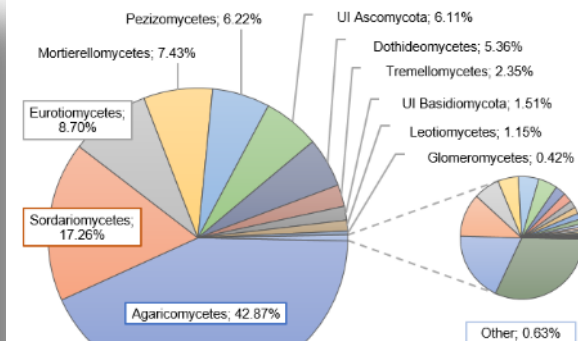
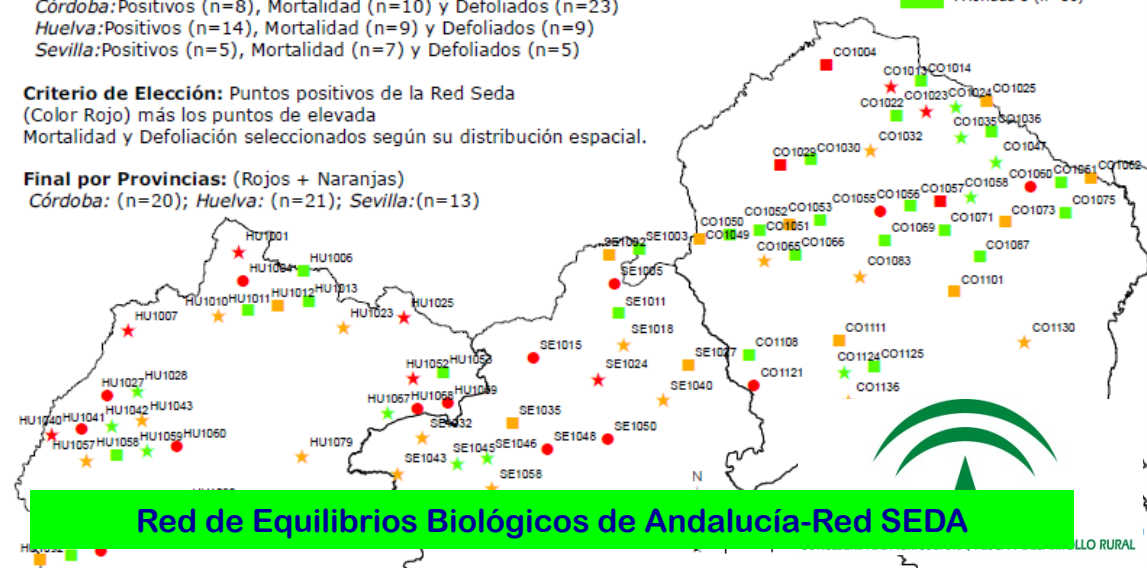
Córdoba: (n=20); **Huelva:** (n=21); **Sevilla:** (n=13)

Legenda

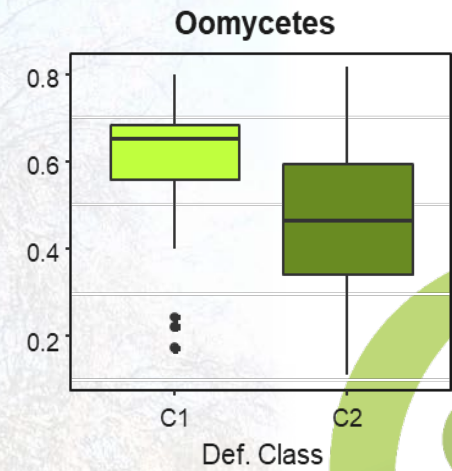
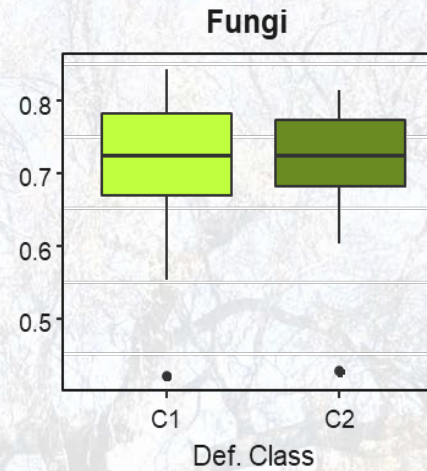
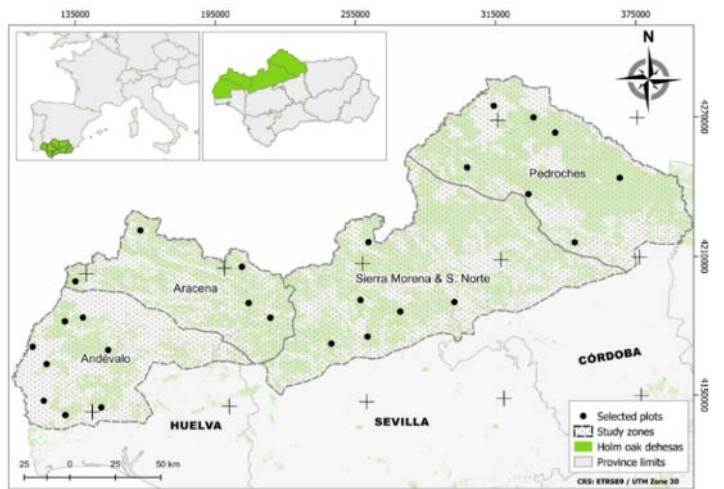
- (>) Defoliación (n=40)
- ★ (>) Mortalidad (n=25)
- (+) Pt sin Reposición (n=15)

Clasificación

- Prioridad 1 (n=27)
- Prioridad 2 (n=27)
- Prioridad 3 (n=36)



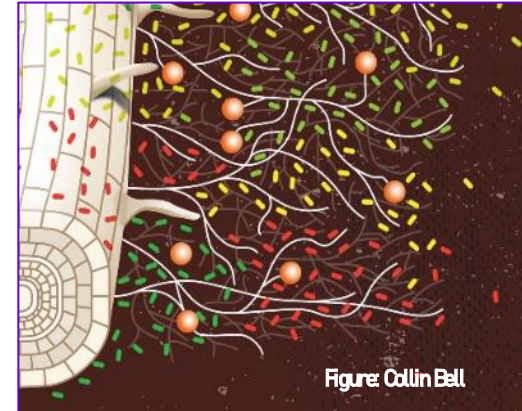
La biodiversidad del suelo en la dehesa



La biodiversidad del suelo en la dehesa

TOLERANCIA vs. ESCAPE

- **Micrositio (Topografía, condiciones suelo...)**
- **Influencia de la microbiota en el estado fitosanitario**
 - Ectomycorrhiza, Arbuscular Mycorrhiza, bacteria...
 - Endophytes, phytopathogens
- **Relaciones ecosistémicas en el suelo**
 - Antagonismo
 - Antibiosis
 - Parasitismo

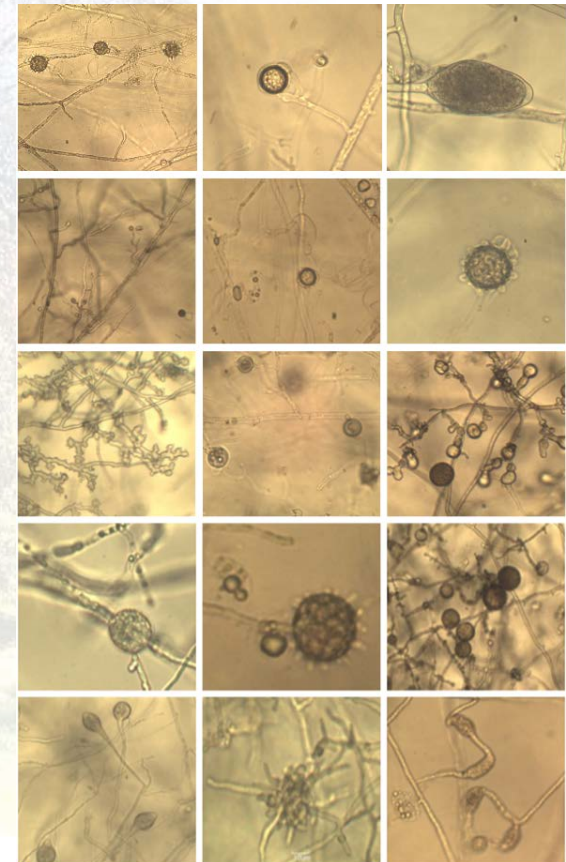


La biodiversidad del suelo en la dehesa

Bioma central:

- Hasta 350 especies de hongo comunes en al menos el 50% de las dehesas estudiadas
- Más de 1800 especies diferentes identificadas
- Diversas especies del género *Phytophthora* spp.

	OTUID	Taxon	Functional Guild	% of Tot. Freq.	% of Tot. samples
Oomycetes	OTU#1	<i>s_Phytophthora plurivora</i>	Plant Pathogen	15.2%	100.0%
	OTU#6	<i>s_Pythium parvoscandium</i>	Plant Pathogen	7.8%	70.9%
	OTU#10	<i>s_Phytophthora psychrophila</i>	Plant Pathogen	6.0%	61.8%
	OTU#3	<i>s_Phytophthora quercina</i>	Plant Pathogen	4.7%	87.3%
	OTU#9	<i>s_Phytophthora citrophthora</i>	Plant Pathogen	3.5%	76.4%
	OTU#17	<i>s_Pythium heterothallicum</i>	Plant Pathogen	3.2%	76.4%
	OTU#15	<i>s_Pythium irregulare</i>	Plant Pathogen	3.0%	72.7%
	OTU#7	<i>s_Bongisporangium undulatum</i>	Plant Pathogen	2.6%	90.9%
	OTU#4	<i>s_Phytophthora cinnamomi</i>	Plant Pathogen	2.2%	52.7%
	OTU#16	<i>g_Pythium sp.</i>	Plant Pathogen	1.7%	60.0%
Fungi	OTU#3	<i>s_Mortierella elongata</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	4.4%	100.0%
	OTU#2	<i>g_Fusarium sp.</i>	Plant Pathogen- Soil-Plant Saprotroph	3.4%	100.0%
	OTU#8	<i>s_Russula praetervisa</i>	Ectomycorrhizal	1.6%	94.5%
	OTU#11	<i>s_Mortierella elongata</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	1.3%	90.9%
	OTU#24	<i>g_Solicozozyma sp.</i>	Unassigned	1.1%	100.0%
	OTU#9	<i>g_Thelonectria sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph	1.0%	100.0%
	OTU#25	<i>g_Penicillium sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph	0.9%	100.0%
	OTU#51	<i>s_Trichoderma sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	0.7%	98.2%
	OTU#48	<i>s_Olonastachys rosea</i>	Soil-Plant Saprotroph	0.7%	98.2%
	OTU#15	<i>s_Trichoderma hamatum</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	0.7%	94.5%



La biodiversidad del suelo en la dehesa

Bioma central:

- Hasta 350 especies de hongo comunes en al menos el 50% de las dehesas estudiadas
- Más de 1800 especies diferentes identificadas
- Diversas especies del género *Phytophthora* spp.

	OTUID	Taxon	Functional Guild	% of Tot. Freq.	% of Tot. samples
Oomycetes	OTU#1	<i>s_Phytophthora plurivora</i>	Plant Pathogen	15.2%	100.0%
	OTU#6	<i>s_Pythium paroeandrum</i>	Plant Pathogen	7.8%	70.9%
	OTU#10	<i>s_Phytophthora psychrophila</i>	Plant Pathogen	6.0%	61.8%
	OTU#3	<i>s_Phytophthora quercina</i>	Plant Pathogen	4.7%	87.3%
	OTU#9	<i>s_Phytophthora citrophthora</i>	Plant Pathogen	3.5%	76.4%
	OTU#17	<i>s_Pythium heterothallicum</i>	Plant Pathogen	3.2%	76.4%
	OTU#15	<i>s_Pythium irregulare</i>	Plant Pathogen	3.0%	72.7%
	OTU#7	<i>s_Elongisporangium undulatum</i>	Plant Pathogen	2.6%	90.9%
	OTU#4	<i>s_Phytophthora cinnamomi</i>	Plant Pathogen	2.2%	52.7%
	OTU#16	<i>g_Pythium sp.</i>	Plant Pathogen	1.7%	60.0%
Fungi	OTU#3	<i>s_Mortierella elongata</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	4.4%	100.0%
	OTU#2	<i>g_Fusarium sp.</i>	Plant Pathogen- Soil-Plant Saprotroph	3.4%	100.0%
	OTU#8	<i>s_Russula praetervisa</i>	Ectomycorrhizal	1.6%	94.5%
	OTU#11	<i>s_Mortierella elongata</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	1.3%	90.9%
	OTU#24	<i>g_Solicozozyma sp.</i>	Unassigned	1.1%	100.0%
	OTU#9	<i>g_Thelonectria sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph	1.0%	100.0%
	OTU#25	<i>g_Penicillium sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph	0.9%	100.0%
	OTU#51	<i>s_Trichoderma sp.</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	0.7%	98.2%
	OTU#48	<i>s_Olonastachys rosea</i>	Soil-Plant Saprotroph	0.7%	98.2%
	OTU#15	<i>s_Trichoderma hamatum</i>	Soil-Plant Saprotroph - Endophyte	0.7%	94.5%

Trichoderma sp. (OTU#51)

OTUs	Assigned Taxon	p
OTU#1	<i>P. plurivora</i>	-0,392**
OTU#6	<i>Py. paroeandrum</i>	-0,263*
OTU#10	<i>P. psychrophila</i>	-0,272*
OTU#9	<i>P. citrophthora</i>	-0,378**
OTU#7	<i>E. undulatum</i>	-0,325*
OTU#4	<i>P. cinnamomi</i>	-0,345**
OTU#5	<i>P. cactorum</i>	-0,277*
OTU#8	<i>P. gonapodyides</i>	-0,308*
OTU#2	<i>Pythium sp.</i>	-0,395**
OTU#14	<i>P. cambivora</i>	-0,379**

La biodiversidad del suelo en la dehesa

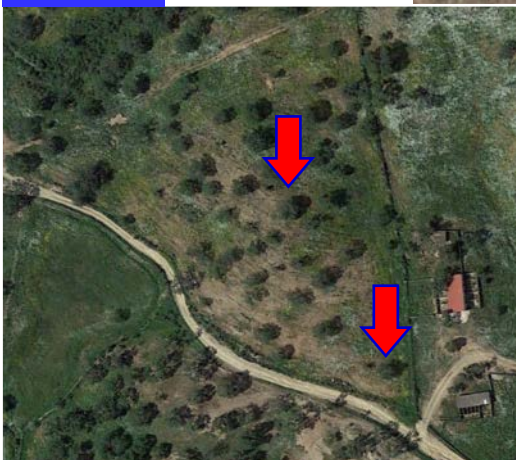
2010



2018

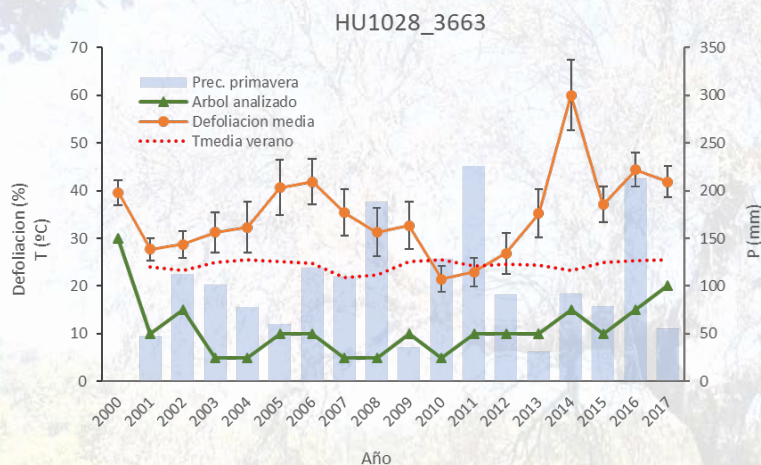


2015

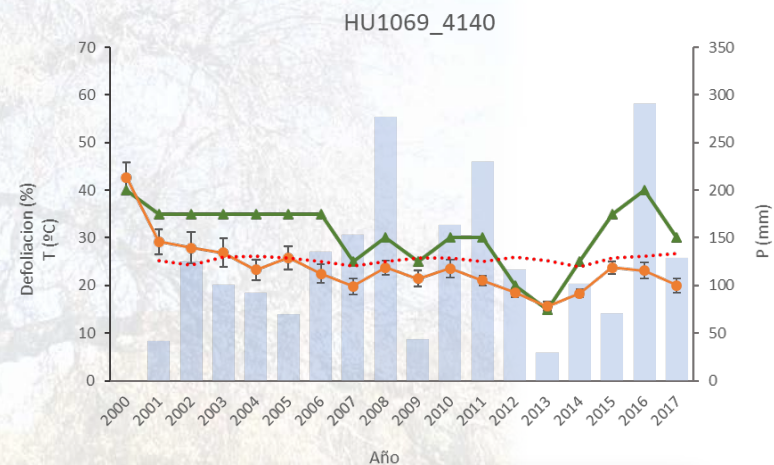


La biodiversidad del suelo en la dehesa

Trichoderma spp+
P. cinnamomi



P. cinnamomi



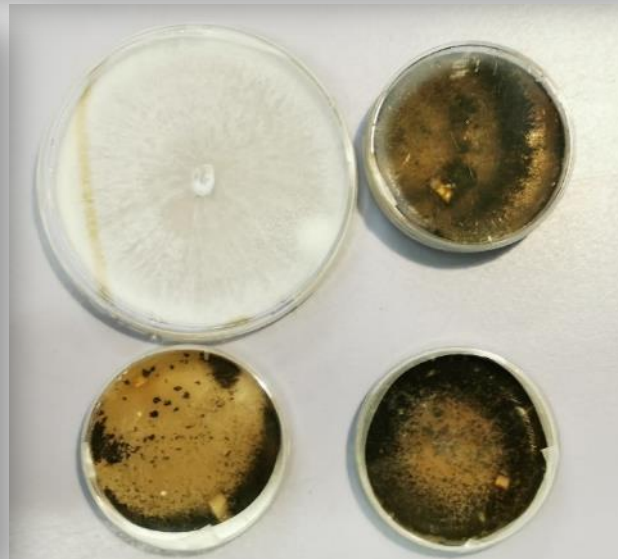
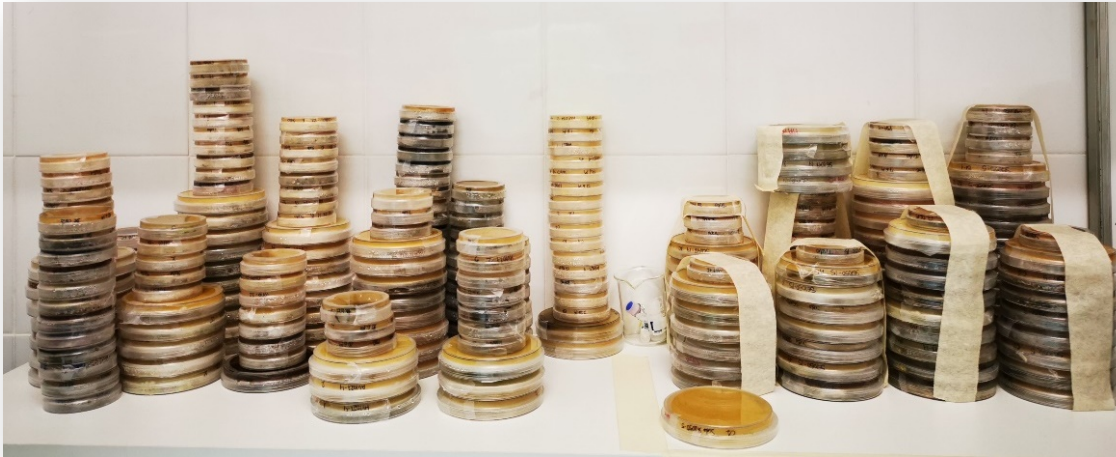
	Trich	F_Trich	F_Phy
F_Trich	0,817**		
F_Phy	-0,455**	-0,467**	
DEFO	-0,478**	-0,347**	0,112



Sistemas de diagnóstico molecular de alta fiabilidad

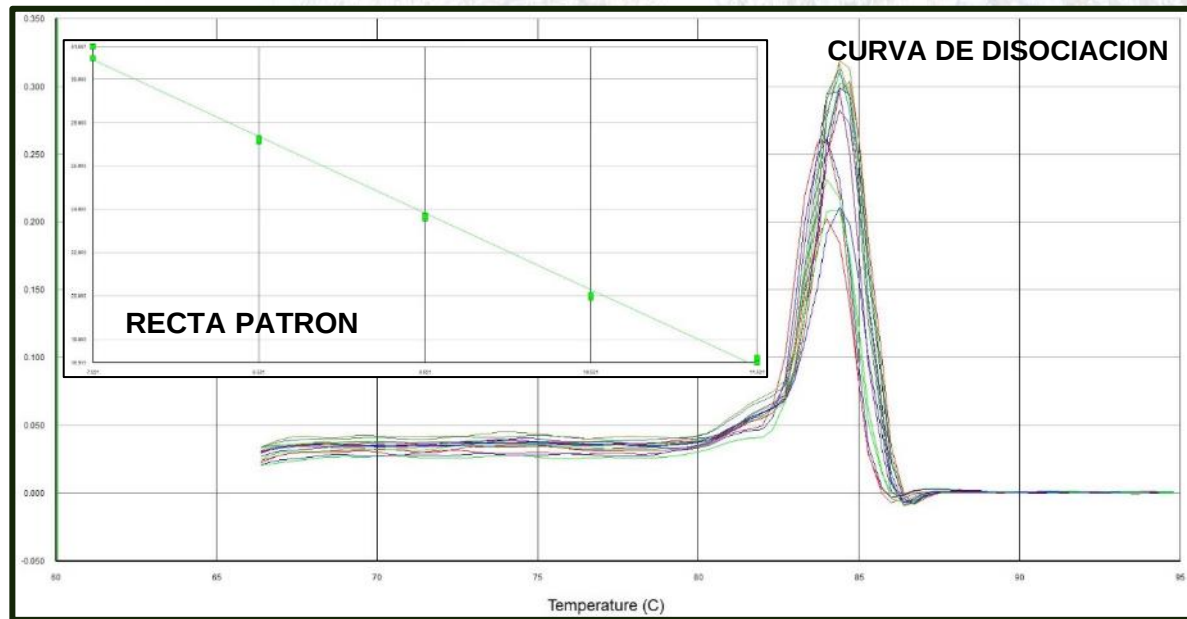
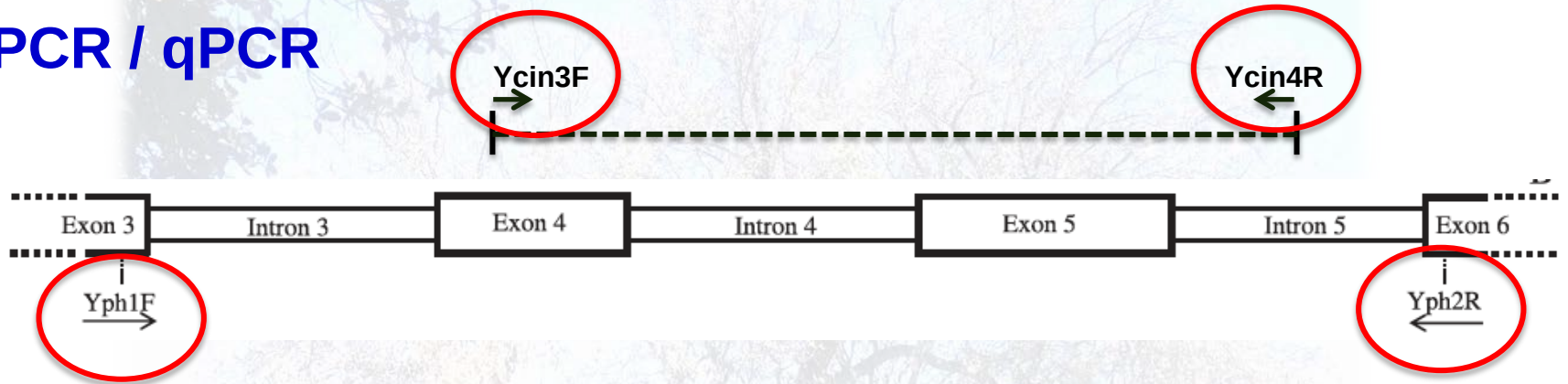
Necesitamos una metodología

- EFICAZ
- SENCILLA
- BARATA
- RÁPIDA

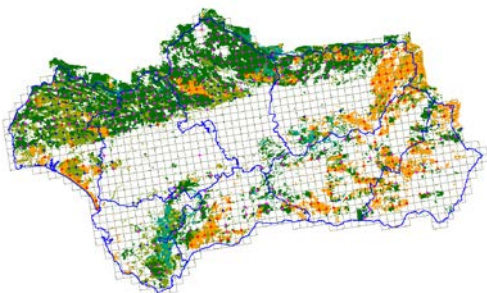


Sistemas de diagnóstico molecular de alta fiabilidad

PCR / qPCR



La ciencia ciudadana y la podredumbre radical

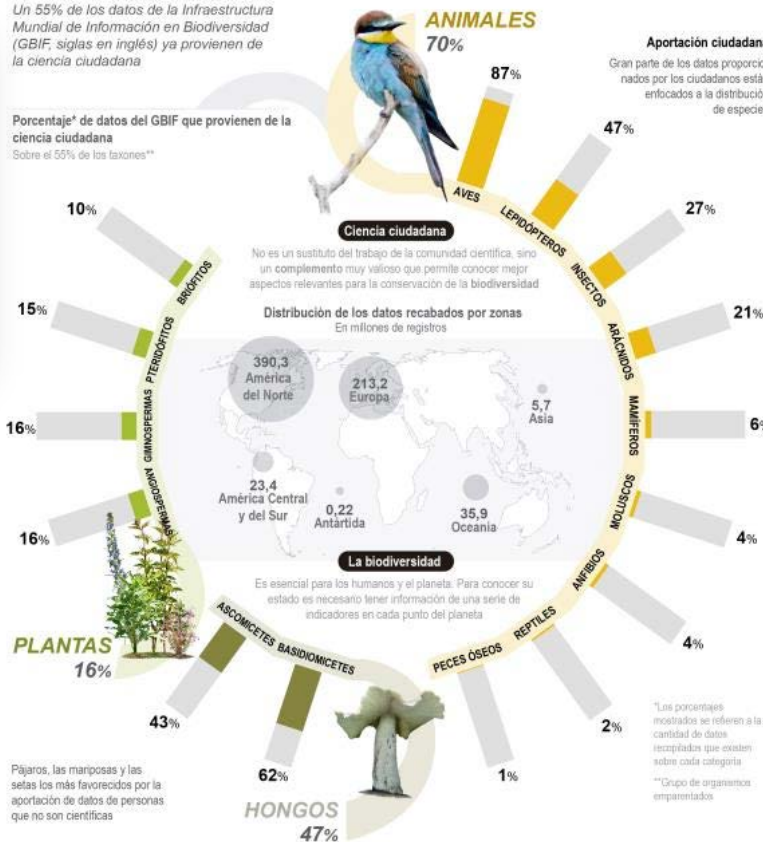


Ciencia ciudadana

Un 55% de los datos de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, siglas en inglés) ya provienen de la ciencia ciudadana

Porcentaje* de datos del GBIF que provienen de la ciencia ciudadana

Sobre el 55% de los taxones**



Fuente: Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF)

Ilustración: Miquel / Agencia EFE



Larva de *Curculio elephas* y, arriba a la derecha, frutos dañados por *Curculio elephas*

COVAP
cuidamos lo nuestro

La podredumbre radical y la biodiversidad en la dehesa

01

RELACIÓN ENTRE EL CLIMA Y LA SECA

La sequía como detonante y aliado de *Phytophthora cinnamomi* en la seca de los *Quercus*



02

EL SUELO DE LA DEHESA Y LA BIODIVERSIDAD DEL COMPONENTE BIOLÓGICO

El componente biológico del suelo (CBS) ha mostrado tener una alta biodiversidad de organismos, patógenos, pero también esenciales para el buen estado de la dehesa.



03

LA BIODIVERSIDAD VEGETAL COMO RECURSO CONTRA LA SECA

La diversidad genética del encina-alcornocal de Andalucía es un recurso de alto valor en la lucha contra la podredumbre radical.



Marcadores moleculares de tolerancia a *Phytophthora cinnamomi*

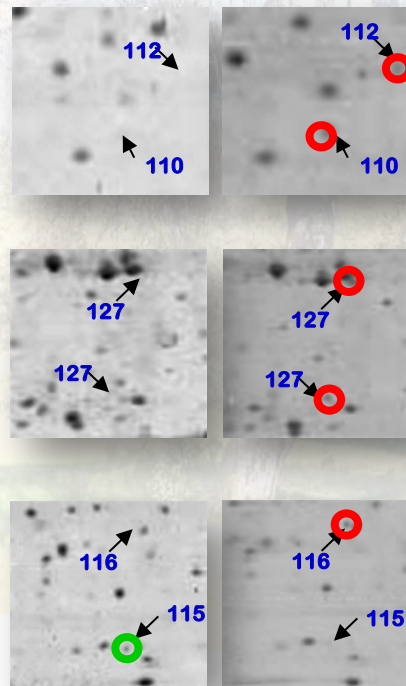
Variabilidad de poblaciones

Estudios de variabilidad de poblaciones andaluzas y respuesta a estrés biótico y abiótico



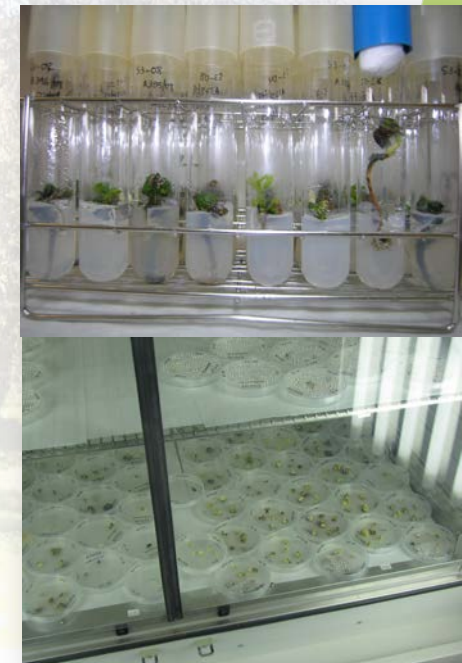
Marcadores moleculares

Identificación de marcadores moleculares de respuesta a estrés

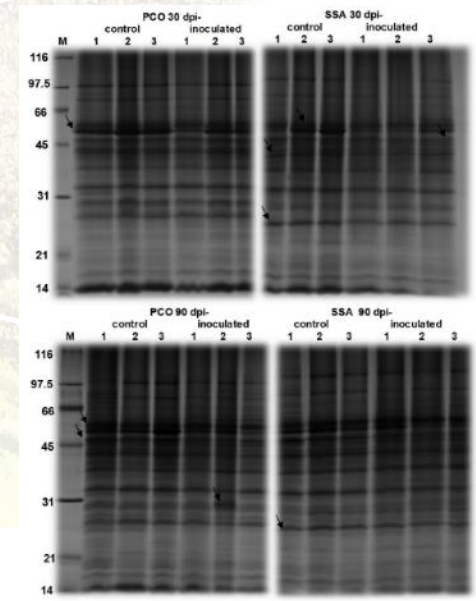
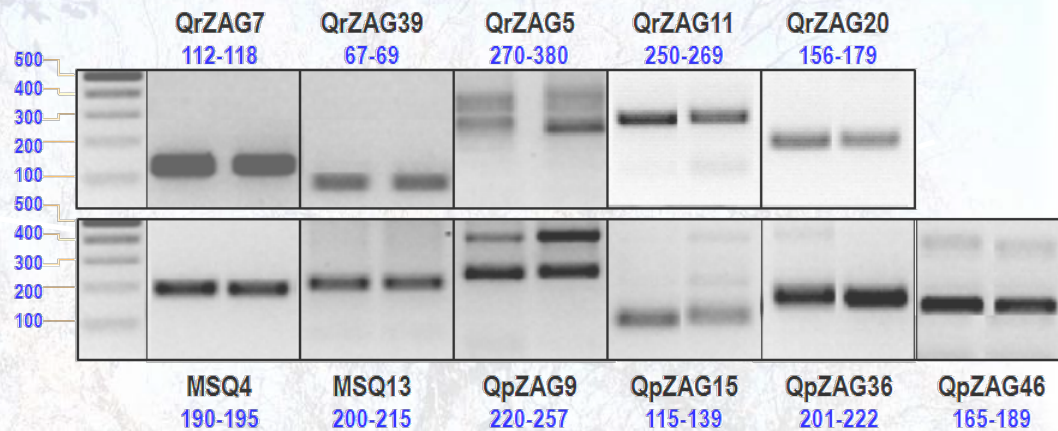


Conservación recursos genéticos

Banco de embriones somáticos y colección de progenitores de la UCO



Marcadores moleculares de tolerancia a *Phytophthora cinnamomi*



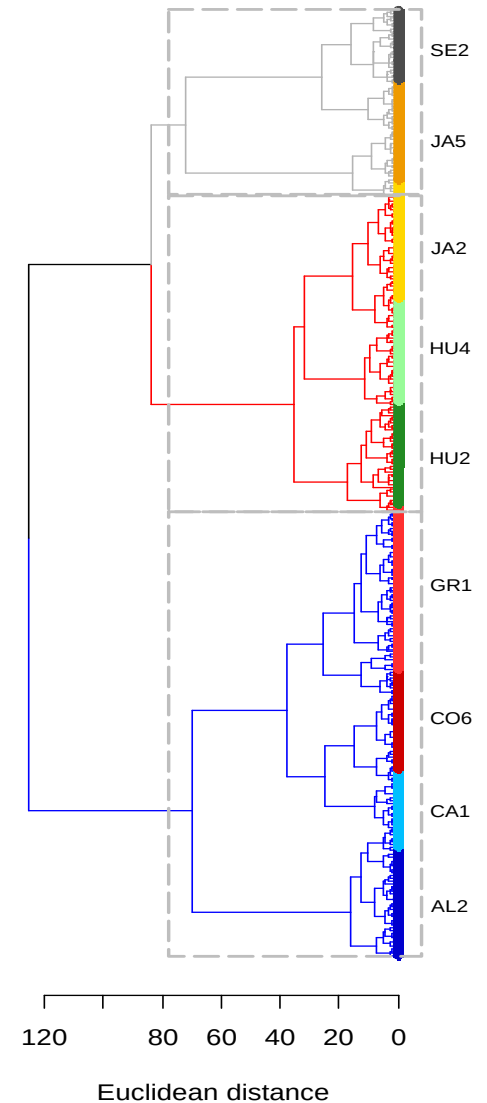
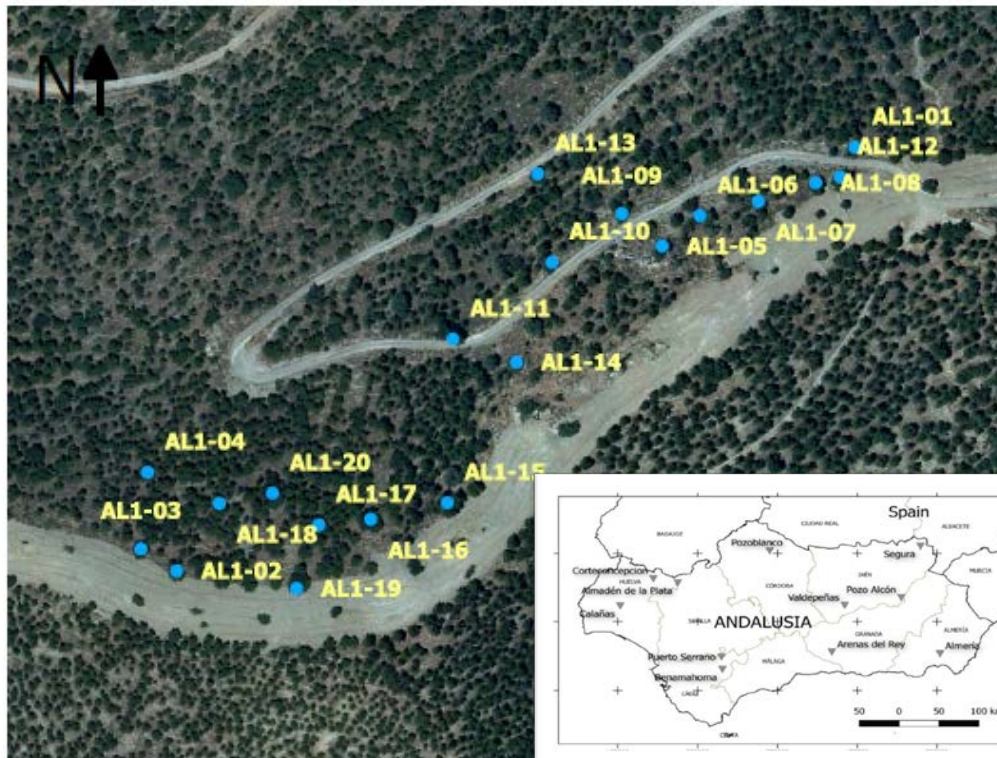
Selección de árboles *escape* tolerantes a *Phytophthora cinnamomi*



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

PROGRAMA NACIONAL DE MEJORA Y CONSERVACIÓN DE
LOS RECURSOS GENÉTICOS DE LA ENCINA Y EL
ALCORNOCHE FRENTE AL SÍNDROME DE LA SECA



Colección de “madres” de individuos plus de encina



Índice de la presentación

01



5'

INTRODUCCIÓN

01.1. Presentación

01.2. Problemas de sanidad forestal en Andalucía

01.3. El problema de la *seca* en Andalucía

02



20'

LA PODREDUMBRE RADICAL Y LA BIODIVERSIDAD EN LA DEHESA

02.1. Clima y *seca*

02.2. El componente biológico del suelo y la *seca*

02.3. Biodiversidad y *seca*

03



5'

UNIDAD MIXTA IFAPA-UCO

03.1. Hacia la integración de capacidades

03.2. Divulgación y Transferencia

03.3. Conclusiones



01

IMPORTANCIA DEL COMPONENTE BIOLÓGICO DEL SUELO

El **componente biológico del suelo** se ha identificado como un **elemento clave** y de importancia crucial en los procesos de mortalidad de encinas y alcornoques en las dehesas andaluzas.



Reflexiones finales

01

IMPORTANCIA DEL COMPONENTE BIOLÓGICO DEL SUELO

El **componente biológico del suelo** se ha identificado como un **elemento clave** y de importancia crucial en los procesos de mortalidad de encinas y alcornoques en las dehesas andaluzas.

02

SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO DE SECA

Andalucía cuenta con una **Red de Equilibrios Biológicos (Red SEDA)** de la CAPyOT, que representa un sistema integrado de seguimiento de daños en bosques, y que supone la “infraestructura de datos” básica de información sobre sanidad forestal de la CCAA.

La creación del **Equipo de Diagnóstico de la Seca** supone un paso fundamental en los trabajos de diagnóstico.



03

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La información obtenida en la Red SEDA (2001-2019) y en los sucesivos diagnósticos tienen ya suficiente valor temporal para contribuir a **comprender los procesos** relacionados con la podredumbre radical y **desarrollar alternativas paliativas y/o de control de la podredumbre radical**.



03

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La información obtenida en la Red SEDA (2001-2019) y en los sucesivos diagnósticos tienen ya suficiente valor temporal para contribuir a **comprender los procesos** relacionados con la podredumbre radical y **desarrollar alternativas paliativas y/o de control de la podredumbre radical**.

04

DESARROLLO DE ACCIONES CONCRETAS

Los resultados del CBS permiten desarrollar acciones concretas con una **clara orientación práctica** (no sólo científica), y puede contribuir a la solución de los problemas relacionados con la estabilidad del encinar-alcornocal a corto y medio plazo. Pero también deben contribuir a dar **soporte científico** (no sólo experimental) a muchas de **las decisiones que se tomen**.



Reflexiones finales

05

POTENCIAR *EQUIPOS CONJUNTOS* QUE OPTIMICEN LOS RESULTADOS YA LOGRADOS

Es importante integrar los equipos técnicos-científicos consolidados, así como las **Infraestructuras de investigación** (e.g. LifeWatch) para optimizar los recursos humanos y materiales disponibles.



Reflexiones finales

05

POTENCIAR EQUIPOS CONJUNTOS QUE OPTIMICEN LOS RESULTADOS YA LOGRADOS

Es importante integrar los equipos técnicos-científicos consolidados, así como las **Infraestructuras de investigación** (e.g. LifeWatch) para optimizar los recursos humanos y materiales disponibles.

06

DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

Es necesario potenciar las **labores de participación, divulgación y transferencia a todos los niveles**: dentro/entre de las administraciones, hacia la propiedad forestal y hacia la sociedad en su conjunto, para generar una mayor eficiencia, pero también un mejor conocimiento, del problema de la seca, como uno de los ejes de la conservación y gestión de la dehesa en las próximas décadas.



Unidad Mixta IFAPA-UCO Componente biológico del suelo en sistemas forestales



Reúne a un conjunto de investigadores del IFAPA y de la Universidad de Córdoba interesados en la conservación y gestión de la dehesa:

- Los problemas de deterioro y mortalidad del encinar-alcornocal
- El estudio de la biodiversidad del componente biológico del suelo (CBS) como alternativa para luchar contra la podredumbre radical
- La promoción de alternativas de gestión que integren el CBS en la conservación y producción de la dehesa
- La incorporación de nuevas tecnología en el evaluación y diagnóstico de podredumbre radical

Agradecimientos



Consejería de Agricultura, Pesca y Ordenación del Territorio

Seguimiento y control de la red de equilibrios biológicos de ecosistemas forestales. Aplicación al desarrollo de soluciones al problema de la Seca de especies del género Quercus en Andalucía

Red de equilibrios Biológicos de Andalucía-RED SEDA

Red de Viveros: Antonio Sánchez Lancha-Manuel Arroyo

Desarrollo de planes de gestión integral para dehesas afectadas por decaimiento basados en nuevas tecnologías- GOP2I-SE-16-0026.



Proyectos Nacionales

Patrones espaciales de eficiencia fotosintética y balance hídrico para la evaluación previsual de pinares-encinares mediterráneos a partir de datos hiperespectrales (ESPECTRAMED-CGL2017-86161-R)

Programa nacional de mejora y conservación de la encina y el alcornoque frente al síndrome de la seca.



El clima y los patógenos, aliados contra la supervivencia del encinar adehesado:

Manejo del Componente Biológico del Suelo

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Rafael M^a Navarro Cerrillo

Francisco J. Ruiz Gómez

Alejandro Perez de Luque

