

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

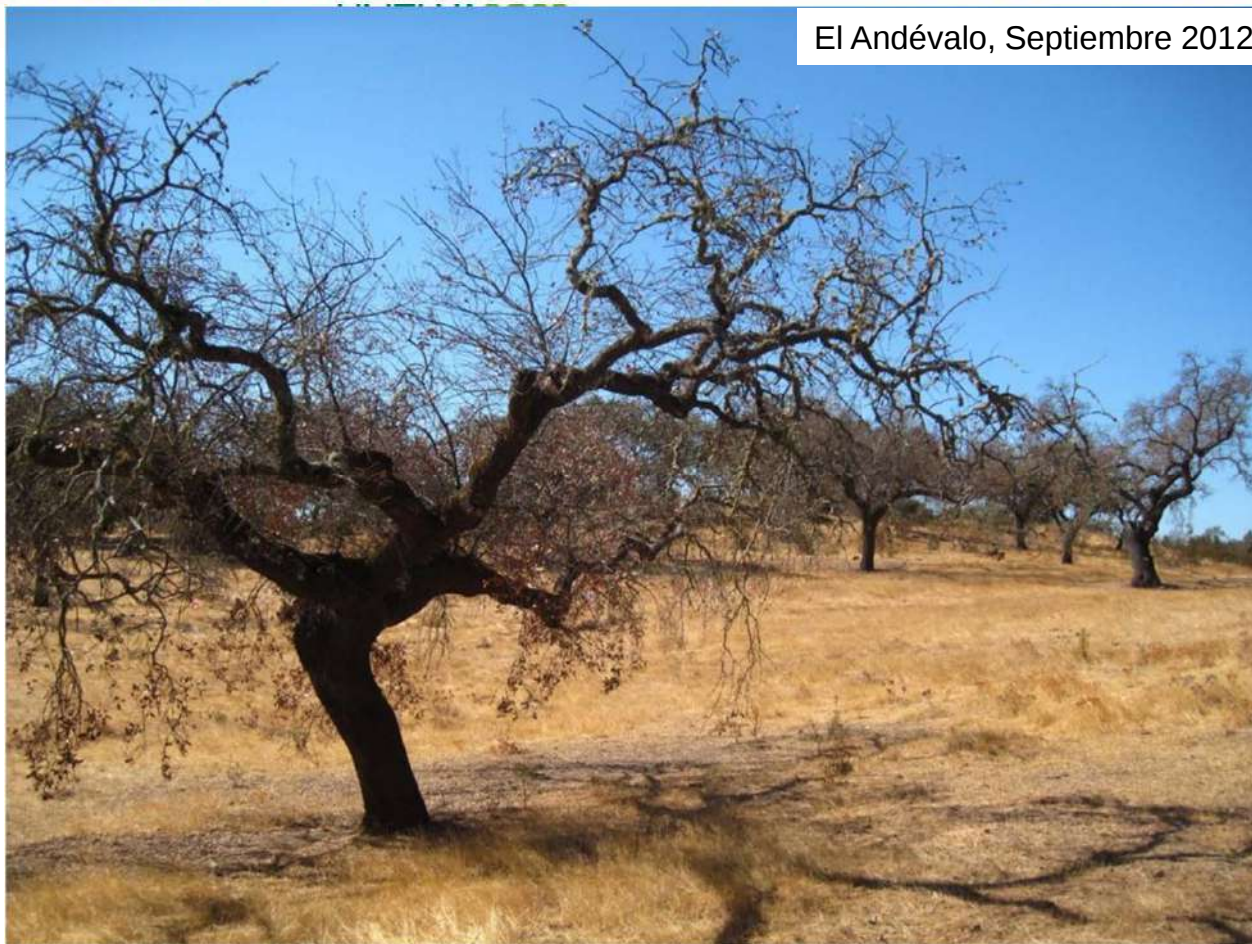
12 de febrero de 2026

Felipe Pérez Martín FPerez@miteco.es

Beatriz Cuenca Valera bcuenca@traqsa.es



El Andévalo, Septiembre 2012



**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**



PODREDUMBRE RADICAL

*Phytophthora
cinnamomi*



Aislamiento del
oomiceto



Recogida de muestras del
patógeno en suelo



Zoosporas

SUBGRUPO DE TRABAJO MEJORA GENÉTICA Y FISIOLÓGICA

- Participación de distintos equipos de investigación e instituciones:
- Varias reuniones presenciales y virtuales (septiembre 2017 – actualidad).



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



CONCLUSIONES PRIMERAS REUNIONES



¿Tiene sentido iniciar un programa nacional de mejora genética a largo plazo de encina y alcornoque con objetivo de selección resistencia o tolerancia a *Phytophthora*?



CONCLUSIONES PRIMERAS REUNIONES

- Existencia de **materiales ya evaluados en vivero** por distintos grupos (Proyecto RESSECA, UNEx, UHU) y resultados que permiten avanzar en la mejora.
- **Árboles escape**: ya se dispone de bases de datos previas. Puesta en común de criterios e información.
- Gran potencialidad de utilización de las **técnicas de micropropagación** (cultivo in vitro) y de **estaquillado** para la multiplicación de genotipos resistentes (clones, huertos semilleros).
- Importancia de las **técnicas de injertado** (patrones resistentes y huertos semilleros).
- **Marcadores moleculares y multiómica**: Identificación de genotipos y de patrones de variabilidad o resistencia.
- Importancia del estado del **componente biológico** del suelo y los **tratamientos culturales** en la podredumbre radical.
- Posible utilidad de **planta forestal micorrizada**: hongos posibles antagonistas de *Phytophthora cinnamomi*.



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



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



ENCARGO:



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Programa de mejora y conservación de los recursos genéticos de la encina y el alcornoque frente al síndrome de *La Seca*

- Financiación: 2.473.972,04 €
- Incluido en el Programa Nacional de Desarrollo Rural (fondos FEADER). Submedida 15.2. (cofinanciación 75%)
- Inicio: Octubre 2019. Duración: 48 meses + 12 meses (modificado 2º)
- Colaboración de la mayoría de miembros del subgrupo de trabajo de mejora genética.



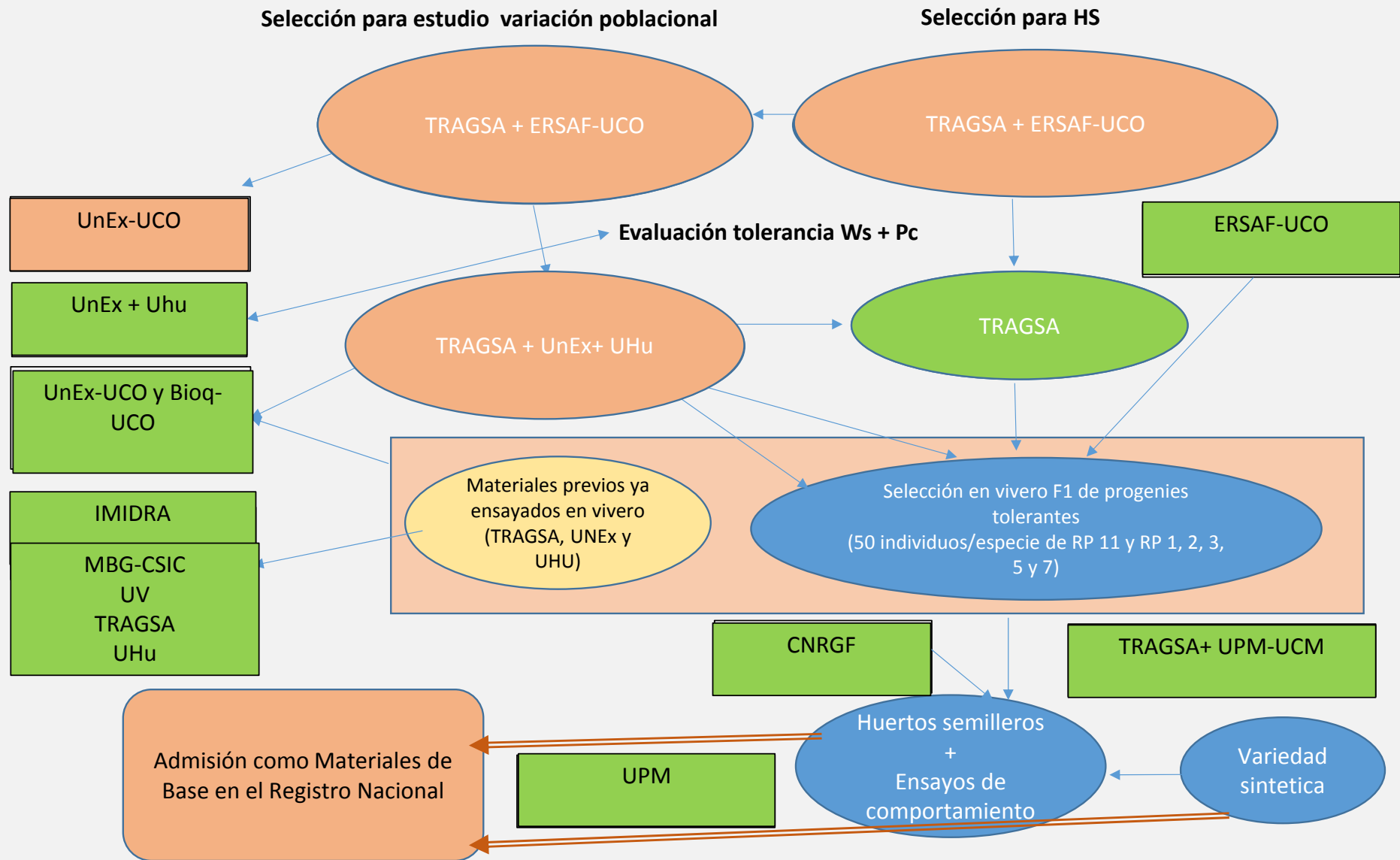
GOBIERNO DE ESPAÑA



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



PROGRAMA MEJORA QUERCUS FRENTE SINDROME SECA



RESULTADOS DE LA FASE I DEL PROGRAMA...

TRABAJOS EN CURSO DE LA FASE II ...

- 7 Base de datos del Programa
- 8 Ampliación de la base genética de las poblaciones de mejora
- 9 Evaluación de tolerancia en vivero
- 10 Evaluación de tolerancia en campo
- 11 Producción de planta para ensayos de progenies
- 12 Micropropagación de adultos y progenies tolerantes

- 1 Caracterización e identificación de árboles en focos de seca y para estudio de variabilidad poblacional
- 2 Ensayos de tolerancia en vivero
- 3 Propagación clonal y crioconservación
- 4 Marcadores moleculares de respuesta resistencia/tolerancia
- 5 Estudio del componente biológico del suelo
- 6 Establecimiento de ensayos y poblaciones de mejora



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

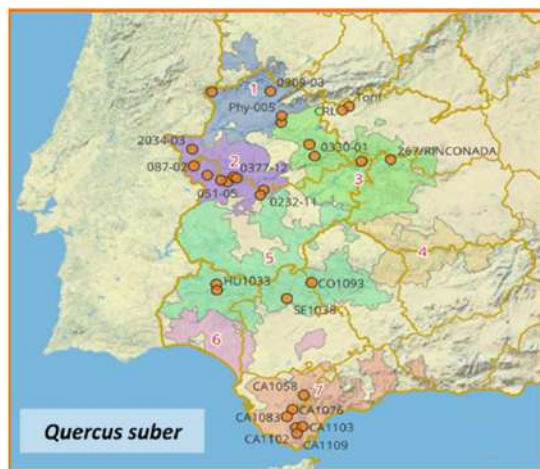


Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros
Técnicos Forestales y Graduados en
Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Ayuntamiento de
HUELVA

Caracterización e identificación de árboles escape en focos de seca



Datos Administrativos	
Código del Foco:	CO1055
Fecha muestreo:	17/12/2019

Finca/Paraje:	del cerro de la venta de La Jarilla
Procedencia:	RP11
Propietario:	Alberto González Aranda
Uso:	Extensivo
Tipo de suelo:	Arcilloso



Árbol 1	
ID:	CO1055_OI_12
Especie:	Quercus ilex
Def. (%):	25% - Árboles ligeramente defoliados
Foto:	Fotografías/Quercus/CO1055/CO1055_OI_12.jpg
Coordenadas:	X: 327568.62 Y: 4216855.1
Altura Árbol (m):	4.2
Descorche (Si/No):	No
Altura Descorche (m):	0
Calidad Corcho:	NP sacos

Árbol 1	
ID:	CO1101_OI_04
Especie:	Quercus ilex
Def. (%):	25% - Árboles ligeramente defoliados, entre 11 y 25%
Foto:	Fotografías/Quercus/CO1101/CO1101_OI_04.jpg
Coordenadas:	X: 347137.13 Y: 4216855.1
Altura Árbol (m):	7.6
Descorche (Si/No):	No
Altura Descorche (m):	0
Calidad Corcho:	NP sacos

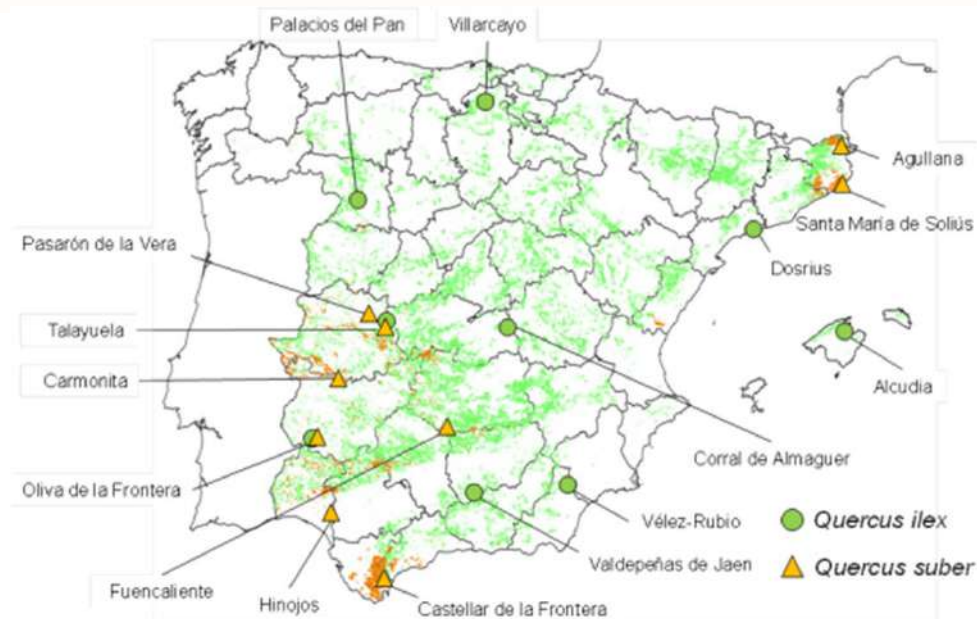
Foto: CO1101_OI_04



Selección de focos de seca y árboles escape

		Andalucía		Extremadura		Castilla-La Mancha		Total árboles	
		Parcelas	Árboles	Parcelas	Árboles	Parcelas	Árboles	Seleccionados	Ensayados
Encina	RP11	10	29	6*	18*	6	12	59	73
	RP1			3	15			15	15
	RP2			10	50			50	47
	RP3			3	15	4	20	35	33
	RP5	4	20					20	15
Alcornoque	RP7	6	33					33	11
		20	82	16	80	4	32	212	194

Caracterización e identificación de árboles en poblaciones

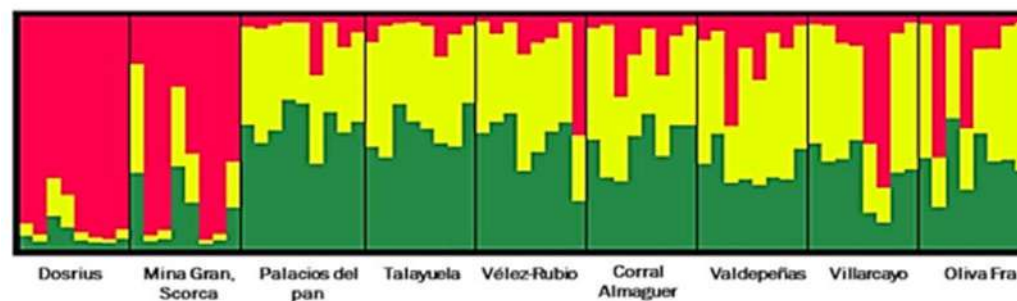


- 9 poblaciones por especie
- 9 RPs de *Q. suber* y 8 RPs de *Q. ilex*
- 10 árboles por población
- 187 árboles con bellota



Estudio de variabilidad poblacional

Locus	Quercus suber			Quercus ilex			Conjunto		
	Na	UH _e	Pa	Na	UH _e	Pa	Na	UH _e	F _{ST}
<i>Desarrollados en Quercus</i>									
QpZAG7	6	0,721	5	3	0,514	2	8	0,761	
QpZAG9	5	0,090	2	11	0,784	8	13	0,725	
QpZAG20	4	0,597	1	17	0,888	14	18	0,794	
QpZAG36	7	0,727	0	12	0,860	5	12	0,880	
MSQ13	2	0,058	2	11	0,851	11	13	0,736	
<i>Desarrollados en Castanea</i>									
CsCAT3	4	0,395	1	6	0,765	3	7	0,739	
CsCAT14	3	0,372	1	17	0,839	15	18	0,815	
Promedio total	31	0,426	12	77	0,731	58	89	0,777	0,226



Quercus ilex

Población	Na	UH _e	Alelos exclusivos
Corral de Almaguer	5,7	0,743	2
Dosrius	4,9	0,739	1
Mina Gran, Escorca	5,3	0,744	2
Oliva de la Fra	5,6	0,758	2
Palacios del Pan	5,1	0,693	2
Talayuela	4,4	0,732	1
Valdepeñas de Jaén	5,6	0,719	4
Vélez-Rubio	4,7	0,718	1
Villarcayo	6,1	0,727	3
Promedio total	5,3	0,731	18

Quercus suber

Población	Na	UH _e	Alelos exclusivos
Agullana	3,0	0,387	0
Carmonita	2,9	0,342	0
Castellar de la Fra	3,1	0,427	1
Fuencaliente	2,4	0,388	0
Hinojos	3,0	0,500	0
M. ^a de Soliús	2,9	0,413	1
Oliva de la Fra	2,9	0,485	1
Pasarón de la Vera	2,6	0,429	1
Talayuela	3,0	0,461	1
Promedio total	2,86	0,426	5

Ensayo de tolerancia a Pc en vivero



Ensayo de tolerancia a Pc en vivero: poblaciones

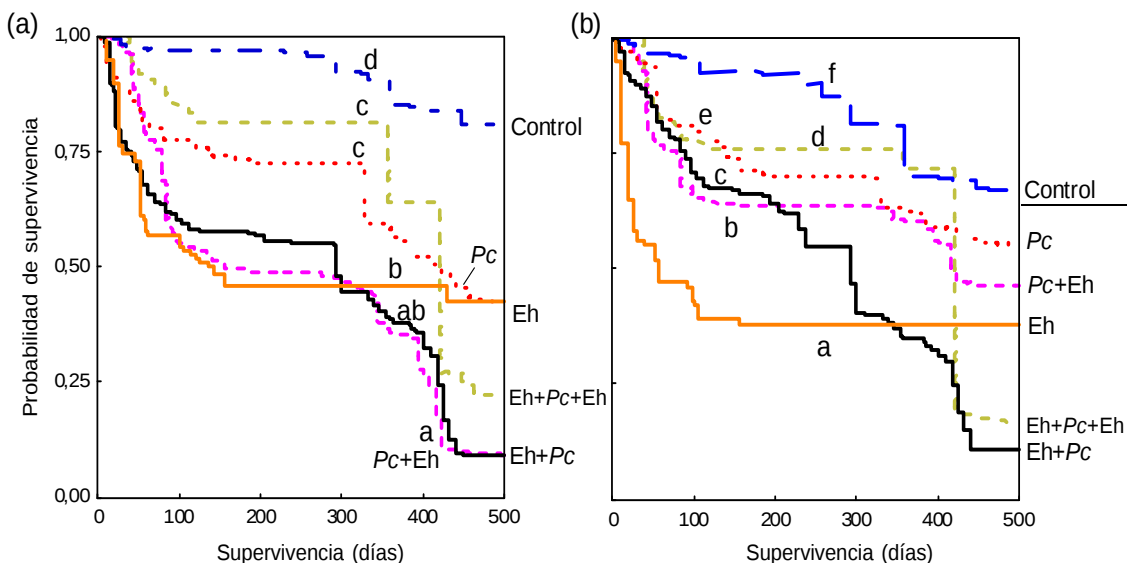
- 187 familias muestreados y 9350 brinzales evaluados
- 10 encinas y 31 alcornoques seleccionados** para formar parte de las poblaciones de mejora

Especie	Población	Eh+Pc		Pc+Eh		Eh+Pc+Eh		Media
<i>Q. ilex</i>	Alcudia	225	a	226	a	361	bc	271
	Corral de Almaguer	258	ab	235	ab	356	bc	283
	Dosrius	236	a	259	ab	376	cd	290
	Oliva de la Frontera	245	ab	233	ab	355	bc	278
	<u>Palacios del Pan</u>	283	b	275	b	345	a	301
	Talayuela	271	ab	266	ab	354	b	297
	<u>Valdepeñas de Jaén</u>	254	ab	252	ab	387	d	298
	Vélez-Rubio	276	ab	255	ab	376	cd	302
	Villarcayo	261	ab	238	ab	360	bc	286
Heredabilidad estimada		0,07	±0,04	0,11	±0,05	0,12	±0,03	
<i>Q. suber</i>	Agullana	326	a	172	a	326	b	275
	<u>Carmonita</u>	383	b	290	d	374	c	349
	Castellar de la Frontera	386	b	261	bcd	327	b	325
	Fuencaliente	369	ab	285	d	358	c	337
	Hinojos	399	b	207	ab	348	bc	318
	Oliva de la Frontera	376	b	264	cd	373	c	338
	Pasarón de la Vera	393	b	242	bc	360	c	332
	Santa María de Soliús	349	ab	264	cd	282	a	298
	Talayuela	371	b	270	cd	331	b	324
Heredabilidad estimada		ns		0,08	±0,04	0,09	±0,02	

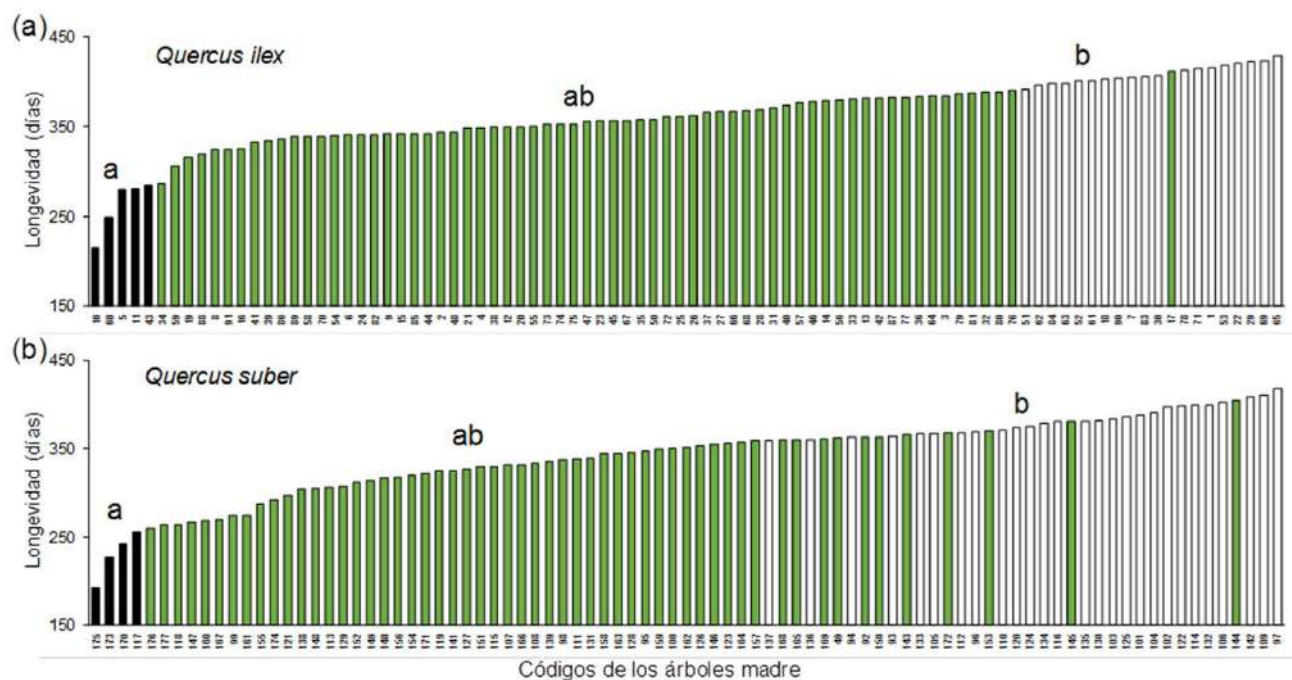
Q. ilex

Q. suber

Q. suber



Ensayo de tolerancia a Pc en vivero: poblaciones

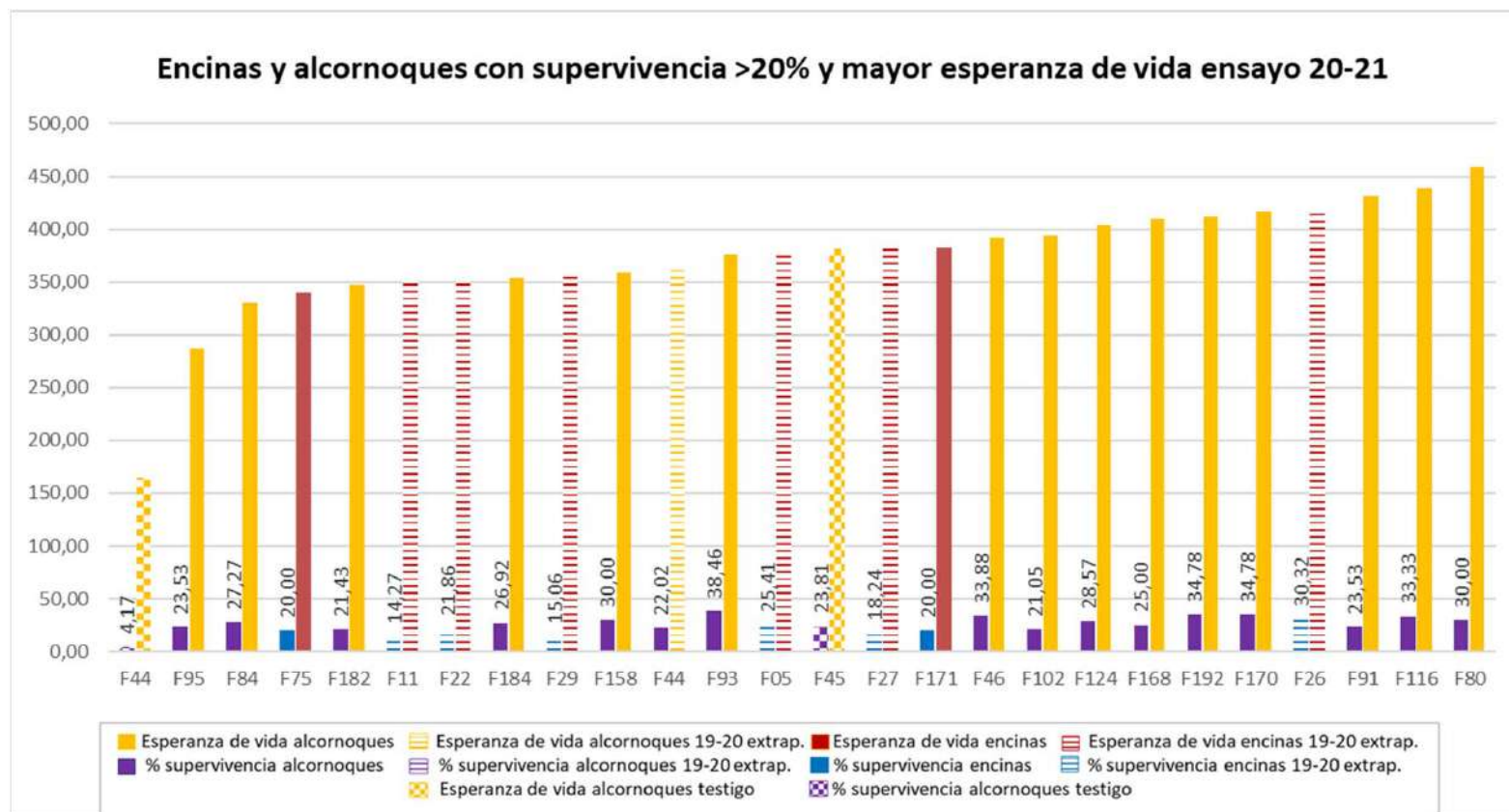


Materiales seleccionados como tolerantes:

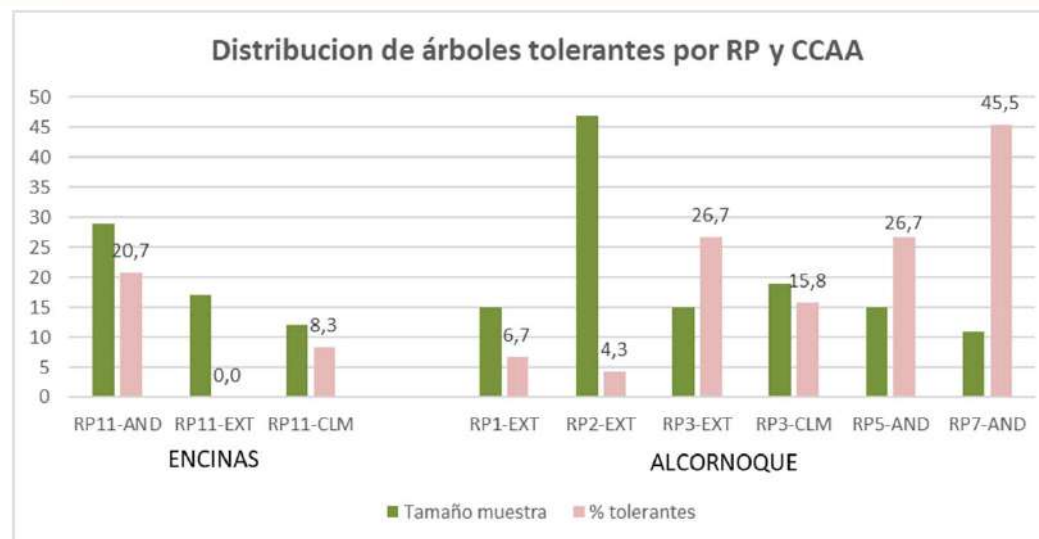
- 10 encinas y 31 alcornoques adultos => **Huertos semilleros**
- 50 +35 +35 brinzales de cada especie => **Variedad sintética**

Ensayo de tolerancia a Pc en vivero: focos de seca

- 8770 brinzales evaluados
- 18 encinas y 50 alcornoques seleccionados para las poblaciones de mejora => **Huertos semilleros**
- 50 brinzales de cada especie => **Variedad sintética**



Ensayo de tolerancia a Pc en vivero: focos de seca



- 9,7% de encinas y 15,7% de alcornoques ensayados con supervivencias >20%
- Aparente mayor tolerancia en los focos andaluces y de CLM que en los extremeños
- 18 encinas y 50 alcornoques adultos seleccionados por su mayor tolerancia al doble estrés
- Los árboles seleccionados corresponden a focos en los que se detectó la presencia de Pc en todos los casos menos en CA1058 en el caso de *Q. suber* y Asomadilla del Raso en el caso de *Q. ilex*

Estudio del sistema radicular



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



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



Ayuntamiento de
HUELVA

Estudio del sistema radicular

Quercus suber

Control Pc Ws Pc + Ws

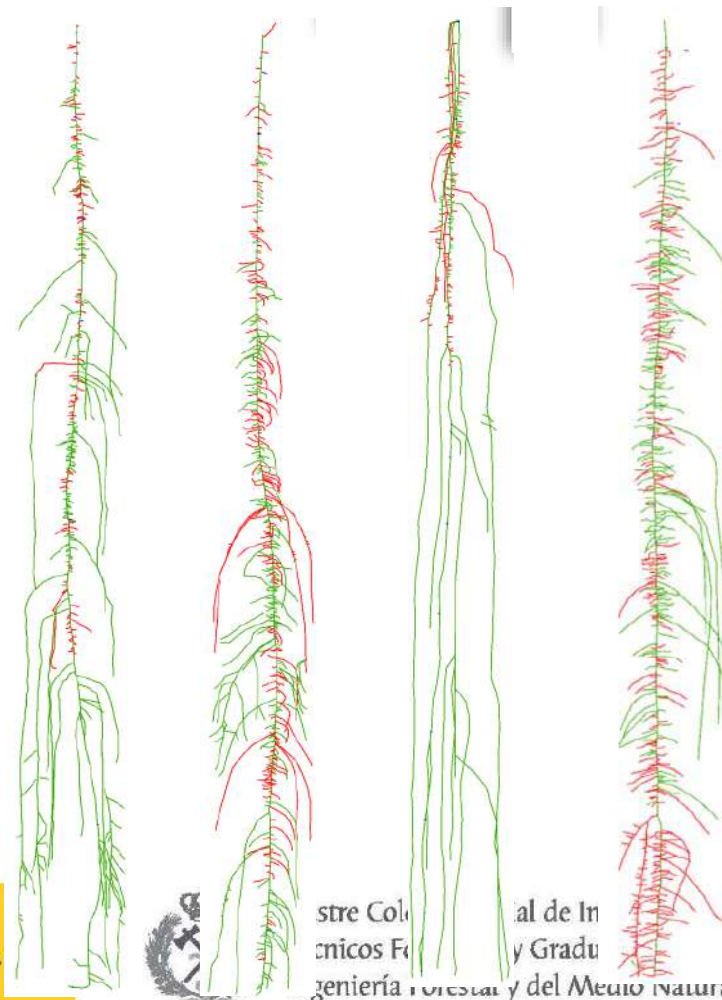
1 Raíces Vivas
2 Raíces Muertas



Universidad
de Huelva

Quercus ilex

Control Pc Ws Pc + Ws



MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
Y ALIMENTACIÓN



Escuela Politécnica Forestal y del Medio Natural
Facultad de Ingenieros Forestales y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



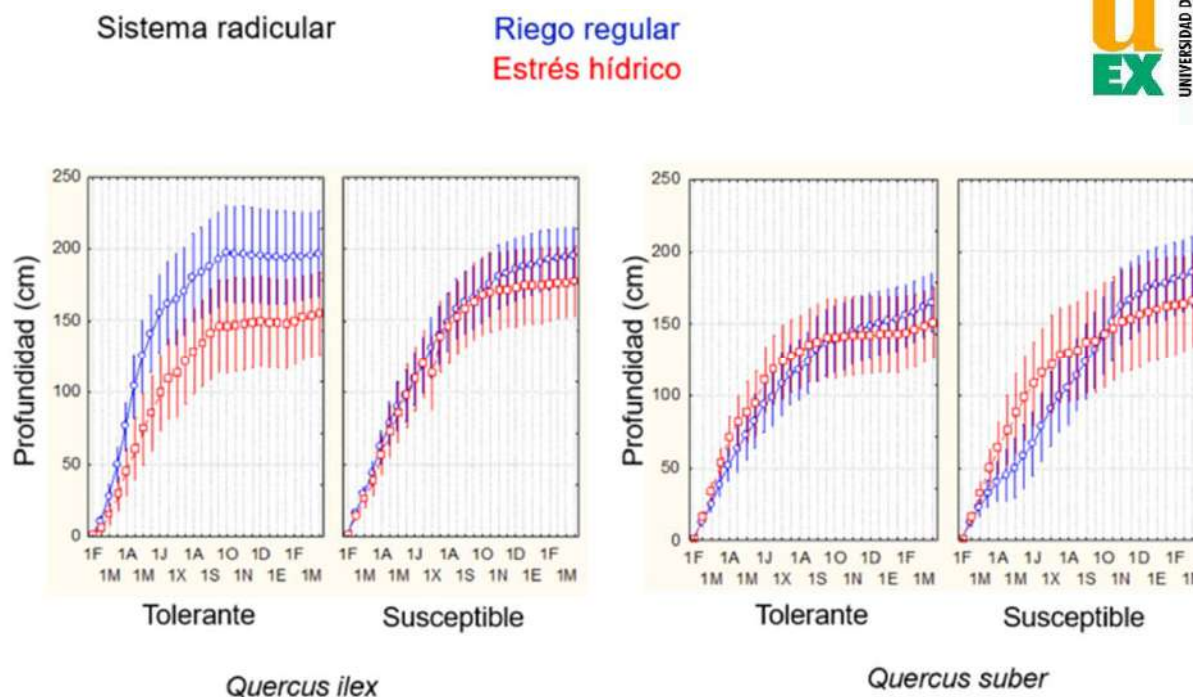
Ayuntamiento de
HUELVA



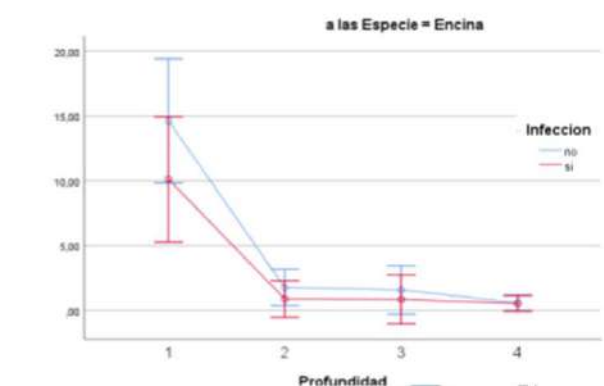
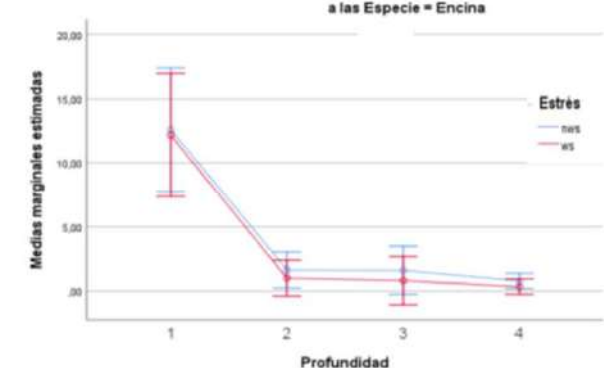
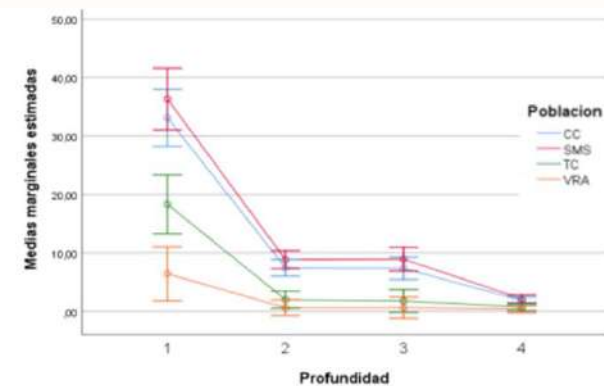
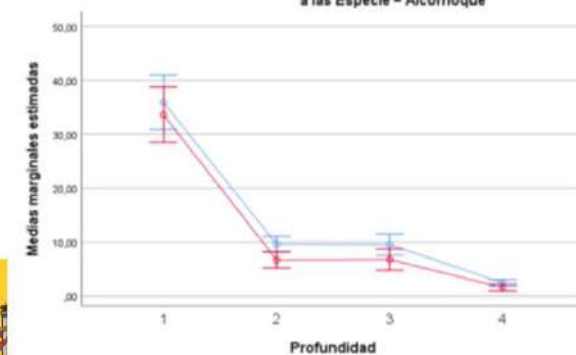
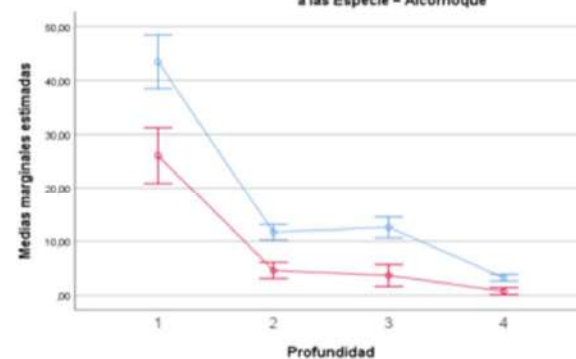
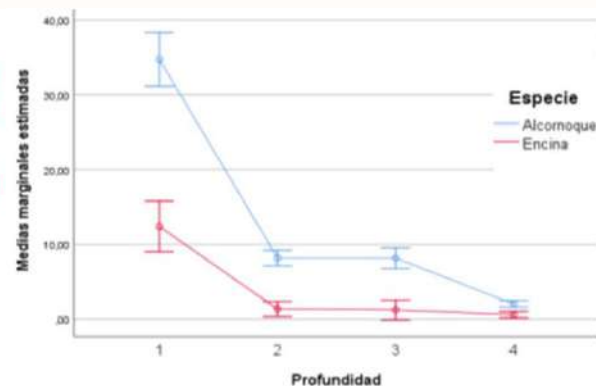
Cofinanciado por la Unión Europea

Estudio del sistema radicular

- Encinas tolerantes + estrés hídrico => mayor crecimiento en profundidad de la raíz principal.
- Encinas susceptibles + estrés hídrico => no hay respuesta diferencial. Se interpreta esta respuesta como una plasticidad ante el estrés
- Alcornoque de ambos grupos de poblaciones + estrés hídrico=> mayor crecimiento en profundidad, más acusado en plantas de poblaciones susceptibles al estrés hídrico.



- La biomasa de raíces gruesas (>2mm) disminuye con la profundidad. El alcornoque triplica los valores de la encina.
- Diferencias significativas en biomasa de la raíz entre especies
- Diferencias significativas en biomasa de la raíz entre las poblaciones de encina.
- Alcornoque es mucho más sensible al estrés hídrico que a la infección con Pc. En la encina ocurre lo contrario, aunque las diferencias son menores.



Micropropagación de materiales tolerantes

Colección	Genotipos	Técnica	Laboratorio
RESSECA	51 brinzales encinas	Yemas axilares Martínez et al (2017)	CSIC
	142 brinzales alcornoque	Yemas axilares Vieitez et al (2009) mod.	Tragsa
	6 encinas adultas	Embriogénesis somática Toribio et al (2005)	UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
	6 alcornoques adultos	Embriogénesis somática Barra-Jiménez et al (2014) Toribio et al (2005)	IMiDRA
UnEx	34 brinzales encinas	Yemas axilares Martínez et al (2017; 2020)	CSIC
	6 encinas adultas	Embriogénesis somática Barra-Jiménez et al (2014)	IMiDRA
UHu	16 brinzales encinas	Yemas axilares Martínez et al (2020)	UNIVERSIDAD DE HUELVA
	14 brinzales alcornoque	Yemas axilares García-Martínez (2016)	UNIVERSIDAD DE HUELVA
	8 encinas adultas	Embriogénesis somática Barra-Jiménez et al (2014) Toribio et al (2005)	IMiDRA
	8 alcornoques adultos	Embriogénesis somática Barra-Jiménez et al (2014) Toribio et al (2005)	IMiDRA



Progenies alcornoque: embriogénesis somática



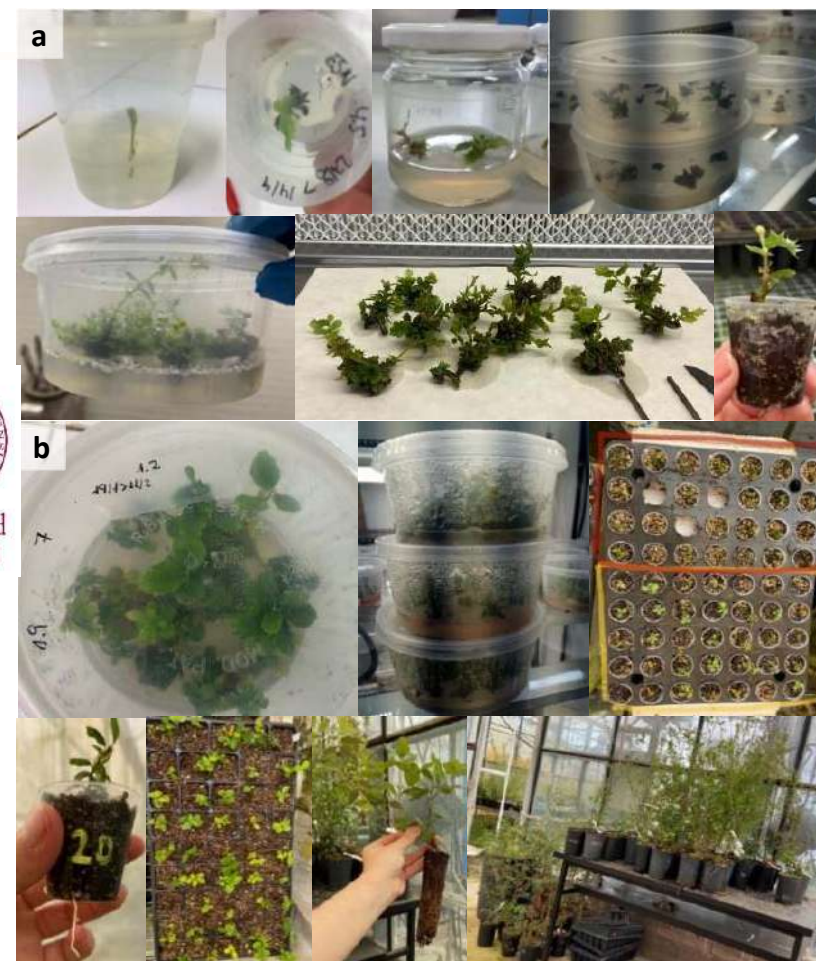
Familia	Progenies	EMBRIOGENESIS		Genotipos con Plantas	Genotipos con Plantas COMPLETOS
	Genotipos TOTAL	Genotipos	ES (%)		
450	23	22	91,3	18	2
451	18	18	100	14	6
452	16	9	62,5	9	1
437	20	14	80	14	7
501	12	10	75	7	2
438	1*	0	0	---	---
88	89	73	82	62	18
(*) se sospecha que es mesto				1300	20,20%
TODAS LAS LÍNEAS ENVIADAS AL GRUPO CSIC				Plantas	



Progenies alcornoque: yemas axilares

Selección	Edad	Especie	Genotipos abordados	Genotipos implantados	Genotipos en multiplicación
PE07-RNM-03108	10-12 años	<i>Q. suber</i>	14	13 (93%)	13 (93%)
		<i>Q. ilex</i>	16	3 (19%)	2 (12%)
SRC-UHU	3-4 años	<i>Q. suber</i>	17	14 (82%)	11 (65%)
		<i>Q. ilex</i>	18	7 (39%)	2 (11%)
PNCME y AS362868	3 años	<i>Q. suber</i>	16	10 (63%)	10 (63%)
		<i>Q. ilex</i>	14	5 (36%)	4 (29%)
TOTAL		<i>Q. suber</i>	47	37 (79%)	34 (72%)
		<i>Q. ilex</i>	48	15 (31%)	8 (17%)

- 28 genotipos estables de 40
- Hasta 42% de enraizamiento con sistema PAM
- Cuello de botella en aclimatación



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



Ayuntamiento de
HUELVA



GOBIERNO
DE ESPAÑA



Adultos alcornoque: embriogénesis somática

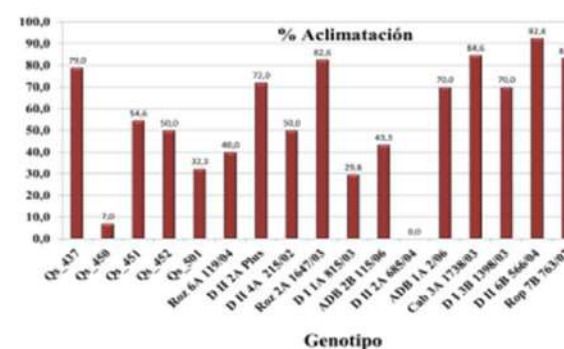
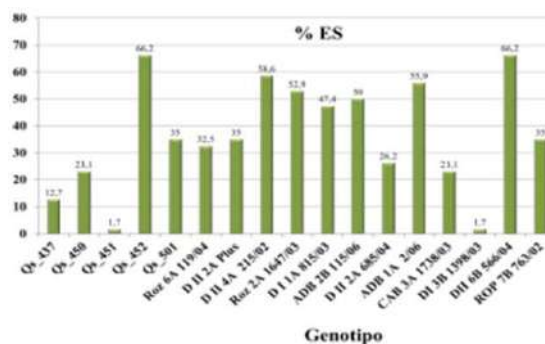


Proceso de embriogénesis somática a partir de hoja de árbol adulto de alcornoque.



Estacas de 65 alcornoques:

57 líneas embriogénicas obtenidas de hoja de brotes de ES
53 líneas criopreservadas por CSIC.
52,42% de germinación media y 7% de aclimatación media.
707 plantas entregadas (entre 1 y 90 uds. de 47 genotipos).



Progenies encina: yemas axilares



- Introducidos los 24 genotipos en la MBG y 15 en la UHU, con 18 y 8 genotipos estables
- Enraizamiento de 16 genotipos en la MBG y 5 en la UHU (tasas entre 0 y 76%) y aclimatación difícil.
- Solo pudieron aclimatar plantas de 2 genotipos y en poca cantidad, por parte de la UHU.



Universidad de Huelva

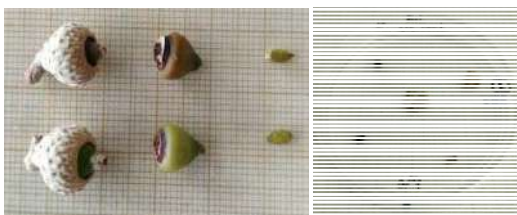
Selección	Edad	Genotipos abordados	Genotipos in vitro	Genotipos estabilizados	Genotipos multiplicados	Genotipos enraizados
RESECCA	4-5 años	13	10 (76,9%)	7 (53,8%)	7 (53,8%)	7 (53,8%)
UEx	10-12 años	11	11 (100%)	11 (100%)	8 (72,7%)	9 (81,8%)
Total		24	21 (87,5%)	18 (75,0%)	15 (62,5%)	16 (66,7%)

Selección	Edad	Especie	Genotipos abordados	Genotipos implantados	Genotipos en multiplicación	Genotipos enraizados	Genotipos en aclimatación	Genotipos con planta aclimata
PE07-RNM-03108	10-12 años	<i>Q. suber</i>	14	13 (93%)	13 (93%)	8	8 (100%)	5 (63%)
		<i>Q. ilex</i>	16	3 (19%)	2 (12%)	2	2 (100%)	0 (0%)
SRC-UHU	3-4 años	<i>Q. suber</i>	17	14 (82%)	11 (65%)	5	5 (100%)	0 (0%)
		<i>Q. ilex</i>	18	7 (39%)	2 (11%)	1	1 (100%)	0 (0%)
PNCME y AS362868	3 años	<i>Q. suber</i>	16	10 (63%)	10 (63%)	4	4 (100%)	1 (25%)
		<i>Q. ilex</i>	14	5 (36%)	4 (29%)	2	2 (100%)	0 (0%)
TOTAL		<i>Q. suber</i>	47	37 (79%)	34 (72%)	17	17 (100%)	6 (35%)
		<i>Q. ilex</i>	48	15 (31%)	8 (17%)	5	5 (100%)	0 (0%)

Adultos encina: embriogénesis somática y axilares

Estacas y bellotas de 45 encinas:

0 líneas embriogénicas de tegumento de bellota.
8 genotipos en micropropagación axilar.

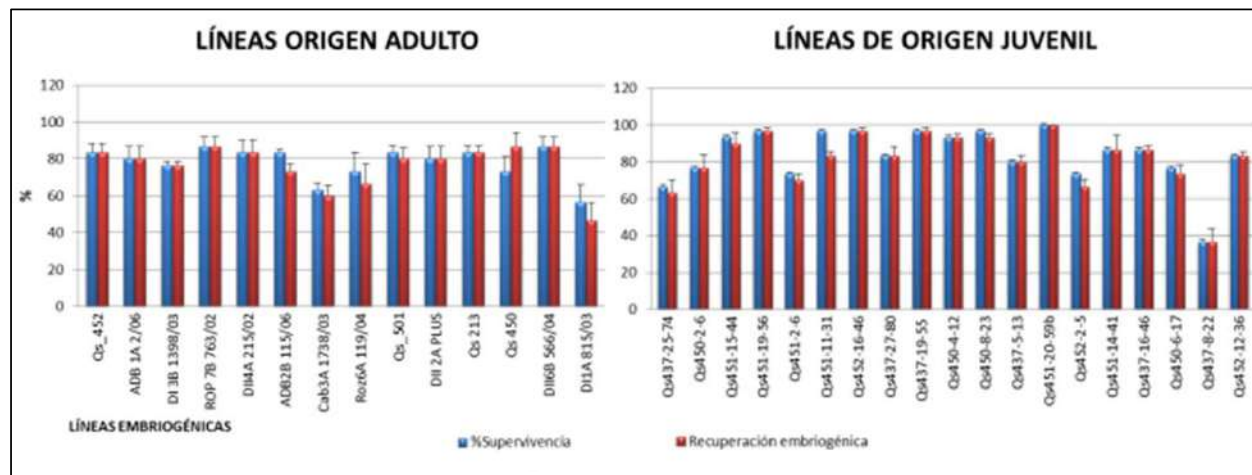
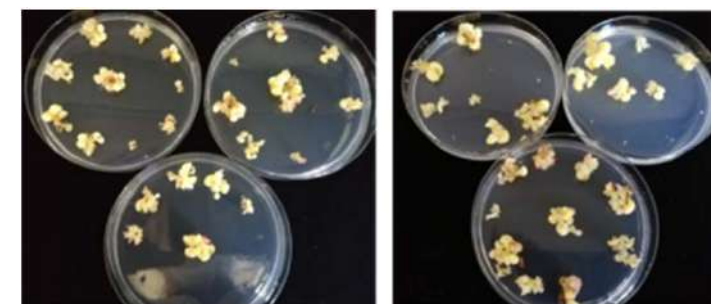
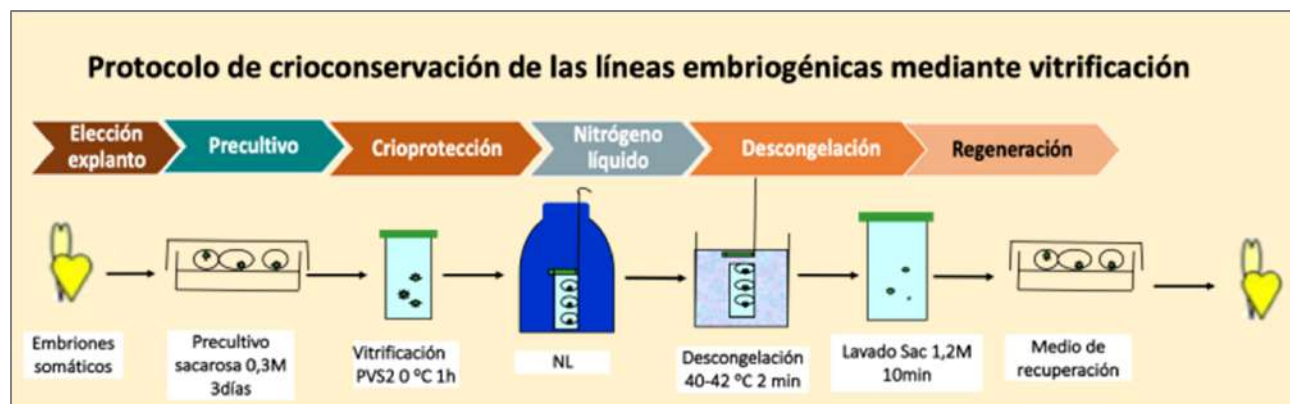


Se introdujeron in vitro óvulos de 20 encinas (1740), sólo 2 genotipos dieron callo embriogénico que no prosperó



Se establecieron líneas axilares de 27 genotipos de encina, 8 se mantienen pero no se ha podido inducir ES ni enraizar.

Crioconservación de líneas embriogénicas



- Crioconservadas 123 líneas de alcornoque, 72 de origen adulto y 51 de origen juvenil
- Tasas de recuperación embriogénica después del NL entre 50-100% en 122 líneas



Cofinanciado por la Unión Europea



GOBIERNO DE ESPAÑA



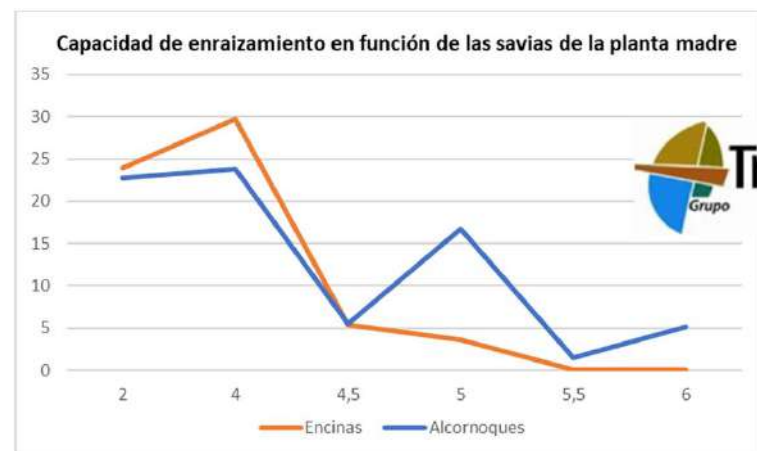
Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales y Graduados en Ingeniería Forestal y del Medio Natural



Estaquillado de encinas y alcornoques



- 557 plantas de encina de 3046 estaquillas (18,29% de éxito)
- 3.562 de alcornoque conseguidas y 22.237 estaquillas (15,83% de éxito)
- Envejecimiento de los pies madres que reducen el porcentaje de enraizamiento





Injertado de encinas y alcornoques

- Para disponer de **planta para HS** con rápida entrada en producción
- Se realiza con **los progenitores adultos** caracterizados que forman parte de la población de mejora
- Realizados por el CNRGF "El Serranillo" entre 2020 y 2024
- Injertado de púas del crecimiento del año anterior sobre plántulas de 1 savia
- 87 plantas de 5 clones de encina y 407 plantas de 41 clones de alcornoque con destino a los HS

FOCO9-450 Q. suber



FOCO30-490/Q. ilex



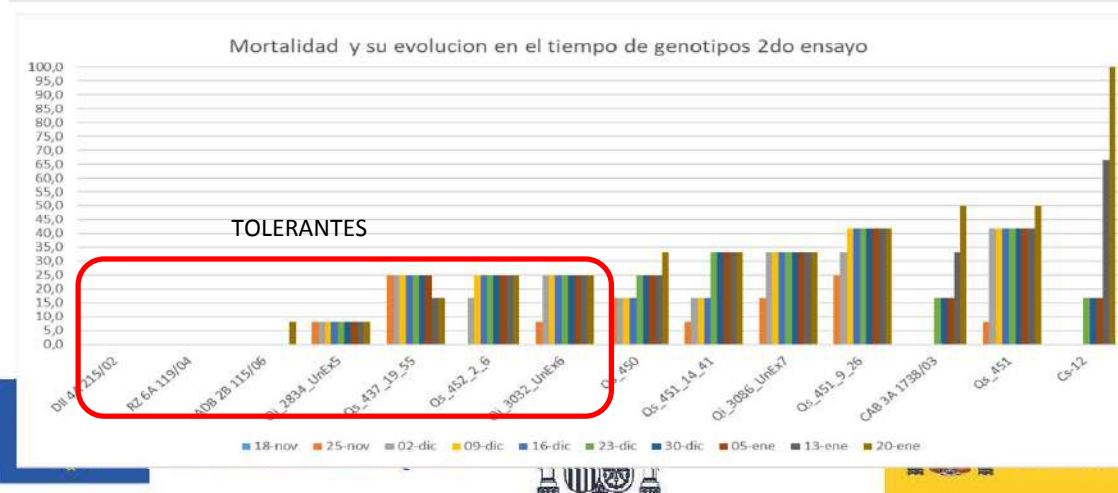
Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



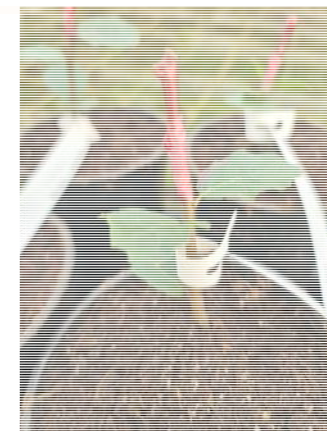
MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y POLÍTICA RURAL



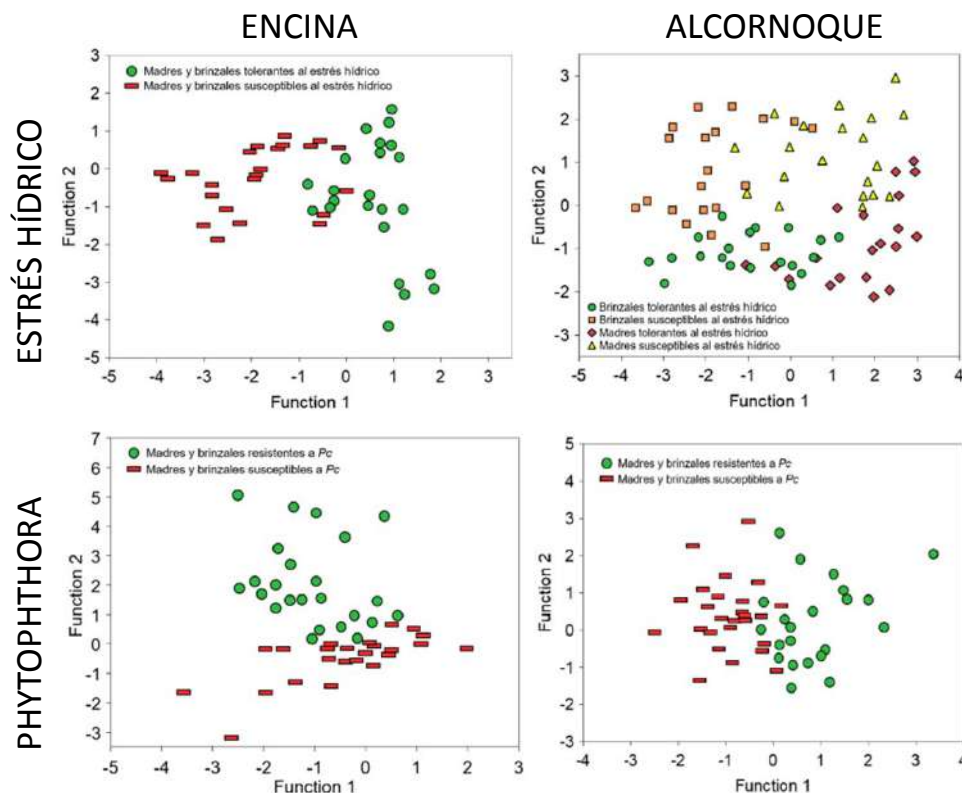
- 73 genotipos evaluados en 7 ensayos
- Identificados 20 genotipos con mortalidades inferiores al 25%

Ensayos de compatibilidad al injerto

Genotipo	Nº injertos c/calor	Nº injertos s/calor	% Prendimiento c/calor en injerto	% Prendimiento s/calor
Q.suber_451_2_6	6	6	50,00	16,67
Q.suber_451_11_31	6	6	0,00	16,67
Q.suber_451_15_44	3	4	0,00	0,00
Q.suber_452_2_6	4	5	0,00	0,00
Q.suber_437_25_74	5	5	20,00	20,00
ADB 1A 2/06	6	6	0,00	0,00
CRRT 3A 198/06	6	6	0,00	0,00
CM5A 240/06	6	6	0,00	0,00
DI 3B 1364/03	6	6	33,33	0,00
DI 3B 1398/03	6	6	0,00	0,00
DII 6B 566/04	6	6	33,33	16,67
RZ 2A 1647/03	6	6	0,00	0,00
RP 7B 763/02	6	6	0,00	0,00
Qs-452	6	6	16,67	0,00
Qs-437	6	6	33,33	0,00
DI 2A Plus	6	6	0,00	0,00
SLC 3A Plus	6	6	16,67	0,00
Control Q. suber semilla	6	6	66,67	33,33
Promedio			15,00	5,74



- Todos los injertos con púas del mismo genotipo
- El calor en el punto de injerto mejora el prendimiento
- El prendimiento de las vitroplantas fue peor que el de las plantas de semilla, probablemente debido al menor vigor y por tanto menor diámetro del tallo



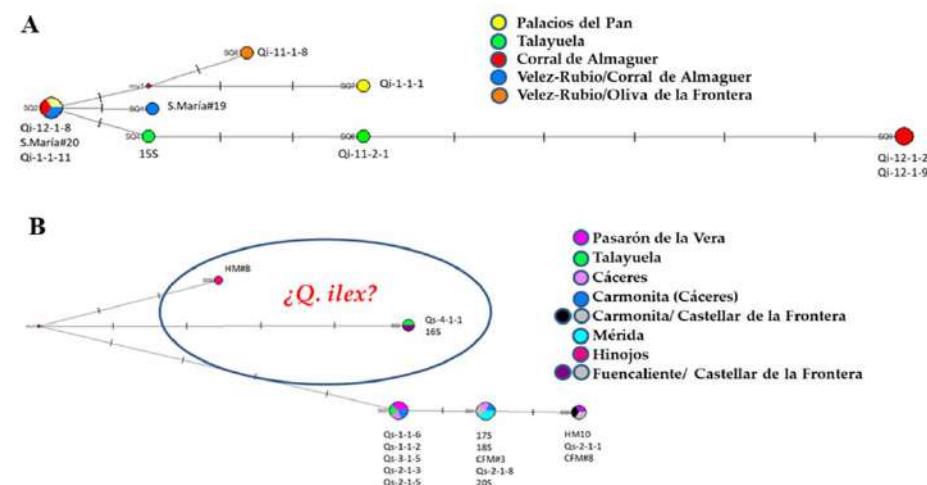
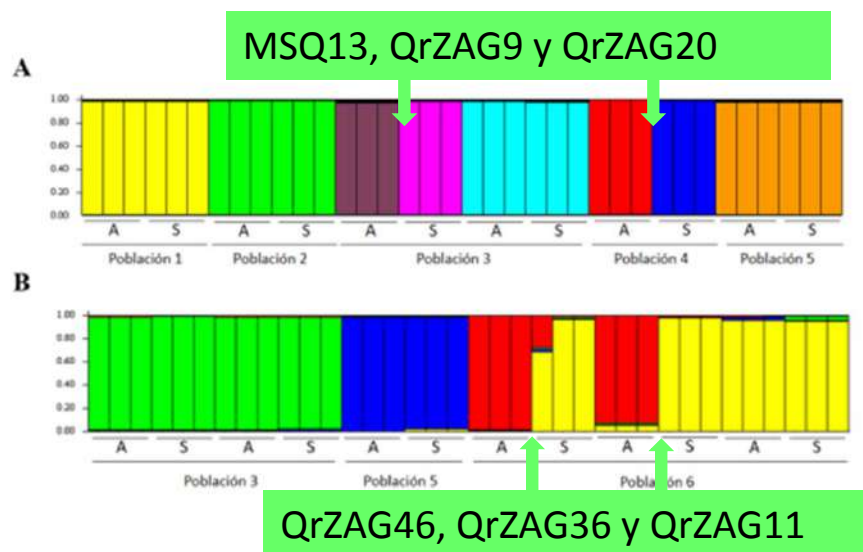
Análisis de función discriminante (DFA) de alelos de EST-SSRs de árboles
madre y brinzales de diferente tolerancia

- Se han transferido 17 marcadores EST SSR a *Q. ilex* y 13 a *Q. suber* relacionados con la tolerancia al estrés hídrico y *Pc*.
- Se han identificado 4 marcadores prometedores para el screening de material tolerante al estrés hídrico (2 para *Q. ilex* y 3 para *Q. suber*) siendo *FIR059* válido en las dos especies.
- Se han identificado 3 marcadores prometedores para el screening de material resistente a *Pc* (2 para *Q. ilex* y 2 para *Q. suber*) siendo *CsPT_0006* válido en las dos especies.

Marcadores moleculares de tolerancia: SSRs de encina

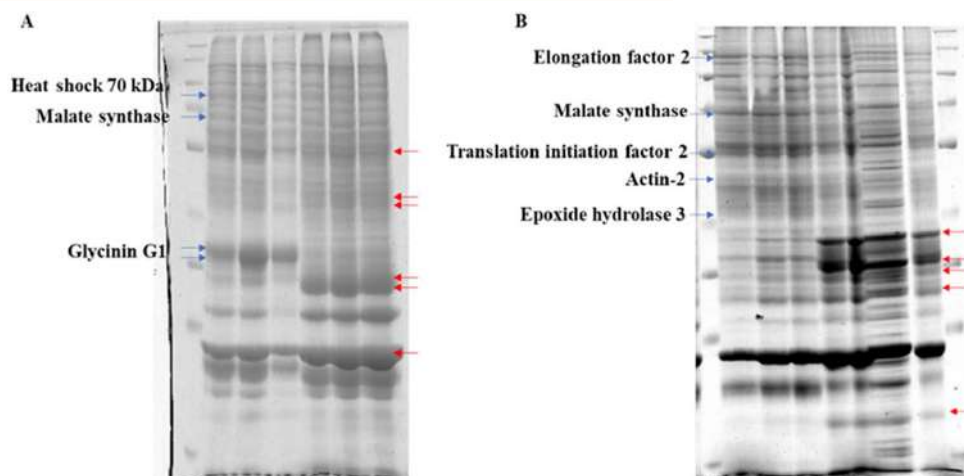
Red de haplotipos con NETWORK para encina (A) y alcornoque (B)

Diagrama de STRUCTURE para encina (A) y alcornoque (B)

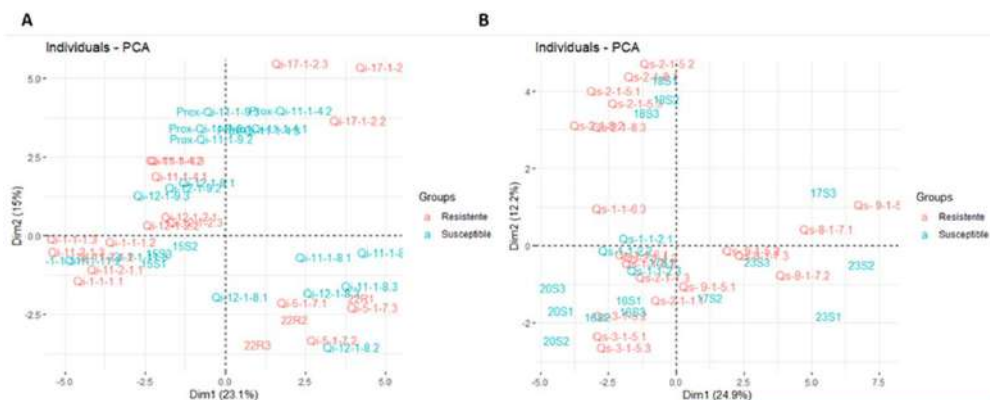


- o 20 marcadores, 10 cloroplásticos y 10 nucleares
- o Separan claramente las dos especies, con los alcornocques en un clúster único y las encinas en 4 clústeres próximos
- o Los SSR cloroplásticos CmCs9 y Udt1 y los nucleares QrZAG9, QrZAG46 y MSQ13 son los que mejor discriminan individuos asintomáticos de sintomáticos en *Q. ilex*.
- o Los SSRs cloroplásticos Udt5 y CmCs12, y los nucleares QrZAG46, QrZAG36 y QrZAG11 fueron los que mostraron mayor poder discriminante en *Q. suber*.

Marcadores moleculares de tolerancia: proteínas



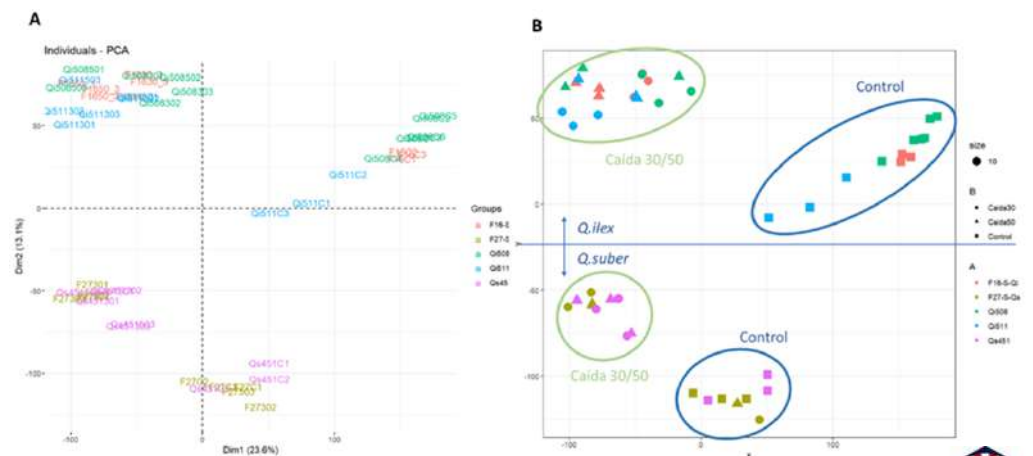
- El análisis de componentes principales (PCA) no diferencia las parejas sintomático/asintomático
- Diferencias significativas ($p < 0,05$) entre individuos sintomáticos y asintomáticos, en el análisis individualizado de bandas
- Quercus ilex*: 4 bandas son más abundantes en asintomáticos que en sintomáticos:
 - Heat shock
 - Malate synthase
 - 2 glicine G1
- Quercus suber*: 5 bandas son más abundantes en asintomáticos que en sintomáticos:
 - Elongation factor1
 - Malate synthase
 - Translation initiation factor2
 - Actin-2
 - Epoxide hydrolase 3



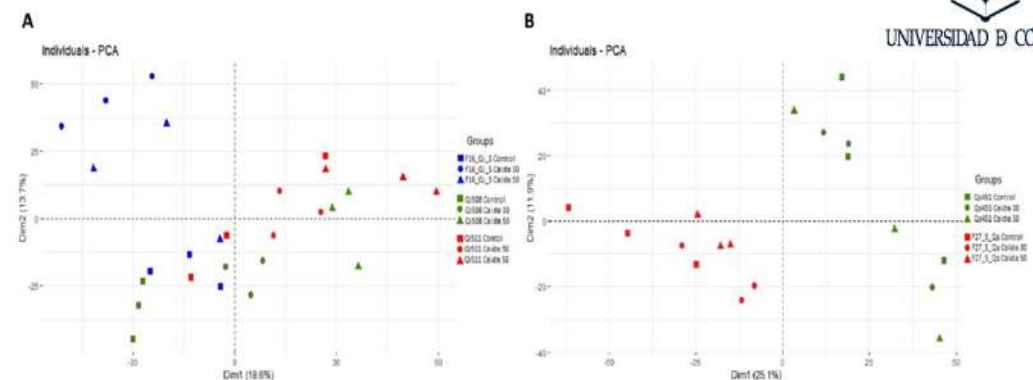
Análisis de componentes principales (PCA) de la proteína de bellota procedentes de individuos de *Q. ilex* (A) y *Q. suber* (B) sintomáticos y asintomáticos.

Marcadores moleculares de tolerancia: ómicas

- **Transcriptómica:** Se identificó un total de 15 transcritos comunes a ambas especies del género *Quercus* que se sobreexpresan en condiciones de presencia de Pc y sequía, resaltando aquellos transcritos de respuesta inmune innata (Probable serine/threonine-protein kinase PBL19), relacionados con procesos de modificaciones postraduccionales (Probable serine/threonine-protein kinase WNK11 y F-box/kelch-repeat pro-teín SKIP30) o de regulación del cierre estomático (Sodium/hydrogen exchanger 2).
- **Proteómica:** Se identificó un total de 8 proteínas comunes a ambas especies del género *Quercus* sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico, destacaron proteínas relacionadas con los procesos de transcripción y traducción (Factor de inicio de la traducción eucariótico, Proteína de unión a ARN y Proteína de-dos de Zinc), con el plegamiento y degradación proteica (calreticulina), y con procesos redox (metionina sintasa y disulfuro isomerasa).
- **Metabolómica:** Se identificó un único metabolito común a ambas especies del género *Quercus*: escopolina.



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA



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



Ayuntamiento de
HUELVA

Marcadores moleculares identificación clonal: SNPs

- Selección *in silico* de un **conjunto relativamente reducido de marcadores (96)** para ser empleados en el genotipado rutinario mediante KASP™ (Kompetitive Allele Specific PCR, LGC Genomics), que permite distinguir entre dos posibles nucleótidos ocupando una posición concreta del genoma (SNP) a través de la amplificación por rtPCR (real time Polymerase Chain Reaction) utilizando unos cebadores marcados con un fluoróforo, específicos para cada alelo.
- Se ha logrado una discriminación perfecta entre los individuos suministrados (50 encinas y 50 alcornoques), sin coincidencias genotípicas, incluso entre individuos muy relacionados genéticamente (madre-hijo y medio hermanos)



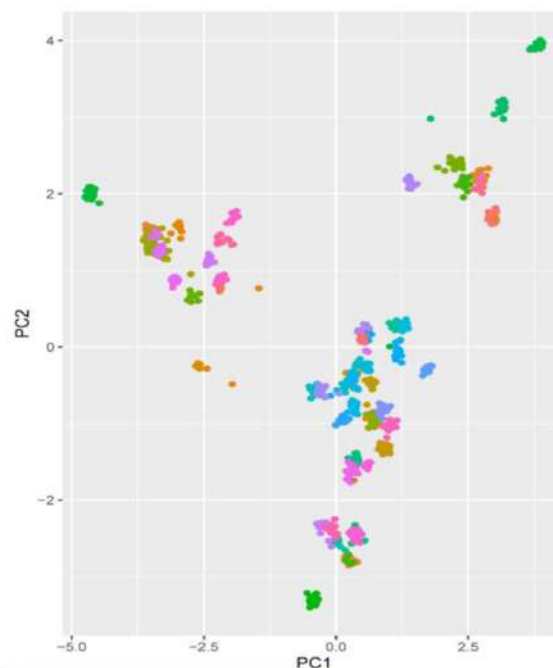
Muestra \ SNP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ADB 1A 2/06	T:A	T:G	T:A	C:C	G:A	T:A	G:A	G:A	G:C	G:G
ADB 2B 115/06	T:T	T:G	A:A	C:C	G:A	T:T	G:A	G:A	C:C	A:A
ADB 2B 125/06	T:A	T:T	T:A	C:C	G:A	T:T	G:G	G:A	G:C	G:G
CAB 3A 1738/03	A:A	T:T	T:A	C:C	G:A	T:T	A:A	G:A	G:C	G:A
CRSA 3A 29/06	?	T:G	T:T	T:T	?	T:T	G:G	G:A	C:C	G:A
CRR 3A 198/06	T:A	T:T	T:T	T:C	?	T:A	G:G	G:A	G:C	A:A
CM 4A 512/06	T:A	T:G	T:T	C:C	G:A	T:A	G:G	G:A	C:C	G:A
CM 5A 230/06	A:A	T:G	T:T	T:T	G:A	T:A	A:A	G:A	G:G	G:A
CM5A 240/06	T:A	T:G	T:A	T:T	?	T:T	G:G	G:A	G:G	G:G
DI 1A 815/03	T:T	T:T	T:A	T:C	G:A	T:A	G:G	G:A	G:C	A:A
DI 1A 1200/03	T:T	T:T	T:T	T:C	G:A	T:A	G:A	G:A	G:G	A:A
DI 2A Plus	A:A	T:G	A:A	C:C	?	T:A	G:G	G:A	G:G	G:G
DI 3B 1364/03	T:T	T:T	T:T	T:C	G:A	T:T	G:G	G:A	G:C	G:A
DI 3B 1398/03	T:A	T:T	T:A	T:C	G:A	T:T	G:A	G:A	G:C	G:A
DI 4A Plus	T:A	T:G	T:A	C:C	G:A	T:A	G:G	G:A	G:C	A:A

Nucleótidos presentes en los 10 primeros marcadores de los 96 seleccionados para los alcornoques de SEFEAL.

Dos medios hermanos se diferencian en los marcadores señalados por único nucleótido en cada marcador

Marcadores moleculares identificación clonal: SNPs

- Selección *in silico* de un conjunto de 500 SNP para para la comprobación de la estabilidad e identidad del material propagado *in vitro* en el marco del proyecto.
- El análisis se ha llevado a cabo mediante técnicas de secuenciación masiva (FLEXseq), por resultar más ventajosas para un elevado número de marcadores/muestras. Mediante la utilización de réplicas técnicas se ha estimado el error medio de genotipado con esta metodología en torno al 1% ($0,91 \pm 0,14$).
- Se ha comprobado la integridad genética de la mayor parte de los ortet a través del proceso. En algunos casos se han identificado discrepancias significativas, debidas a errores de etiquetado del material o a variación somaclonal durante la propagación.
- Nuevos análisis permitirían comprobar estos resultados y establecer el nivel de discrepancia admisible para la trazabilidad y certificación del material



Análisis de Componentes Principales de los genotipos obtenidos por FLEXseq para los ramets de alcornoque



POLITÉCNICA

Montes



Presencia de Pc en las parcelas estudiadas

ALCORNQUE			
#	PARCELA	Candidatos con Pc (%)	Identificación de Pc en pie sensible
1	CA1058	0	-
2	CA1102	0	+
3	CA1103	0	+
4	SE1038	20	+
5	CA1109	33	+
6	HU1033	40	+
7	CO1093	40	+
8	CA1076	50	+
9	IPR-043	50	+
10	RIN	60	-
11	008-02	67	+
12	087-02	67	+
13	0909-02	67	+
14	HERG	67	+
15	GEX-110	80	+
16	TOR-AL	80	+
17	VAL	80	-
18	0232-11	83	+
19	2043-03	83	+
20	GEX-271	83	+
21	0330-01	100	+
22	0377-12	100	+
23	0377-13	100	+
24	051-05	100	+
25	0529-01	100	+
26	CA1083	100	+
27	CRL	100	+
28	PHY-005	100	+
29	ROB	100	+
30	HU1021	0-40	+

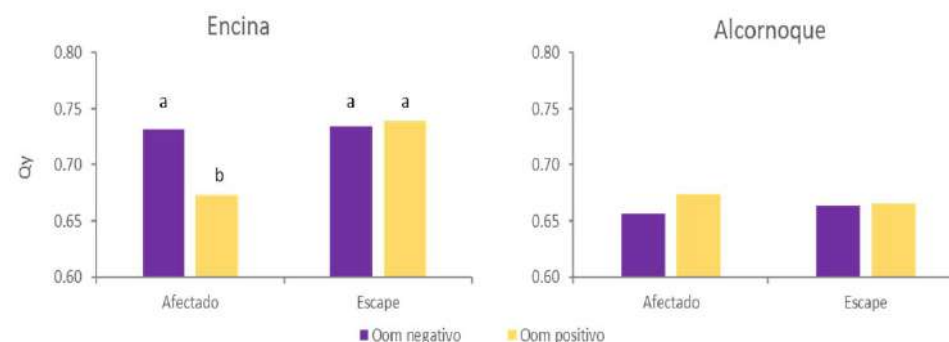
ENCINA			
#	PARCELA	Candidatos con Pc (%)	Identificación de Pc en pie sensible
1	ACR	0	-
2	ASO	0	-
3	003-24	50	+
4	CGA	50	-
5	DEH	67	-
6	PSV	67	-
7	095-10	100	+
8	1164-04	100	+
9	AGE026	100	+
10	CO1055	100	+
11	CO1101	100	+
12	CO1121	100	+
13	GEX-330	100	+
14	HU1027	100	+
15	HU1028	100	+
16	HU1040	100	+
17	HU1052	100	+
18	HU1069	100	+
19	PHY-257	100	+
20	RPI	100	+
21	SE1048	100	+
22	SE1050	100	+

Estudio del componente biológico del suelo

Detección de oomicetos

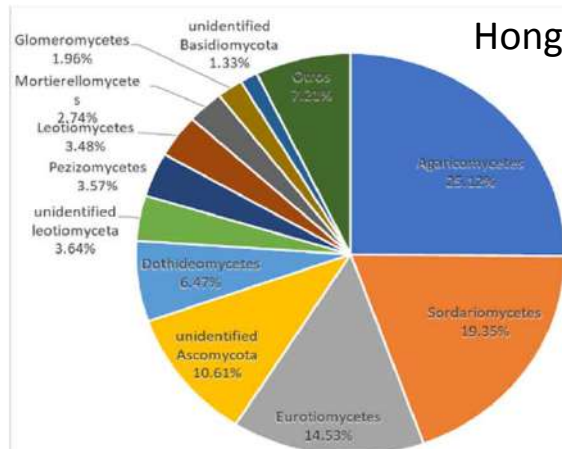
	Aislamiento Positivo (Soil baiting)	PCR Positiva (Metabarcoding)
Escape	7% de los pies	80% de los pies
Afectados	18% de los pies	73% de los pies

Estado fisiológico de los árboles

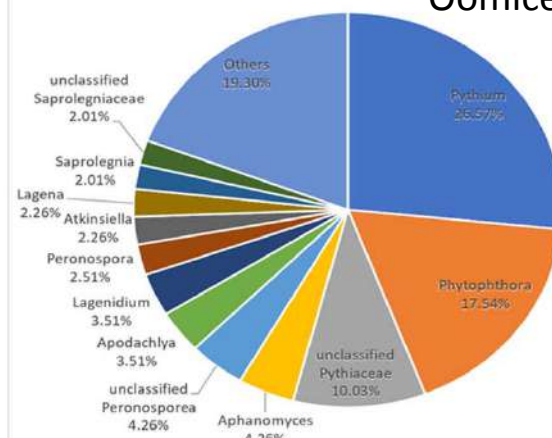


Estudio del componente biológico del suelo

Hongos



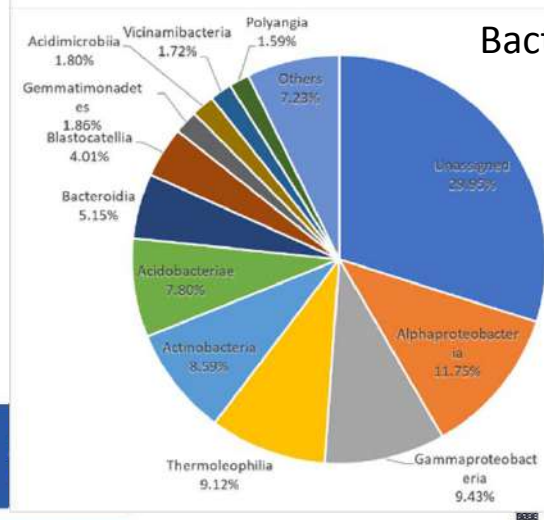
Oomicetos



Biodiversidad de la rizosfera

	Clase	Agaricus	Clonostachys	Penicillium	Trichoderma
Encina	CANDIDATO	1519	1590	70154	18499
	SENSIBLE	0	1756	53643	9682
Alcornoque	CANDIDATO	48267	3295	361687	96021
	SENSIBLE	10	259	54917	10810

Bacterias

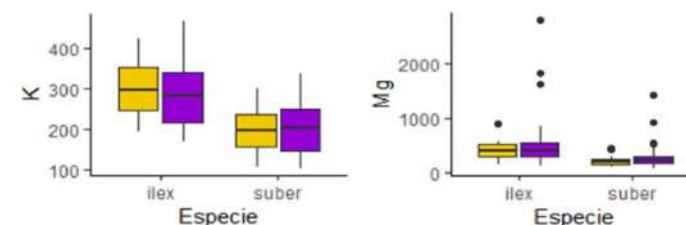


GOBIERNO DE ESPAÑA



Propiedades físico-químicas del suelo

- No hay diferencias significativas entre los pies sanos y afectados excepto para el K^+ y el Mg^{++}
- Cierta tendencia a mayor m.o. en encinares afectados
- Se descarta la influencia de la calidad del suelo en una posible estrategia de escape a la enfermedad



Afectado Sano



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



ESPECIE	Nº réplicas	Nº genotipos	Nº plantas
Qs	6	41	246
	5	4	20
Qi	6	5	30
Control	6	5	30
TOTAL		55	326

		TOTAL																																		55		326	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
57	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Establecimiento de poblaciones de mejora

Huertos semilleros



HS de alcornoque de RP 1-5+G
62 componentes de los 70 ya en la PM

HS de encina RP11
25 componentes de los 53 ya en la PM

Banco clonal



Especie	Origen	Nº genotipos	Nº plantas
Q. suber	progenitores	29	78
	progenies	217	585
Q. ilex	progenitores	0	0
	progenies	71	150
TOTAL		317	813

Creación de la base de datos del programa

RPlot	RPlot2	Rid	Colección	Archivo	Foco/ Población	COD_Original	Tipo Material (AD: Adulto / PG: Progenie)	Especie	PROGENITOR	Genotipo_bbdd	Genotipo	FOTOBDD
			Poblaciones_VP	Poblaciones_VP		Qi-1-1		Qi	X	Qi-1-1		Qi-1-1.jpg
1	1	1.2	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-1	AD	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1.jpg
	1	1.1	PNSeCa_VP	IC	Qi-1-1	Qi-1-1-1	PG	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1	Qi-1-1-1.jpg
	1	1.3	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-1-1	Qi-1-1-19	PG	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-1-19	Qi-1-1-19	Qi-1-1-19.jpg
	1		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-1-69-13	PG	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-69-13	Qi-1-69-13	Qi-1-69-13.jpg
	1	1.4	PNSeCa_VP	Progenie_TRAGSA_VP	Qi-1-1	Qi-1-95-33	PG	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-95-33	Qi-1-95-33	Qi-1-95-33.jpg
	1	1.5	PNSeCa_VP	Progenie_TRAGSA_VP	Qi-1-1	Qi-1-167-33	PG	Qi	Qi-1-1-1	Qi-1-167-33	Qi-1-167-33	Qi-1-167-33.jpg
2	2	2.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-2	AD	Qi	Qi-1-1-2	Qi-1-1-2	Qi-1-1-2	Qi-1-1-2.jpg
3	3	3.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-3	AD	Qi	Qi-1-1-3	Qi-1-1-3	Qi-1-1-3	Qi-1-1-3.jpg
	3	3.2	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-1-1	Qi-1-16-27	PG	Qi	Qi-1-1-3	Qi-1-16-27	Qi-1-16-27	Qi-1-16-27.jpg
	3		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-1-25-33	PG	Qi	Qi-1-1-3	Qi-1-25-33	Qi-1-25-33	Qi-1-25-33.jpg
4	4	4.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-4	AD	Qi	Qi-1-1-4	Qi-1-1-4	Qi-1-1-4	Qi-1-1-4.jpg
5	5	5.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-5	AD	Qi	Qi-1-1-5	Qi-1-1-5	Qi-1-1-5	Qi-1-1-5.jpg
6	6	6.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-6	AD	Qi	Qi-1-1-6	Qi-1-1-6	Qi-1-1-6	Qi-1-1-6.jpg
	6		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-6-3-44	PG	Qi	Qi-1-1-6	Qi-6-3-44	Qi-6-3-44	Qi-6-3-44.jpg
	6		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-6-26-18	PG	Qi	Qi-1-1-6	Qi-6-26-18	Qi-6-26-18	Qi-6-26-18.jpg
	6	6.2	PNSeCa_VP	Progenie_TRAGSA_VP	Qi-1-1	Qi-6-81-40	PG	Qi	Qi-1-1-6	Qi-6-81-40	Qi-6-81-40	Qi-6-81-40.jpg
7	7	7.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-7	AD	Qi	Qi-1-1-7	Qi-1-1-7	Qi-1-1-7	Qi-1-1-7.jpg
8	8	8.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-8	AD	Qi	Qi-1-1-8	Qi-1-1-8	Qi-1-1-8	Qi-1-1-8.jpg
	8		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-8-65-3	PG	Qi	Qi-1-1-8	Qi-8-65-3	Qi-8-65-3	Qi-8-65-3.jpg
9	9	9.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-9	AD	Qi	Qi-1-1-9	Qi-1-1-9	Qi-1-1-9	Qi-1-1-9.jpg
	9	9.2	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-1-1	Qi-9-3-36	PG	Qi	Qi-1-1-9	Qi-9-3-36	Qi-9-3-36	Qi-9-3-36.jpg
	9	9.3	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-1-1	Qi-9-10-34	PG	Qi	Qi-1-1-9	Qi-9-10-34	Qi-9-10-34	Qi-9-10-34.jpg
10	10	10.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-10	AD	Qi	Qi-1-1-10	Qi-1-1-10	Qi-1-1-10	Qi-1-1-10.jpg
11	11	11.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-1-1	Qi-1-1-11	AD	Qi	Qi-1-1-11	Qi-1-1-11	Qi-1-1-11	Qi-1-1-11.jpg
	11	11.2	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-1-1	Qi-11-12-7	PG	Qi	Qi-1-1-11	Qi-11-12-7	Qi-11-12-7	Qi-11-12-7.jpg
	11		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-1-1	Qi-11-177-18	PG	Qi	Qi-1-1-11	Qi-11-177-18	Qi-11-177-18	Qi-11-177-18.jpg
			Poblaciones_VP	Poblaciones_VP		Qi-3-1		Qi	X	Qi-3-1		Qi-3-1.jpg
12	12	12.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-1	AD	Qi	Qi-3-1-1	Qi-3-1-1	Qi-3-1-1	Qi-3-1-1.jpg
	12	12.2	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-3-1	Qi-12-15-46	PG	Qi	Qi-3-1-1	Qi-12-15-46	Qi-12-15-46	Qi-12-15-46.jpg
	12	12.3	PNSeCa_VP	Progenie_UEx_PNSeCa	Qi-3-1	Qi-12-24-28	PG	Qi	Qi-3-1-1	Qi-12-24-28	Qi-12-24-28	Qi-12-24-28.jpg
	12		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-3-1	Qi-12-64-40	PG	Qi	Qi-3-1-1	Qi-12-64-40	Qi-12-64-40	Qi-12-64-40.jpg
	12		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-3-1	Qi-12-70-40	PG	Qi	Qi-3-1-1	Qi-12-70-40	Qi-12-70-40	Qi-12-70-40.jpg
13	13	13.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-2	AD	Qi	Qi-3-1-2	Qi-3-1-2	Qi-3-1-2	Qi-3-1-2.jpg
14	14	14.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-3	AD	Qi	Qi-3-1-3	Qi-3-1-3	Qi-3-1-3	Qi-3-1-3.jpg
15	15	15.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-4	AD	Qi	Qi-3-1-4	Qi-3-1-4	Qi-3-1-4	Qi-3-1-4.jpg
	15		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-3-1	Qi-15-66-32	PG	Qi	Qi-3-1-4	Qi-15-66-32	Qi-15-66-32	Qi-15-66-32.jpg
	15	15.2	PNSeCa_VP	Progenie_TRAGSA_VP	Qi-3-1	Qi-15-82-26	PG	Qi	Qi-3-1-4	Qi-15-82-26	Qi-15-82-26	Qi-15-82-26.jpg
16	16	16.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-5	AD	Qi	Qi-3-1-5	Qi-3-1-5	Qi-3-1-5	Qi-3-1-5.jpg
	16	16.2	PNSeCa_VP	Progenie_TRAGSA_VP	Qi-3-1	Qi-16-91-20	PG	Qi	Qi-3-1-5	Qi-16-91-20	Qi-16-91-20	Qi-16-91-20.jpg
	16		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-3-1	Qi-16-177-14	PG	Qi	Qi-3-1-5	Qi-16-177-14	Qi-16-177-14	Qi-16-177-14.jpg
17	17	17.1	PNSeCa_VP	Qi VP	Qi-3-1	Qi-3-1-6	AD	Qi	Qi-3-1-6	Qi-3-1-6	Qi-3-1-6	Qi-3-1-6.jpg
	17		PNSeCa_VP	8. Brinzales para MM	Qi-3-1	Qi-17-70-39	PG	Qi	Qi-3-1-6	Qi-17-70-39	Qi-17-70-39	Qi-17-70-39.jpg

- De momento en Excell
- Migración a PostGIS+PostgreSQL: que permite la gestión de información espacial y de bases de datos

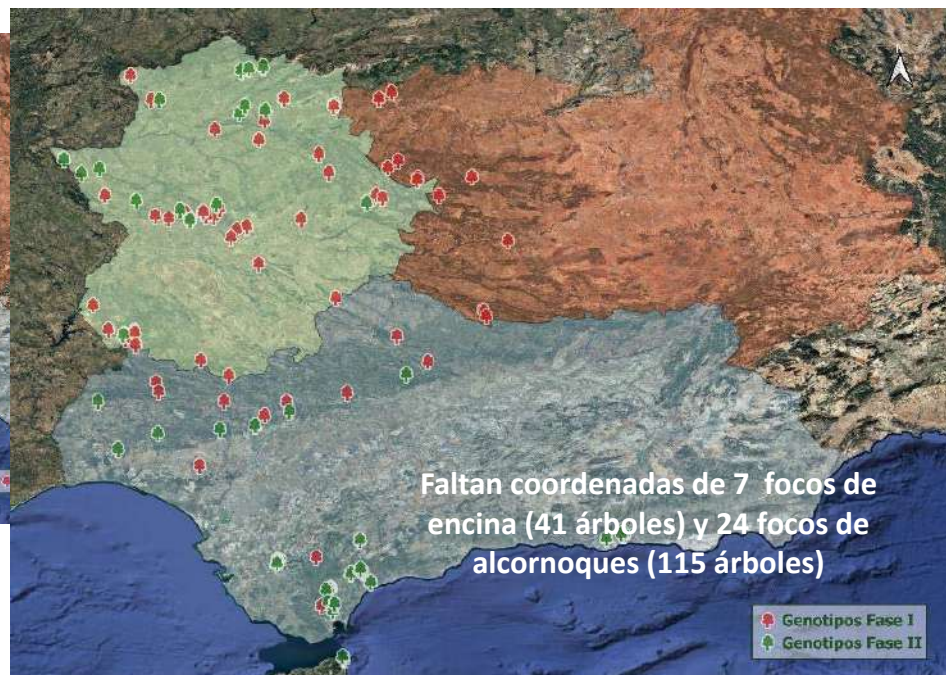
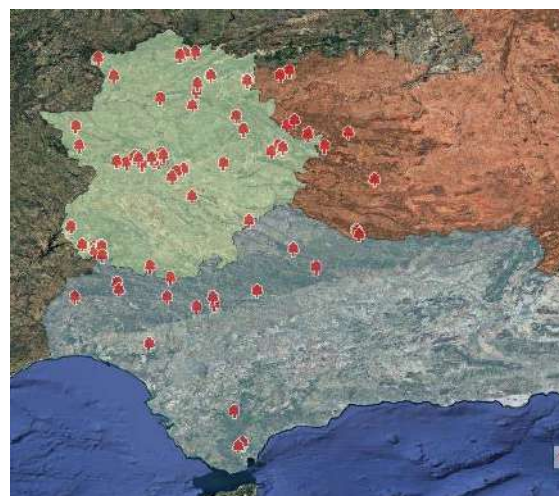
Ampliación de base genética de Poblaciones de Mejora

Fase I

RP 11 encina: 50 componentes
 RP 1-5+G: 70 componentes
 RP 6-7: 50 componentes

Fase II

RP 11 encina: + 122 candidatos
 RP 1-5+G: + 37 candidatos
 RP 6-7: + 213 candidatos



Q. ilex selección	Q. suber selección (6+7)	Q. suber selección (1-5+G)
Qi-11-1-4	CA1103/#12	Qs-5-1-6
Qi-11-2-7	CA1103/#8	Qs-4-1-9
Qi-11-2-6	CA1103/A1	Qs-1-1-9
Qi-11-2-4	CA1058/S2	Qs-2-1-9
Qi-11-1-6	CFM#1	Qs-3-1-5
Qi-11-1-9	HMM#8	Qs-1-1-5
Qi-11-2-1	CFM#10	Qs-5-1-2
Qi-11-2-11	CFM#7	Qs-3-1-11
Qi-11-1-2	HMM#6	Qs-1-1-10
Qi-11-1-5	HMM#9	Qs-2-1-2
Phy-257/E2	CFM#6	Qs-4-1-4
Asomad/E2	HMM#5	Qs-2-1-5
095-10/E2	HMM#7	Qs-2-1-3
Dehesa/E2		Qs-2-1-1
Dehesa/E1		Qs-5-1-1
AG026/E5		Qs-2-1-8
PSV/E1		Qs-4-1-1
Robleza/E2		Qs-1-1-6
Cañada/E2		Qs-8-1-7
CO1121#14		Qs-9-1-2
HU1069#1		Phy005/ES5
HU1028#22		0234-03/E4
CO1055#14		CRL/ES1
CO1121#22		0377-13/E2
SE1048#14		267/E4
ES1		CRL/ES3
SE1050#17		SE1038/#3
CO1101#19		0377-12/E1
547		Her/ES4
545		087-02/E4
448		0232-11/ES5
524		0377-13/E5
525		0909-02/ES5
444		008-02/E5
538		087-02/E3
540		HU1033/S2
510		HU1021/S3
511		267/E2
425		CRL/ES2
529		CRL/ES4
523		HU1033/S3
487		Her/ES3
488		Robled/E5
504		Robled/E2
490		Valgordo/E3
491		GEX-271/ES2
492		Qs-2-1-4
513		Qs-5-1-5
514		Qs-3-1-3
536		Qs-5-1-3

Evaluación de tolerancia en vivero

Ensayo de tolerancia a estrés hídrico, y estrés hídrico con *Phytophthora*

Vivero de TRAGSA

172 familias de focos de seca en 2025

200 familias de focos de seca en 2026



Ensayo de tolerancia a estrés térmico

UHU y UNEX

3 áreas de mejora x 2 poblaciones

2 especies x 2 poblaciones marroquíes

2 especies x 1 población del norte peninsular

Ensayo de tolerancia a Pc + estrés hídrico + Pc (en vivero y en campo)

UNEX

3 áreas de mejora x 30 árboles

2 especies x 6 progenies marroquíes

3-4 progenies susceptibles

2 lotes comerciales

2 clones tolerantes



Evaluación de tolerancia en campo



- Producción de brinzales de todas las familias del programa, para establecer ensayos de tolerancia en campo en otoño de 2026

Micropropagación de adultos y progenies tolerantes



Estacas de adultos de encina
Crioconservación

=> MBG-CSIC

Estacas de adultos de alcornoque
Protocolo producción a gran escala
Biotización con endófitos

=> IMIDRA



Brinzales de alcornoque
Micorrización con *Tuber borchii*

=> UHU

Brinzales de alcornoque
Microinjerto con encina

=> UV

Resumen resultados *Fase I* y *Fase II (parciales)*

- **Poblaciones de mejora** en construcción para las regiones bioclimática RP11 (encina), RP 1-5+G y RP6-7 (alcornoque) con amplia base genética
- Conocimiento de la **variabilidad poblacional** de ambas especies a nivel nacional
- Conocimiento de la **respuesta** de ambas especies **al estrés biótico de Pc y combinado de Pc + WS**
- Desarrollo de **protocolos de estaquillado, micropropagación, crioconservación e injertado**
- **Ensayos de campo clonales** establecidos y **ensayos de progenies** de próximo establecimiento, para comprobar la tolerancia de los materiales
- **Huertos semilleros** parcialmente establecidos que se completarán en los próximos meses
- **Desarrollo de marcadores moleculares de tolerancia** que pueden emplearse como apoyo a la selección de nuevos materiales
- Desarrollo de un **sistema de identificación clonal mediante SNPs**
- **Variedad sintética (mezcla de clones)** para tolerancia a Pc en vías de registro
- Conocimiento del componente biológico del suelo, destacando la presencia de **hongos antagonistas a Pc y micorrízicos presentes en los pies tolerantes.**
- Ensayos de **micorrización y biotización** con estos hongos en curso

¡GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN!

Contacto

Beatriz Cuenca Valera
Vivero de Maceda. TRAGSA
bcuenca@tragsa.es
Tel. 679 090447

