



La propagación del alcornoque y la seca

José Antonio Manzanera, E.T.S.I. Montes, UPM,
joseantonio.manzanera@upm.es

Arancha Gómez Garay (Presidenta de la Asociación Española de Sanidad Vegetal)

Beatriz Pintos, UCM

Maite Solís, UCM

José Antonio Saiz de Omeñaca, UPM.



Síntomas de la seca:

- Hojas Puntisecas, color tabaco, tamaño reducido, defoliación por acortamiento de la vida útil, y mayor sensibilidad a defolios
- A veces: podredumbres radicales, chancros rezumantes o carbonosos, agrietamientos en corteza y xilema y proliferación de brotes epicórmicos







Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

Posibles causas de la seca:

- Debilitamiento del árbol:
- Sequía + calor: Especialmente, alternancia de sequías con encharcamiento (ambiente favorable a la propagación de fitóftora)
- Malas prácticas culturales: Repoblaciones realizadas sin estudio previo del suelo y otros factores ecológicos
- carga cinegética o ganadera excesiva
- deposiciones ácidas
 - raña de Navahermosa (Toledo).
plantación artificial en zona marginal, demasiado fría en invierno,
 - suelo inadecuado (no ácido).
 - agente ejecutor: chancros basales (fitóftora).









Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

Patógenos relacionados

- *Phytophthora cinnamoni*
- *Botryosphaeria sp.* (causantes de chancros en tronco y ramas)
- bacteria *Brenneria quercina* (responsable de los chancros rezumantes)
- *Biscogniauxia mediterranea* (*Hypoxylon*, carbón del alcornoque).



Posibles soluciones:

- lucha contra la contaminación y el cambio climático
- selvicultura preventiva
- control de enfermedades infecciosas
- mejora genética y propagación de las resistencias a condiciones adversas.



ALTERNATIVAS



SELECCIÓN DE RESISTENTES

ADOPCIÓN DE RESISTENCIA

CONSERVACIÓN DE RECURSOS







Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

SELECCIÓN DE RESISTENTES

- Los tests *in vitro* de tolerancia/resistencia son requisitos previos para las pruebas de campo
- A partir de individuos con aparente tolerancia en zonas afectadas:
- **Propagación**







Selección de alcornoques:

- 10 árboles por procedencia
- calidad del corcho (calibre idóneo para tapón)
- Producción de fruto




 **POLITÉCNICA**
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

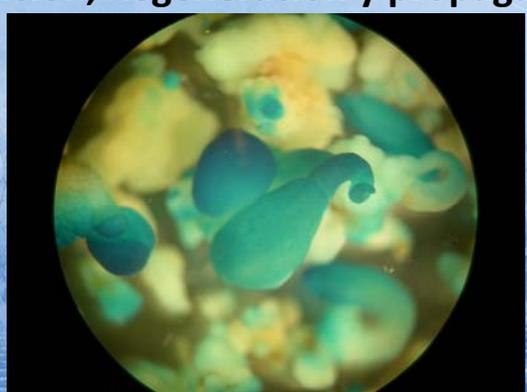
 

Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S. de Ingenieros de Montes
Research Group for Sustainable Management



ADOPCIÓN DE RESISTENCIA

- Modificación genética
- Nuevas técnicas biotecnológicas
- **Modificación, Regeneración y propagación.**



 **POLITÉCNICA**
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S. de Ingenieros de Montes
Research Group for Sustainable Management



CONSERVACIÓN DE RECURSOS

- Conservación *ex situ*
- plantas para la conservación a largo plazo y para facilitar el acceso de los fitomejoradores
- **Conservación y propagación.**





La propagación del alcornoque

- **Problemas de regeneración:**
 - retroceso del alcornocal:
 - 16% en nº de pies
 - más acusado (26%) en las clases de 5 a 25 cm Dn
 - disminución del regenerado



Problemas en su propagación:

- 1º) Semillas recalcitrantes
- 2º) Tardía entrada en la madurez sexual
- 3º) Especie vecera
- 4º) Difícil propagación vegetativa por estaquillado
- 5º) Dificultad práctica de obtener líneas puras.



Técnicas de propagación del alcornoque

- Por semilla
- Vegetativa: injerto y acodo (poco viable)
- Biotecnológica:
 - Micropropagación
 - Embriogénesis somática
 - Embriogénesis haploide
 - Transformación genética



 **POLITÉCNICA**
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S. de Ingenieros de Montes
Research Group for Sustainable Management



Micropropagación del alcornoque

ORIGEN ADULTO MULTIPLICACIÓN DE YEMAS ENRAIZAMIENTO



 **POLITÉCNICA**
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S. de Ingenieros de Montes
Research Group for Sustainable Management



ACLIMATACIÓN





INDUCCIÓN DE EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA

- **Recolección y preparación del material**

ÁRBOLES SELECCIONADOS	RECOLECCIÓN DE BELLOTAS	ASEPSIA
		

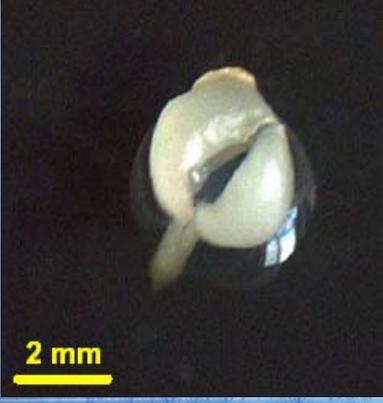


INDUCCIÓN DE EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA

INDUCCIÓN DE EMBRIONES	PROLIFERACIÓN EN MEDIO BASAL
	

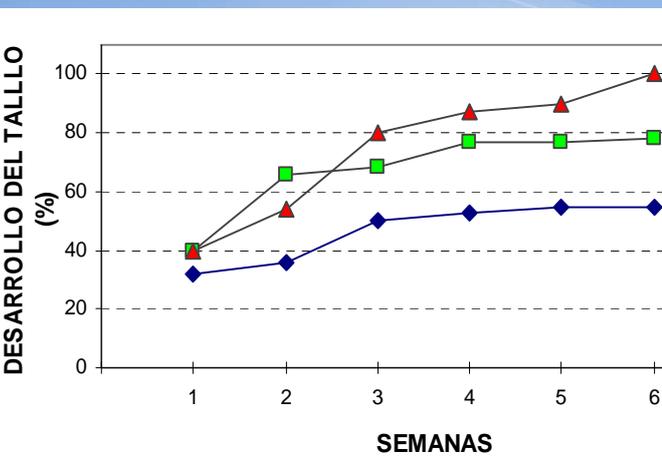


MADURACIÓN DE EMBRIONES SOMÁTICOS


→




Germinación:



Semanas	Treatment 1 (Red Triangles)	Treatment 2 (Green Squares)	Treatment 3 (Blue Diamonds)
1	40	40	32
2	55	68	35
3	80	70	50
4	88	78	52
5	90	78	55
6	100	80	55





CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

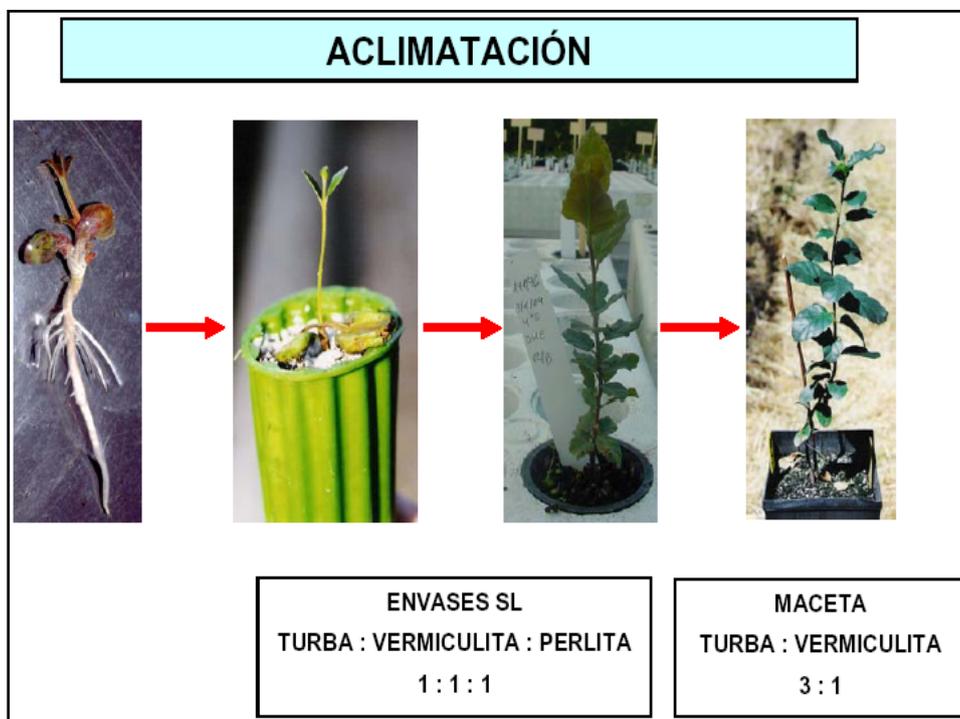



Univ. E.T.S. de Ing. Research Group

Semillas artificiales de embriones somáticos



- Encapsulación de embriones maduros en semillas artificiales
- La regeneración de plantas a partir de la germinación de embriones somáticos aumenta la descendencia de los árboles seleccionados
- La encapsulación permite mayor facilidad de manejo y conservación
- Abre la posibilidad de futuras aplicaciones técnicas.









Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

EMBRIOGÉNESIS EN ANTERAS:

- Razones para su utilización:
 1. Los métodos clásicos de mejora vegetal se basan en hibridación y selección
 2. Esto es impracticable en alcornoque, por ciclo vital largo, vecería, etc.
 3. La embriogénesis en anteras permite obtener líneas puras en un solo paso



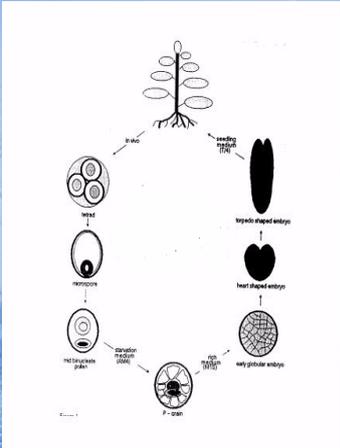




Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

EMBRIOGÉNESIS EN ANTERAS: DESARROLLO DEL POLEN

RUTA GAMETOFÍTICA

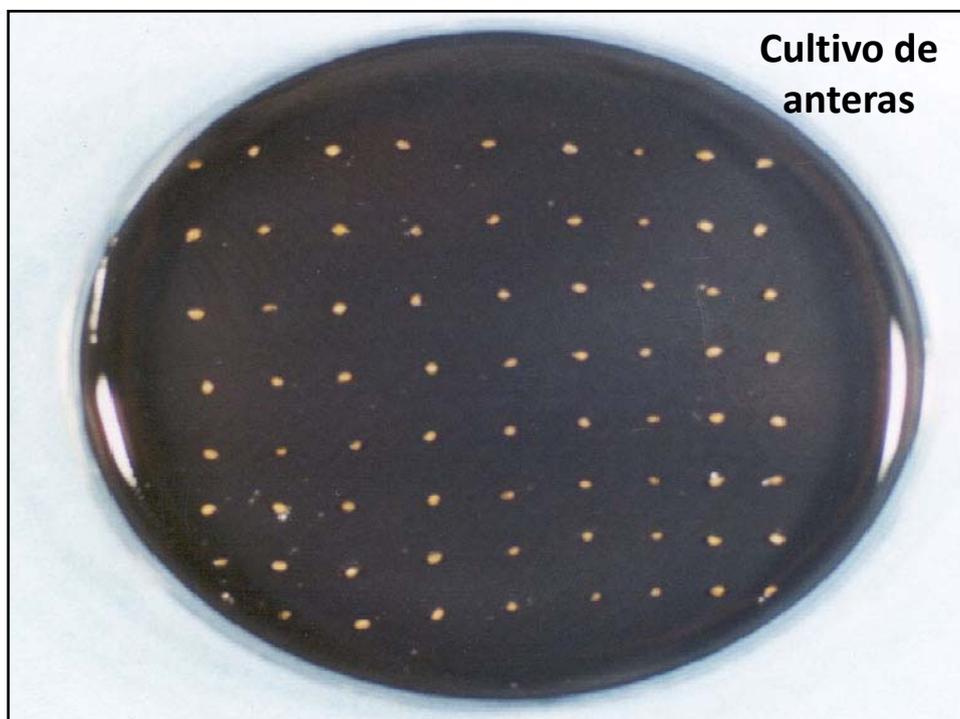
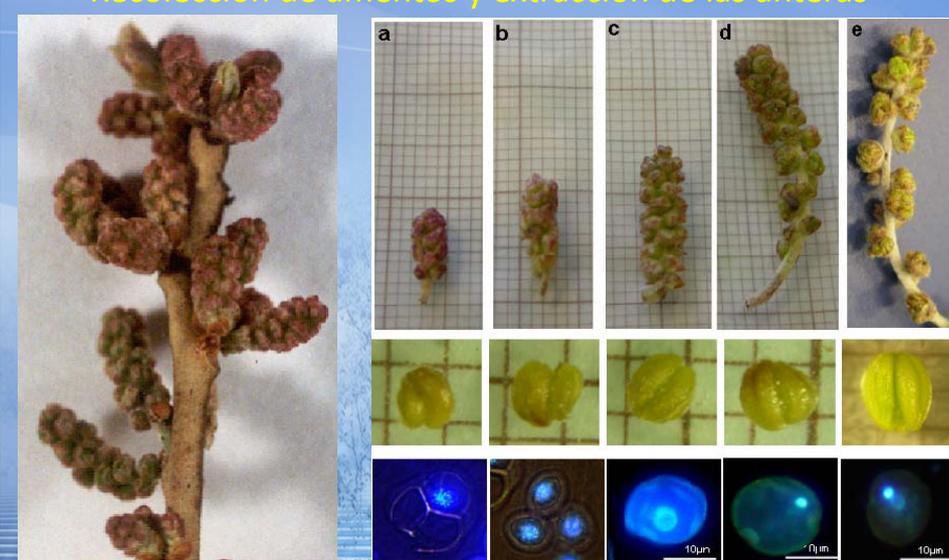


The diagram illustrates the development of a pollen grain from a plant. It shows the transition from a vegetative cell to a microspore, then to a bicellular pollen grain (with vegetative and generative cells), and finally to a tricolpate pollen grain. The sporophytic pathway is shown as a separate branch from the vegetative cell, leading to heart-shaped, heart-shaped, and very globular anthers.

RUTA ESPOROFÍTICA



Recolección de amentos y extracción de las anteras









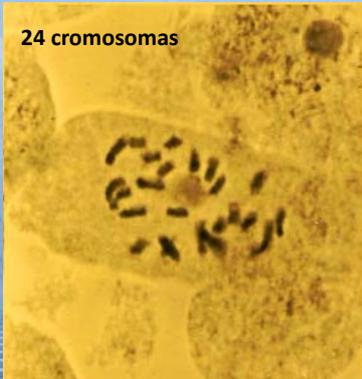
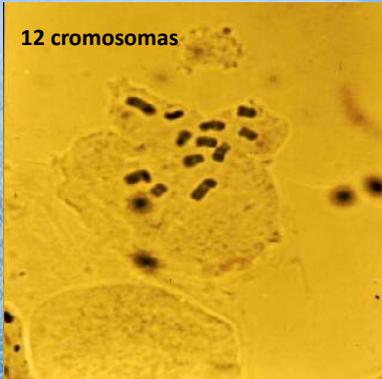


Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE PLOIDÍA Y ESTRUCTURA GENÉTICA DE LOS EMBRIONES:

- Número de cromosomas:

Control:

Control:	Embrión de antera (haploide)
<p>raíz de bellota (diploide, $2n$)</p> <p>24 cromosomas</p> 	<p>12 cromosomas</p> 







Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

Origen celular: La microspora vacuolada

Fase sensible a la inducción de embriogénesis

- ✓ Elevada proporción de microsporas vacuoladas en el interior de la antera embriogénica.
- ✓ Alta proporción de este estadio de desarrollo en las anteras antes del inicio del cultivo.



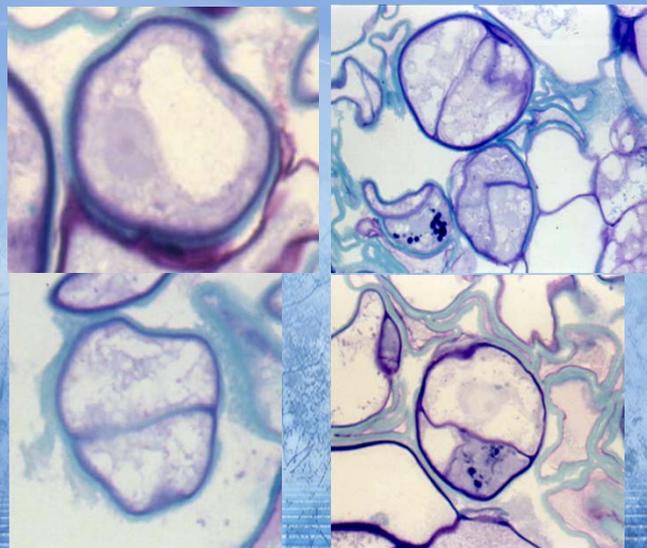






Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

microsporas embriogénicas

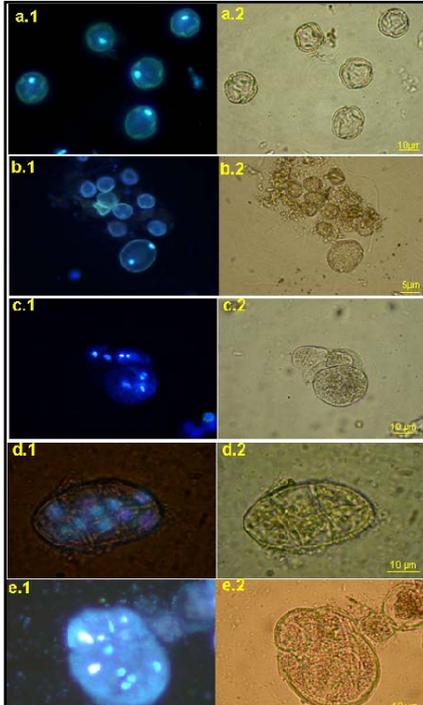


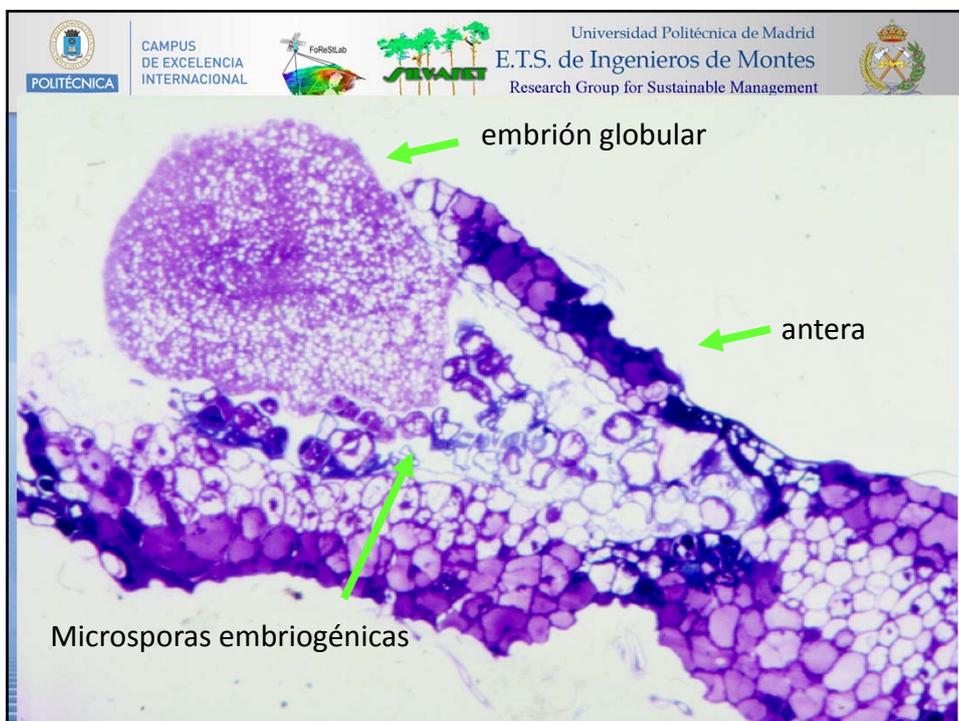


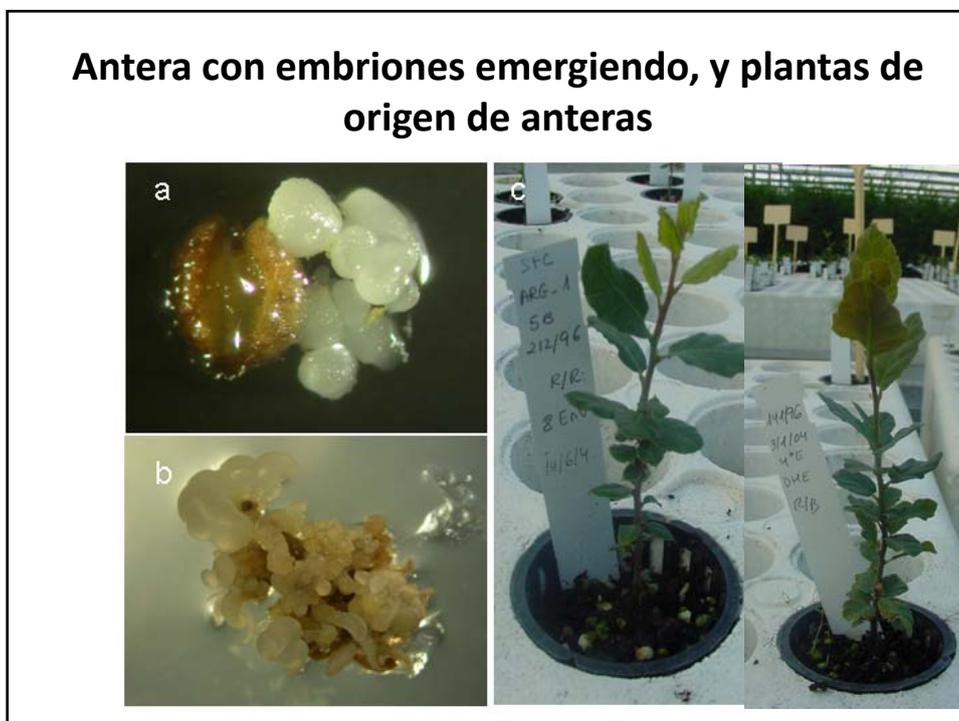
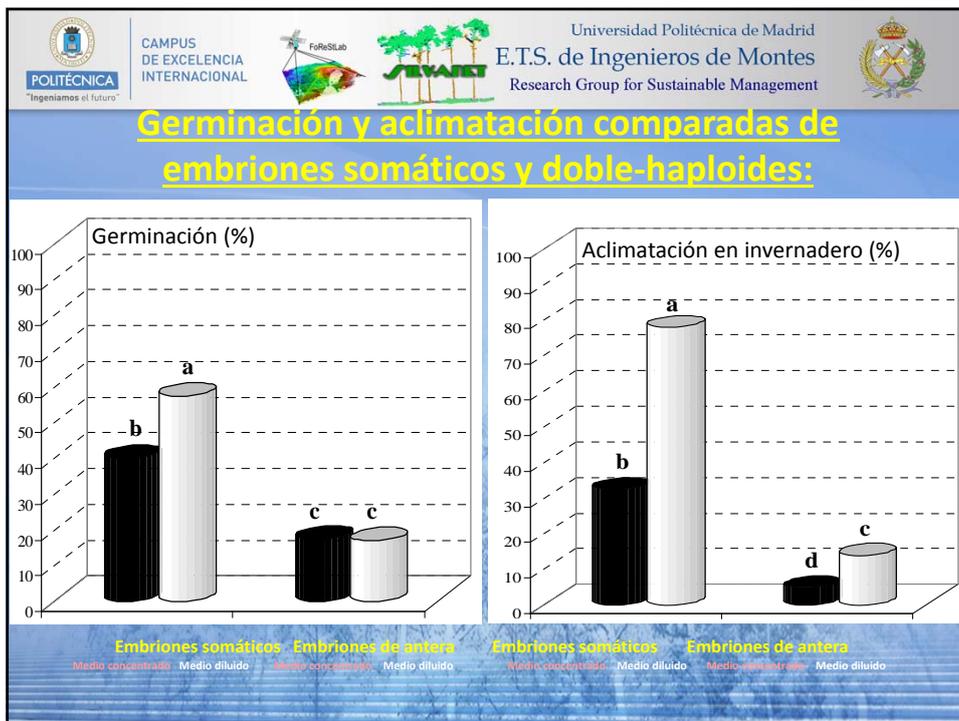

Universidad Politécnica de Madrid
 E.T.S. de Ingenieros de Montes
 Research Group for Sustainable Management

Secuencia del inicio de la embriogénesis de microspora en alcornoque

- Fases desde la microspora (uninucleada) hasta embriones con 2 núcleos, 4, 8, etc.









ACLIMATACIÓN:

Plantas de embriogénesis somática

– Plantas de dos savias Plantas de tres savias



The image shows a collection of young plants. On the left, a large tray contains many small plants in white pots, each with a white identification tag. On the right, four individual plants are shown in black pots, illustrating different stages or types of somatic embryogenesis. The background of the text area is a blue sky with clouds.



Instalación de la parcela experimental con plantas procedentes de árboles seleccionados en Extremadura en 2005



The image consists of two photographs. The left photograph shows an experimental plot in a field with rows of young plants protected by black mesh cages. The right photograph is a close-up of a single plant in a similar protective cage, showing its growth and the structure of the cage.





POLITÉCNICA
"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL





Universidad Politécnica de Madrid
E.T.S. de Ingenieros de Montes
Research Group for Sustainable Management

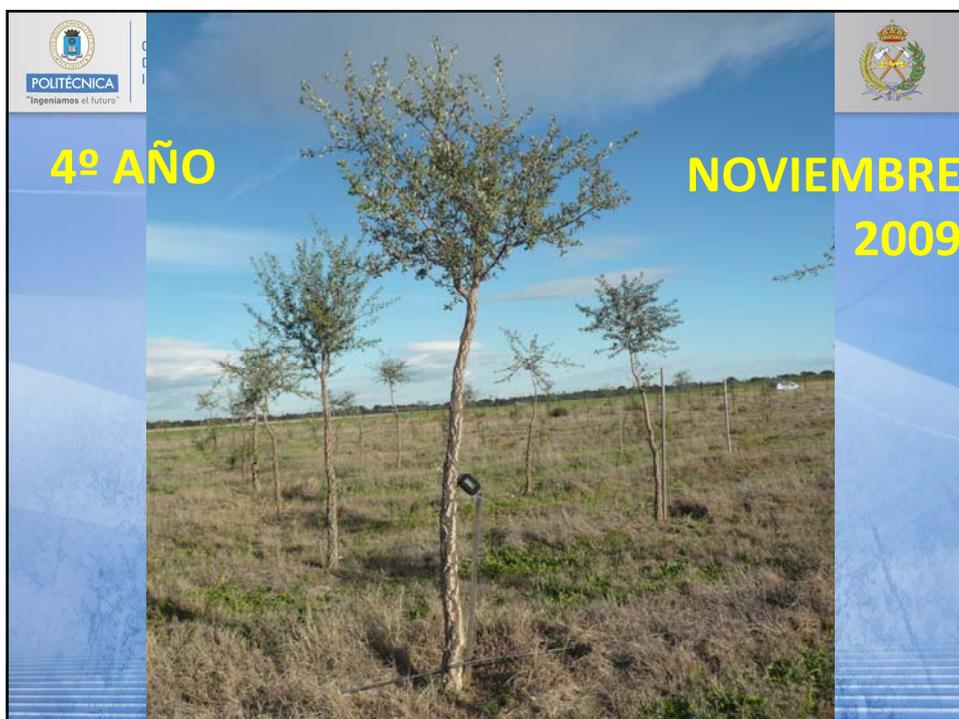


Seguimiento de la parcela

Plantación inicial: 507 alcornoques
Marras: 73 plantas (14,4%)

ÁRBOL	ALTURA (cm)
A1	29,3
A2	10,8
A3	21,2
A4	33,4
A5	30,2
A6	48,9
A7	33,6
A8	37,3
A9	50,4
MEDIA	32,8







CONCLUSIONES

- 1.- Se ha logrado la propagación de plantas a partir de alcornoques seleccionados
- 2.- El proceso de propagación de las plantas se ha basado en la embriogénesis (de origen somático y de microspora)
- 3.- Se han obtenido plantas a partir de árboles seleccionados
- 4.- Se ha instalado una parcela experimental de 1 ha con plantas propagadas de alcornoques seleccionados: la metodología propuesta es viable para la restauración de dehesas de alcornocal