

# Clones híbridos de castaño para madera y portainjertos: criterios de selección y propagación

M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaíña  
Josefa Fernández López



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE E DESENVOLVEMENTO SOSTIBLE

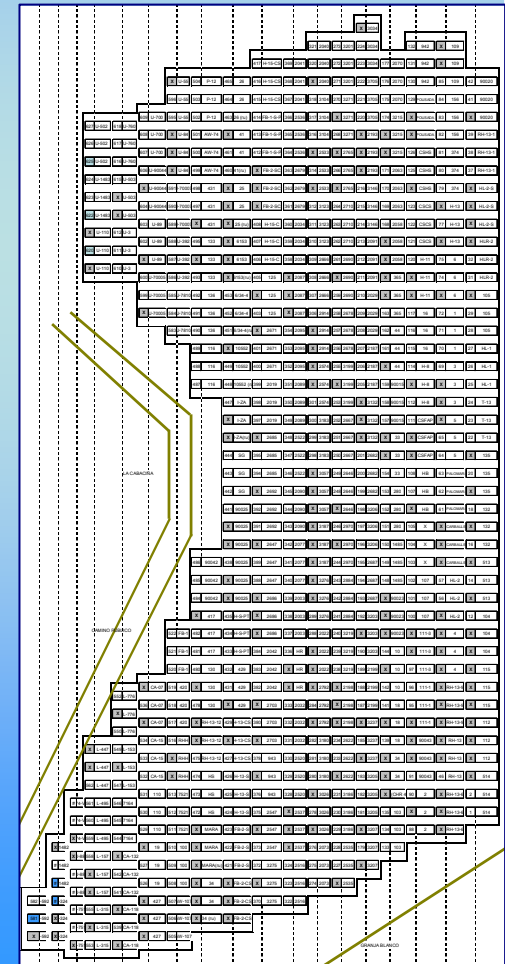
CINAM Lourizán

El castaño es una especie de gran importancia para Galicia por la calidad de su madera (regulada R.D. 289/2003) y por su fruto (RD 250/2006 plantas de vivero frutales)



La hibridación inter-específica de *Castanea sativa* y *C. crenata* fue desarrollada entre 1945-1960 para obtener materiales con distinto grado de resistencia a *Phytophthora cinnamomi*.

180 de esos clones se encuentran en el núcleo de propagación del Centro de Investigaciones de Lourizán, Pontevedra, creado a partir de 1989.



En el Centro de Investigaciones de Lourizán se inició en 1989 un programa de selección clonal para madera, fruto y como portainjertos

Se desarrollaron protocolos de:

\* Identificación mediante:

Morfología

Marcadores moleculares

\* Propagación

Estaquillado

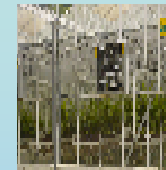
Micropropagación



Estaquillado



Cultivo in vitro

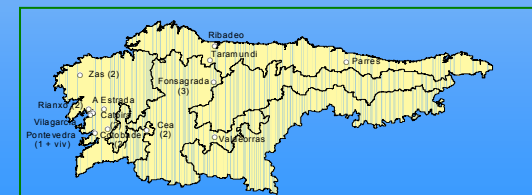


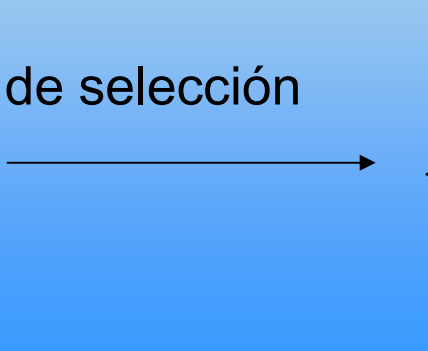
Vivero



\* Ensayos de Resistencia a *Phytophthora cinnamomi*

- Se ha establecido una red de 22 plantaciones clonales (posee representación de 80 clones)



- El R.D. 289/2003 regula que los clones de castaño sólo podrán ser comercializados si están autorizados como material de base de las categorías cualificado o controlado.
- La selección de material forestal de reproducción para la producción de madera de castaño tienen como objetivo mejorar:
  - El vigor
  - Rectitud del fuste
  - Dominancia apical
  - Ramosidad
  - Características de la madera
  - Resistencia a la enfermedad de la tinta (*Phytophthora cinnamomi*)
  - Resistencia al chancro (*Cryphonectria parasitica*)
  - Resistencia a la sequía y resistencia al frío
- Los caracteres de selección deben estar: 
  - sujetos a control genético
  - estar correlacionados
  - Presentar correlación juvenil-adulto (que permite la selección a edades tempranas)



Como resultado de los trabajos desarrollados en el Centro de Investigaciones de Lourizán en los últimos 18 años, 32 clones de castaño han sido autorizados como materiales de base para la producción de Materiales de Reproducción pertenecen a dos categorías (DOG nº 77, viernes 20 abril de 2007):

**CUALIFICADOS:** Selección fenotípica individual

**CONTROLADOS:** Superioridad en ensayos



	Unidad de Admisión	Clon	Nº Ensayos	Madera				Resistencia a <i>Phytophthora</i>	Brotación	Fecha Producción	Castaña	
				Vigor	Dominancia Apical	Rectitud	Supervivencia				Calibre	Tabicación
<b>CUALIFICADOS</b>	CHR-197	<b>90044</b>	3	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Muy grande	No
	CHR-192	<b>760</b>	5	Elevado	Media	Media	Elevada	Parcial resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-190	<b>70007</b>	4		Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-195	<b>88</b>	4	Medio	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-193	<b>7810</b>	5	Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-180	<b>1483</b>	6	Medio	-	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-196	<b>89</b>	5	Medio	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Precoz	Muy grande	Algo
	CHR-187	<b>55</b>	4	-	Elevada	Media	-	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-183	<b>392</b>	4	-	-	Elevada	-	Muy resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-184	<b>3</b>	5	Elevado	-	-	Media	Parcial resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-189	<b>70005</b>	3	-	Media	Media	-	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-181	<b>324</b>	1	-	-	Elevada	-	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-179	<b>1482</b>	5	-	-	-	Media	Muy resistente	Precoz	Precoz	Grande	No
	CHR-137	<b>125</b>	3	-	-	-	Media	Susceptible	Precoz	Precoz	Grande	No
	CHR-182	<b>374</b>	2	-	-	-	-	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
<b>CONTROLADOS</b>	CHR-117	<b>2522</b>	2	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	Mucha
	CHR-147	<b>431</b>	3	Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-164	<b>420</b>	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-153	<b>130</b>	5	Muy Elevado	Media	Media	Elevada	Resistente	Medio	Media	Pequeña	No
	CHR-5	<b>513</b>	3	Muy Elevado	Media	Media	Escasa	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-35	<b>X</b>	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Media	Resistente	Precoz	Media	Mediana	No
	CHR-33	<b>111-1</b>	9	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Muy Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-162	<b>7521</b>	10	Medio	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-149	<b>90025</b>	8	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-1	<b>514</b>	3	Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-39	<b>16</b>	7	Elevado	Media	Media	Elevada	Muy Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-67	<b>19</b>	4	Medio	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Muy Precoz	Grande	Algo
	CHR-44	<b>942</b>	4	Medio	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-114	<b>2003</b>	8	Elevado	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-141	<b>FB-1-SP</b>	2	Muy Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-151	<b>H-S</b>	10	Medio	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No

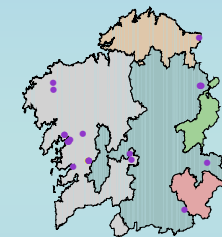
Para conseguir la aprobación de estos clones se realizaron los siguientes estudios:

## **I. Selección por Crecimiento y Supervivencia: Vigor, Dominancia apical, rectitud de Fuste y Supervivencia**

### **1. Descripción del estudio**

Variables evaluadas:

- Altura Total: Crecimiento en altura
  - Dominancia Apical: 4 categorías: 1 ( elevada dominancia) a 4 (dominancia apical nula)
  - Diámetro Normal
  - Rectitud de Fuste: 3 categorías: elevada, media y fuste arqueado
  - Supervivencia: refleja adaptaciones a las condiciones del sitio y la calidad exterior de las plantas
- 
- La evaluación de caracteres se realizó en la red de ensayos clonales de castaño híbrido
  - Se estudiaron las correlaciones entre la variable a la edad más avanzada (11 y 13 años) y la misma variable a la edad de 1, 2, 3, ... años.



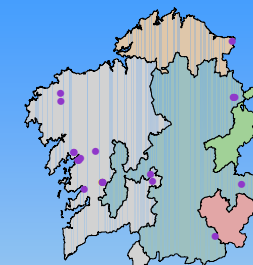
Red de ensayos  
clonales de castaño  
híbrido

## I. Selección por Crecimiento y Supervivencia

### Red de ensayos:

- 22 ensayos clonales de híbridos de *C. crenata* x *C. sativa*,
- Plantados entre 1989 y 2007
- Situados mayoritariamente en la Galicia Atlántica
- N<sup>o</sup> medio de clones por plantación: 35
- N<sup>o</sup> total de árboles:  
11.146

Evaluaciones entre los 1  
y 13 años desde la  
plantación



Red de ensayos clonales  
de castaño híbrido

Código	Sitio	Obj (1)	Fecha (2)	Prop (3)	Marco (4)	NPL (5)	NBL (6)	Parcela elemental (7)	NCLON (8)	NCTROL (9)
CHR_ECA1	Ribadeo	V, F, S	mar-89	A	4 x 4	350	2			4
CHR_ECA2	Catoira	V, F, S	mar-89	A	3 x 3	1133	3	5	80	8
CHR_ECA3	Zas	V, F, S	mar-89	A	3 x 4	1271	3	10	49	1
CHR_ECA4	A Estrada	V, F, S	mar-90	A	4 x 4,5	280	2			3
CHR_ECA5	Catoira	V, F, S	dic-94	A	3 x 3	693	3	5	45	1
CHR_ECIV1	Vilagarcía	V, F, S	dic-94	IV	3 x 4	1455	3	18	26	1
CHR_ECIV2	Fonsagrada D	V, F, S	mar-98	IV	3 x 3	172	69-87	1	9	1
CHR_ECIV3	Fonsagrada A	V, F, S	mar-98	IV	3 x 3	498	50	1	11	1
CHR_ECIV4	Fonsagrada C	V, F, S	mar-98	IV	3 x 3	193	51-69	1	10	1
CHR_ECIV5	Cotobade	V, F, S	feb-03	IV	3 x 3	190	1-10	1	25	2
CHR_ECIV6	Cea	V, F, S	mar-04	IV	3 x 3	164	11-20	1	17	1
CHR_ECIV7	Rianxo	V, F, S	mar-05	IV	3 x 3	720	40			
CHR_ECE1	Zas	V, F, S	feb-99	E	5 x 5	624	30	1-2-3	13	0
CHR_ECE2	Valdeorras	V, F, S	mar-00	E	3 x 3	435	13	1	38	1
CHR_ECE3	Taramundi	V, F, S	abr-02	E	3 x 3	367	20	1	27	1
CHR_ECE4	Parres	V, F, S	abr-02	E	3 x 3	683	20	1	57	16
CHR_ECE5	Cotobade	V, F, S	feb-03	E	3 x 3	302	11-20	1	45	3
CHR_ECE6	Pontevedra	V, F, S	feb-04	E	3 x 3	222	10	1	30	1
CHR_ECE7	Cea	V, F, S	mar-04	E	3 x 3	241	1-10	1	35	1
CHR_ECE8	Rianxo	V, F, S	mar-05	E	3 x 3	1153	40	1	53	1
CRH_EV1	Pontevedra	V, F, S	feb-99	E		1357	40	1	55	1
CRH_EV2	Pontevedra	V, F, S	feb-05	E		612	20	1	32	1

# I. Selección por Crecimiento y Supervivencia

Se elaboraron fichas de cada una de las 22 plantaciones con datos de: localización y fisiografía, características físico-químicas del suelo, climatología, diseño experimental y relación de clones ensayados

Ejemplo: Catoira (Po) →

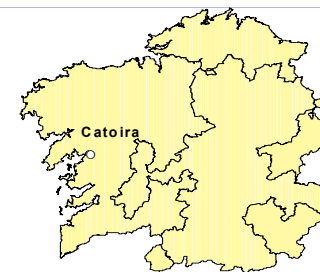
## CHR\_ECA2- Catoira

Castaño híbrido \_Ensayo en campo de planta propagada por acodo\_2

**Ayuntamiento:** Catoira

**Fecha de plantación:** marzo 1989

**Localización y fisiografía**



UTM ED 50 Huso 29 X	UTM ED 50 Huso 29 Y	Altitud (m)	Pendiente media (%)	Exposición	RIU
522850	4719964	340-360	20	N-W	1 = Galicia litoral

### Objeto del ensayo

Evaluación de vigor, forma y supervivencia

### Plantación

Uso anterior del suelo: monte

Preparación del suelo: hoyos

Marco: 3x3

### Diseño experimental

Número total de plantas: 1133

Número de bloques: 3

Tamaño de la parcela individual: 5

Relación y nº de clones:

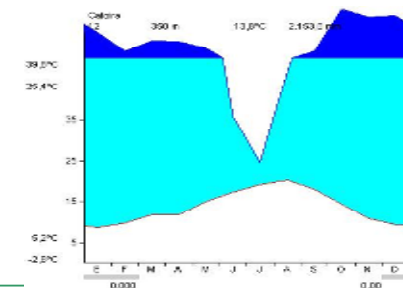
1	41	125	514	2042	2682	3276	AW-107	H-13	H-S	TOT=80
2	100	135	942	2063	2765	6153	AW-74	H-13-CS	I-ZA	
5	103	374	943	2073	3026	7521	CA-07	H-13-S	MARA	
16	104	420	1485	2199	3146	10552	CA-15	H-15-C	RH-13	
19	105	427	2003	2516	3180	90020	CSFAP	H-15-CS	RH-13-1	
25	110	429	2029	2547	3199	90025	FB-1	H-8	RHH	
26	111	431	2034	2667	3205	90043	FB-1-S-P	H-B	SG	
34	112	513	2040	2671	3237	6/34-4	FB-2-S	H-R	T-13	

Relación y nº de controles: 25 26 34 41 6153 6/34-4 MARA 10552 TOT= 8

### Climatología

Tª media anual (°C)	Precip anual (mm)	Helada probable (meses)	Helada segura (meses)
13,8	2.153	3	0

Clasificación fitoclimática de Allué  
(1966) Zona 8= España mesofítica de  
inviernos tibios  
(1990) Clima nemoral



### Características físico-químicas del suelo

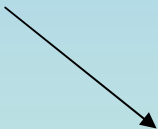
Text (1)	Text (2)	pH (H <sub>2</sub> O)	C/N	%C	%N	P(3)	K <sup>+</sup> (4)	Ca <sup>+2</sup> (5)	Mg <sup>+2</sup> (6)
AL	84-07-09	4,8	13,8	3,60	0,40	100,3	0,027	0,0	0,016

(1) Textura según ISSS: LA=limo-arenoso;  
AL=areno-limoso; LaA=limo-arcillo-arenoso  
(2) Textura: % arena (2-0,02 mm), limo (0,02-  
0,002 mm) y arcilla (<0,002 mm)  
(3) P: fósforo utilizable en ppm. Determinación  
por el método Bray  
(4) K<sup>+</sup> (meq/100g)  
(5) Ca<sup>+2</sup> (meq/100g)  
(6) Mg<sup>+2</sup> (meq/100g)



# I. Selección por Crecimiento y Supervivencia

**Características de los clones autorizados como materiales de las categorías controlado y cualificado:**



Información y tabla de Clasificación:

Fernández López, Josefa; M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaiña. 2007. Materiais de base de clons de castiñeiro híbrido para a produción de madeira (*Castanea crenata x Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia. Noviembre 2007.

				Madera			
	Unidad de Admisión	Clon	Nº Ensayos	Vigor	Dominancia Apical	Rectitud	Supervivencia
CUALIFICADOS	CHR-197	<b>90044</b>	3	Elevado	Elevada	Elevada	Media
	CHR-192	<b>760</b>	5	Elevado	Media	Media	Elevada
	CHR-190	<b>70007</b>	4		Media	Media	Elevada
	CHR-195	<b>88</b>	4	Medio	Media	Media	Elevada
	CHR-193	<b>7810</b>	5	Elevado	Media	Media	Media
	CHR-180	<b>1483</b>	6	Medio	-	Media	Media
	CHR-196	<b>89</b>	5	Medio	Media	Media	Media
	CHR-187	<b>55</b>	4	-	Elevada	Media	-
	CHR-183	<b>392</b>	4	-	-	Elevada	-
	CHR-184	<b>3</b>	5	Elevado	-	-	Media
	CHR-189	<b>70005</b>	3	-	Media	Media	-
	CHR-181	<b>324</b>	1	-	-	Elevada	-
	CHR-179	<b>1482</b>	5	-	-	-	Media
	CHR-137	<b>125</b>	3	-	-	-	Media
	CHR-182	<b>374</b>	2	-	-	-	-
	CHR-136	<b>2671</b>					
CONTROLADOS	CHR-117	<b>2522</b>	2	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada
	CHR-147	<b>431</b>	3	Elevado	Elevada	Elevada	Elevada
	CHR-164	<b>420</b>	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada
	CHR-153	<b>130</b>	5	Muy Elevado	Media	Media	Elevada
	CHR-5	<b>513</b>	3	Muy Elevado	Media	Media	Escasa
	CHR-35	<b>X</b>	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Media
	CHR-33	<b>111-1</b>	9	Elevado	Elevada	Elevada	Media
	CHR-162	<b>7521</b>	10	Medio	Elevada	Elevada	Elevada
	CHR-149	<b>90025</b>	8	Elevado	Elevada	Elevada	Media
	CHR-1	<b>514</b>	3	Elevado	Media	Media	Media
	CHR-39	<b>16</b>	7	Elevado	Media	Media	Elevada
	CHR-67	<b>19</b>	4	Medio	Elevada	Elevada	Media
	CHR-44	<b>942</b>	4	Medio	Media	Media	Media
	CHR-114	<b>2003</b>	8	Elevado	Media	Media	Elevada
	CHR-141	<b>FB-1-SP</b>	2	Muy Elevado	Media	Media	Media
	CHR-151	<b>H-S</b>	10	Medio	Media	Media	Elevada

## I. Selección por Crecimiento y Supervivencia

Descripción control genético:

Las variables estudiadas están sujetas a control genético significativo con los siguientes valores medios de heredabilidades clonales:

Heredabilidades  
clonales

- Altura: 0,66
- Brotación: 0,89
- Rectitud de Fuste: 0,64
- Dominancia apical: 0,57
- Supervivencia: 0,34
- Resistencia a *Phytophthora*: 0,65-0,95

$$H^2_c = \frac{\sigma^2_c}{\left(\sigma^2_c + \frac{\sigma^2_e}{k1}\right)}$$

$$r_{g^{Axy}} = \frac{Cov_{g^{xy}}}{(\sigma_{gx}^2 \sigma_{gy}^2)^{1/2}}$$

## I. Selección por Crecimiento y Supervivencia

## 2. Correlación entre caracteres de crecimiento

- Las correlaciones genéticas entre caracteres de selección son muy elevadas (superiores a 0,7).
- En general al seleccionar por crecimiento en altura seleccionamos por mayor dominancia apical y rectitud.
- Para realizar mejora por calidad de fuste debe hacerse selección directa en ensayos de más de 5 años.

## 3. Correlación juvenil-adulto en caracteres de crecimiento

La correlación juvenil-adulto es muy importante para realizar **selección temprana** y obtener resultados fiables con ensayos jóvenes.

Las correlaciones juvenil-adulto se estabiliza a partir de los 2 a 4 años de edad

Las selecciones realizadas antes de los 4 años se pueden considerar provisionales.

## II. Selección por Caracteres Adaptativos

Resultan de la adaptación al ambiente

### 1. Fenología de la Brotación y relación resistencia al frío



### 2. Resistencia a *Pythophthora cinnamomi*



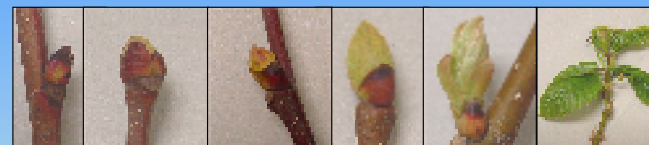
### 3. Resistencia a la sequía



## II. Selección por Caracteres Adaptativos

### 1. Fenología de la Brotación

#### Estadíos de Brotación



Estadio	Fechas de brotación de clones castaño híbrido	Nº de clones
- Muy precoz	. Antes del 25 marzo	11
- Precoz	. 26 marzo al 15 de abril	142
- Media	. 16 abril al 30 de abril	37
- Tardía	. 1 de mayo al 15 de mayo	6
- Muy tardía	. Después del 15 de mayo	1
		Total: 200

Los clones híbridos, en general, se clasifican de precoces a muy precoces

El castaño europeo se clasifica de tardío a muy tardío

#### Características de los clones autorizados:

Información y tabla de Clasificación:

Fernández López, Josefa; M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaíña. 2007. Materiais de base de clons de castiñeiro híbrido para a produción de madeira (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia. Noviembre 2007.

	Unidad de Admisión	Clon	Nº Ensayos	Brotación
CUALIFICADOS	CHR-197	90044	3	Precoz
	CHR-192	760	5	Precoz
	CHR-190	70007	4	Precoz
	CHR-195	88	4	Precoz
	CHR-193	7810	5	Precoz
	CHR-180	1483	6	Precoz
	CHR-196	89	5	Precoz
	CHR-187	55	4	Precoz
	CHR-183	392	4	Precoz
	CHR-184	3	5	Precoz
	CHR-189	70005	3	Precoz
	CHR-181	324	1	Precoz
	CHR-179	1482	5	Precoz
	CHR-137	125	3	Precoz
	CHR-182	374	2	Precoz
CONTROLADOS	CHR-136	2671		
	CHR-117	2522	2	Precoz
	CHR-147	431	3	Precoz
	CHR-164	420	4	Precoz
	CHR-153	130	5	Medio
	CHR-5	513	3	Precoz
	CHR-35	X	4	Precoz
	CHR-33	111-1	9	Precoz
	CHR-162	7521	10	Precoz
	CHR-149	90025	8	Precoz
	CHR-1	514	3	Precoz
	CHR-39	16	7	Precoz
	CHR-67	19	4	Precoz
	CHR-44	942	4	Precoz
	CHR-114	2003	8	Precoz
	CHR-141	FB-1-SP	2	Precoz
	CHR-151	H-S	10	Precoz



## II. Selección por Caracteres Adaptativos

### 2. Ensayos de Resistencia a *Phytophthora cinnamomi*

#### 2.1. Ensayo de inoculación tallo escindido

Variables: Longitud avance de la necrosis causada por el hongo

El 88% de los clones pertenecen a las categorías: resistente - muy resistente (ejemplo clones 3 y 111)

#### 2.2. Ensayo de inoculación en ápice de planta entera

Variables: Longitud avance de la necrosis causada por el hongo

#### 2.3. Ensayo de inoculación en suelo de planta entera

Variables: Lesiones en raíces y cuello de la planta

Clasificación en 4 grupos según diferencias clonales en resistencia-susceptibilidad



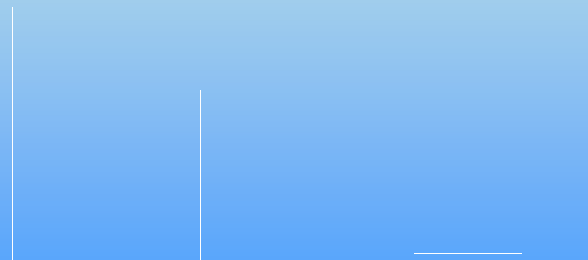
## II. Selección por Caracteres Adaptativos

### 2.1. Ensayo de inoculación en tallo escindido

a) Un 88% de los clones pertenecen a las categorías resistente o muy resistente (ejemplo clones 3 y 111).



b) Los valores de heredabilidad clonal son muy elevados, superando el valor de 0,92.



## II. Selección por Caracteres Adaptativos

### 2.2. Ensayo de inoculación en ápice de Planta entera

### Información y tabla de Clasificación:

Fuente: Miranda-Fontañña Mª Eugenia & Josefa Fernández-López.  
Variabilidad clonal de castaño híbrido en resistencia a  
*Phytophthora cinnamomi*. IV Congreso Forestal Español.  
Zaragoza. 26-30 Septiembre 2005. Mesa temática 2, ponencia  
4.



### Variabilidad Clonal de Castaño Híbrido en Resistencia a *Phytophthora cinnamomi*

Mª Eugenia Miranda-Fontañña & Josefa Fernández-López



#### Materiales y Métodos

Altura media: 42,9 ± 5,0 cm

- Plantas de 28 clones híbridos (*C. Genotipo x C. Sativa*) y 2 clones de *Castanea sativa*.
- El clon híbrido CA-15 (control de resistencia IIRRA (Francia)).
- Condiciones ambientales: microtúneles con con sistema de fogar, HR próxima al 100%, en un invernadero con Tª: 23 ± 3 °C
- Fecha: principios de junio
- Para la inoculación se eliminaron los 5 cm apicales de las plantas.

**Aislamiento, identificación, cultivo e inoculación de *P. cinnamomi***

- Aislamiento: a partir de suelo con raíces de castaño afectado por *Phytophthora* (viviero del CIFA de Lourizán).
- Cepa de *P. cinnamomi* perteneciente al grupo de compatibilidad A2 (Vetrone et al., 2005), en agar-zanahoria a 20°C.
- Inoculación: con discos de agar de 8 mm de diámetro que fueron situados en el corte apical del tallo de las plantas.

**Variables evaluadas:**

- Longitud de la necrosis en el tallo a los 14, 21 y 28 días (L<sub>14</sub>, L<sub>21</sub> y L<sub>28</sub>).
- Supervivencia de las plantas a los 14, 21 y 28 días (S<sub>14</sub>, S<sub>21</sub> y S<sub>28</sub>).

**Análisis**

$$X_{ij} = \mu + C_i + T_j + C^*T_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:  $\mu$  = media general;  $C_i$  = efecto de clon;  $T_j$  = efecto de tiempo;  $C^*T_{ij}$  = interacción clon x tiempo;  $\epsilon_{ijk}$  = error experimental.

**Heredabilidad Clonal**

$$H^2_C = \frac{\sigma^2_C}{\sigma^2_C + \sigma^2_{CT} + \sigma^2_{CT^2} + \sigma^2_{CT^3} + \sigma^2_{CT^4} + \sigma^2_{CT^5} + \sigma^2_{CT^6} + \sigma^2_{CT^7} + \sigma^2_{CT^8} + \sigma^2_{CT^9} + \sigma^2_{CT^{10}} + \sigma^2_{CT^{11}} + \sigma^2_{CT^{12}} + \sigma^2_{CT^{13}} + \sigma^2_{CT^{14}} + \sigma^2_{CT^{15}} + \sigma^2_{CT^{16}} + \sigma^2_{CT^{17}} + \sigma^2_{CT^{18}} + \sigma^2_{CT^{19}} + \sigma^2_{CT^{20}} + \sigma^2_{CT^{21}} + \sigma^2_{CT^{22}} + \sigma^2_{CT^{23}} + \sigma^2_{CT^{24}} + \sigma^2_{CT^{25}} + \sigma^2_{CT^{26}} + \sigma^2_{CT^{27}} + \sigma^2_{CT^{28}} + \sigma^2_{CT^{29}} + \sigma^2_{CT^{30}}}$$

**Correlaciones genéticas tipo II de Burdon**

$$r_{g_{ij}} = \frac{r_{g_{ij}}}{(H_{ij} H_{ij})}$$

#### Resultados

- Diferencias altamente significativas entre clones (Tabla 1).
- Heredabilidades clonales entre 0,81 y 0,86.
- En los clones resistentes (Tabla 2):
  - Avance de la necrosis es mínimo entre la 2ª, 5ª y 4ª semana.
  - Yemas axilares continuando el crecimiento activo de la planta.
- En los clones más sensibles (Tabla 2):
  - El avance de la longitud necrosis es continuo.
  - La mortalidad es importante en la 4ª semana (Tabla 2).
  - La "supervivencia en la 4ª semana" es un carácter umbral.
- Correlaciones fenotípicas entre variables del mismo ensayo son elevadas (Tabla 3) (similitudes entre diferentes evaluaciones).
- Correlaciones fenotípicas y genotípicas entre ensayos en planta entera y tallo escudido positivas, elevadas y significativas (Tabla 4)



Figura 1. Longitud de la necrosis en cm.

Tabla 2.- Correlaciones fenotípicas entre longitudes ensayo planta entera.

	$r_{L_{14}L_{21}}$	$r_{L_{14}L_{28}}$	$r_{L_{21}L_{28}}$
$r_{L_{14}L_{21}}$	0,81***		
$r_{L_{14}L_{28}}$	0,81***	0,81***	
$r_{L_{21}L_{28}}$	0,81***	0,81***	0,81***

Tabla 4. Correlación fenotípica ( $r_{ij}$ ) y genotípica ( $r_{g_{ij}}$ ) entre longitudes ( $L_{14}$ ,  $L_{21}$ ,  $L_{28}$ ) de los ensayos en planta entera y en tallo escudido.

	$r_{ij}$	$r_{g_{ij}}$
$r_{L_{14}L_{21}}$	0,81***	0,81***
$r_{L_{14}L_{28}}$	0,81***	0,81***
$r_{L_{21}L_{28}}$	0,81***	0,81***

Tabla 3. Clasificación de los 30 clones.

	Clon	Clon	Clon	Clon	Clon
Sensibles	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15
Poco Resistentes	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15
Resistentes	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15
Muy Resistentes	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15	CA-15

## II. Selección por Caracteres Adaptativos

### 2.3. Ensayo de inoculación en suelo de Planta entera

#### Información y tabla de Clasificación:

Fuente: M.E. Miranda-Fontañña, J. Fernández-López, A. M. Vetraino, A. Vannini. 2007. Resistance of Castanea clones to *Phytophthora cinnamomi*: Testing and genetic control. *Silvae Genetica*. 56 1 :11-21

Level of Resistance-Susceptibility To spreading of the pathogen in roots or collar:	Roots	Collar	Collar
	Mean clonal Value (Student-Newman-Keuls test)		
	Root rot	Range of Percentage Circumference of collar rot	Collar rot length In cm
Highly Resistant	0 to <1	0 to <10	<0.5
Resistant	≥1 to <2	≥10 to <20	≥0.5 to <1
Partially resistant	≥2 to <3	≥20 to <30	≥1 to <2
Susceptible	≥3 to <4	≥30 to <50	≥2 to <3
Highly susceptible	≥4 to 5	≥50	≥3

Nivel de lesion en la raíz			% Cuello Lesionado			Longitud de la lesión en el cuello			Supervivencia %	
Clone	SNK test	R-S	Clone	SNK test	R-S	Clone	SNK test	R-S	Clone	SNK test
125	4.3 a <sup>(1)</sup>	HS	L315	62.8 a	HS	2003	4.5 a	HS	90.025	33.3 e
3205*	4.1 ab	HS	90.025	53.3 ab	HS	3205*	4.4 ab	HS	2034	55.6 de
3U	4.0 abc	HS	3U	52.0 abc	HS	90.025	3.6 abc	HS	503U	55.6 de
L315	3.8 abcd	S	T13	50.0 abcd	HS	2034	3.4 abc	HS	3201	57.1 cde
RH13	3.7 abcd	S	2003	50.0 abcd	HS	3U	2.5 abc	S	L315	57.1 cde
T13	3.7 abcd	S	2034	48.8 abcde	S	T13	2.3 abc	S	H13CS	60.0 bcde
2003	3.6 abcd	S	125	46.6 abcde	S	90.044U	2.1 abc	S	110	66.7 abcd
503U	3.5 abcd	S	3205*	46.0 abcde	S	125	2.0 abc	S	2003	75.0 abcd
7810U	3.5 abcd	S	3201	45.7 abcde	S	MARA*	1.9 abc	PR	90.044U	77.8 abcd
MARA*	3.1 abcd	S	2692	34.0 abcde	S	3201	1.8 abc	PR	2765	85.7 abcd
2034	3.1 abcd	S	MARA*	33.3 abcde	S	2646	1.7 abc	PR	HS	85.7 abcd
90.044U	3.0 abcd	S	110	33.3 abcd	S	2671	1.7 abc	PR	2671	87.5 abcd
H13CS	3.0 abcd	S	2671	32.5 abcde	S	L315	1.6 abc	PR	125	88.9 abc
136	2.9 abcd	PR	133	30.0 abcde	S	103	1.5 abc	PR	X	88.9 ab
2692	2.9 abcd	PR	503U	28.8 abcde	PR	2692	1.5 abc	PR	136	90.0 ab
3201	2.8 abcd	PR	760U	27.5 abcde	PR	760U	1.2 bc	PR	90.042	100 a
90.025	2.8 abcd	PR	7810U	26.0 abcde	PR	RH13	1.2 bc	PR	7810U	100 a
374	2.8 abcd	PR	90.044U	24.4 abcde	PR	503U	1.1 c	PR	70.005U	100 a
88U	2.8 abcd	PR	RH13	24.4 abcde	PR	133	1.1 c	PR	RH13	100 a
55U	2.8 abcd	PR	136	22.0 abcde	PR	110	1.0 c	PR	55U	100 a
90.020	2.7 abcd	PR	H13CS	22.0 abcde	PR	88U	0.9 c	R	592U	100 a
X	2.6 abcd	PR	103	20.0 abcde	PR	16	0.9 c	R	502U	100 a
760U	2.6 abcd	PR	88U	20.0 abcde	PR	H13CS	0.9 c	R	420	100 a
2671	2.6 abcd	PR	55U	20.0 abcde	PR	136	0.8 c	R	3U	100 a
700U	2.5 abcd	PR	324U	20.0 abcde	PR	90.042*	0.8 c	R	88U	100 a
103	2.3 abcd	PR	2765	17.1 abcde	R	2765	0.8 c	R	374U	100 a
592U	2.3 abcd	PR	2646	16.0 bcde	R	7810U	0.7 c	R	374	100 a
392U	2.3 abcd	PR	592U	16.0 bcde	R	55U	0.7 c	R	324U	100 a
HS	2.2 abcd	PR	70.005U	16.0 bcde	R	3	0.6 c	R	3237	100 a
2646	2.2 abcd	PR	374U	15.5 bcde	R	592U	0.6 c	R	3215	100 a
70.005U	2.2 abcd	PR	90.020	15.5 bcde	R	700U	0.5 c	R	3205	100 a
133	2.0 abcd	PR	90.042*	15.5 bcde	R	111/1	0.5 c	R	7521	100 a
110	2.0 abcd	PR	3237	15.0 bcde	R	90.020	0.5 c	R	3	100 a
3237	2.0 abcd	PR	HS	14.2 bcde	R	374	0.4 c	HR	T13	100 a
2073	1.9 abcd	R	16	12.0 bcde	R	374U	0.4 c	HR	2692	100 a
90.042*	1.8 abcd	R	374	12.0 bcde	R	3237	0.4 c	HR	MARA	100 a
7521	1.7 abcd	R	700U	12.0 bcde	R	392U	0.4 c	HR	2646	100 a
502U	1.7 abcd	R	3	10.0 bcde	R	2091**	0.4 c	HR	2091	100 a
CA15	1.7 abcd	R	CA15	8.0 bcde	HR	70.005U	0.3 c	HR	2073	100 a
16	1.6 abcd	R	X	6.6 bcde	HR	324U	0.3 c	HR	CA15	100 a
420	1.6 abcd	R	392U	6.0 bcde	HR	CA15	0.3 c	HR	392U	100 a
324U	1.6 abcd	R	2073	6.0 bcde	HR	X	0.3 c	HR	16	100 a
2765	1.6 abcd	R	111/1	6.0 bcde	HR	HS	0.2 c	HR	1482U	100 a
374U	1.5 abc	R	7521	5.7 bcde	HR	2073	0.2 c	HR	90.020	100 a
130*	1.5 abc	R	502U	4.4 bcde	HR	130*	0.2 c	HR	133	100 a
3	1.5 abc	R	130*	4.0 cde	HR	7521	0.1 c	HR	130	100 a
3215	1.4 abc	R	3215	2.2 de	HR	3215	0.1 c	HR	760U	100 a
111/1	1.3 bc	R	420	2.0 de	HR	502U	0.1 c	HR	111/1	100 a
2091**	1.3 bc	R	2091**	2.0 de	HR	420	0.1 c	HR	700U	100 a
1482U	1.1 c	R	1482U	0.0 e	HR	1482U	0.0 c	HR	103	100 a

## II. Selección por Caracteres Adaptativos

Características de los clones autorizados: →

### Información y tabla de Clasificación:

Fernández López, Josefa; M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaíña.

2007. Materiais de base de clons de castiñeiro híbrido para a produción de madeira (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia. Noviembre 2007.

	Unidad de Admisión	Clon	Nº Ensayos	Resistencia a <i>Phytophthora</i>
CUALIFICADOS	CHR-197	<b>90044</b>	3	Parcial resistente
	CHR-192	<b>760</b>	5	Parcial resistente
	CHR-190	<b>70007</b>	4	Resistente
	CHR-195	<b>88</b>	4	Resistente
	CHR-193	<b>7810</b>	5	Resistente
	CHR-180	<b>1483</b>	6	Resistente
	CHR-196	<b>89</b>	5	Resistente
	CHR-187	<b>55</b>	4	Parcial resistente
	CHR-183	<b>392</b>	4	Muy resistente
	CHR-184	<b>3</b>	5	Parcial resistente
	CHR-189	<b>70005</b>	3	Resistente
	CHR-181	<b>324</b>	1	Resistente
	CHR-179	<b>1482</b>	5	Muy resistente
	CHR-137	<b>125</b>	3	Susceptible
	CHR-182	<b>374</b>	2	Resistente
	CHR-136	<b>2671</b>		Resistente
CONTROLADOS	CHR-117	<b>2522</b>	2	Resistente
	CHR-147	<b>431</b>	3	Parcial resistente
	CHR-164	<b>420</b>	4	Resistente
	CHR-153	<b>130</b>	5	Resistente
	CHR-5	<b>513</b>	3	Resistente
	CHR-35	<b>X</b>	4	Resistente
	CHR-33	<b>111-1</b>	9	Muy Resistente
	CHR-162	<b>7521</b>	10	Resistente
	CHR-149	<b>90025</b>	8	Parcial resistente
	CHR-1	<b>514</b>	3	Resistente
	CHR-39	<b>16</b>	7	Muy Resistente
	CHR-67	<b>19</b>	4	Parcial resistente
	CHR-44	<b>942</b>	4	Resistente
	CHR-114	<b>2003</b>	8	Resistente
	CHR-141	<b>FB-1-SP</b>	2	Resistente
	CHR-151	<b>H-S</b>	10	Resistente



**I. Selección por Caracteres Adaptativos****3. Resistencia a la sequía**

Caracterizar comportamiento de clones en función de la disponibilidad hídrica durante el crecimiento ( 4 tratamientos)

Objetivo: Seleccionar clones que sobreviven a tratamientos extremos de sequía y encharcamiento

D 2034	A CA-15	D 103	A 943	C 942	C 111	-	2003	B 90025	A 943	A
B 943	B 3-U	B 2087	B 111	A 16	C 592-U	C 90025	C 90042	C 7521	A	
B 90025	B 2034	D 90044-U	C 7810-U	B 592-U	B 2671	C 7521	C 2034	C 592-U	A	
B HS	B 111	B HS	A 2003	D 2671	B 90042	D 3-U	A 3186	A		



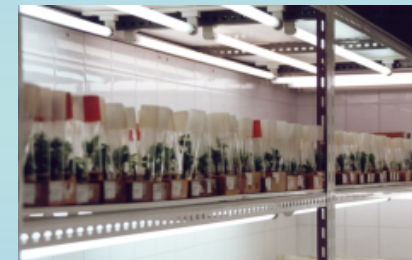
### III. Selección por aptitud a la propagación vegetativa

1. Acodo Bajo

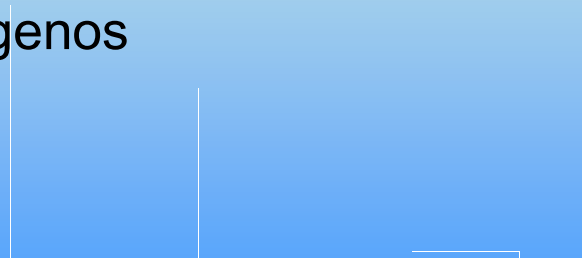
2. Estaquillado semiherbáceo

3. Cultivo in vitro: Micropropagación

4. Injerto



La técnica de propagación vegetativa debe garantizar que la planta se encuentre libre de patógenos



### III. Selección por aptitud a la propagación vegetativa

## 2. Estaquillado semiherbáceo

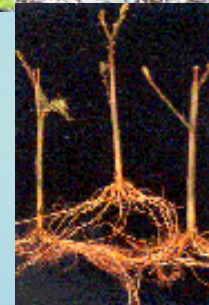
Metodología: Inmersión de la base en AIB-K, en concentración de 2 g/l, durante 5 minutos. Mes: junio-agosto.

Fernández-López, J., Pereira-Lorenzo, S. Miranda-Fontaiña, E., (1995). Fog and substrate conditions for chestnut propagation by leafy cuttings. In: Symposium Proceedings Mass Production Technology for Genetically Improved fast growing forest tree species. Bordeaux, 14-18 September. Tome I. AFOCEL/IUFRO: 379-383.

Criterio de selección:

- Elevados porcentajes de enraizamiento
- Elevada N° de raíces
- Elevada supervivencia

Se propagan con éxito clones: 88, 130, 700, 760, 7521, 7810, 90.042. ....



### 3. Cultivo *in vitro*: micropropagación

#### Metodología:

Miranda Fontañña, M.E. 2001. Propagación clonal *in vitro* de castaño: influencia de factores nutritivos, ambientales y genéticos en las etapas de desarrollo *in vitro* y *ex vitro*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Miranda Fontañña, M.E., Fernández López, J. 2001 Genotypic and environmental variation of *Castanea crenata* x *C. sativa* and *Castanea sativa* clones in aptitude to micropropagation. *Silvae Genetica*. 50, 3-4, 153-162.

Miranda, E. Fernandez, J., Vega, G. 1990. Estudio de las condiciones para el enraizamiento de brotes de castaño híbrido obtenidos por cultivo "in vitro". II Congreso Florestal Nacional. Porto, Portugal. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. 433-436.

Miranda, E. Fernandez, J. 1992. Micropropagation of chestnut tree. In vivo establishment and post-propagation growth. In: Symposium Proceedings Mass Production Technology for Genetically Improved fast growing forest tree species. Bordeaux, 14-18 September. Tome I. AFOCEL/IUFRO: 421-426.

#### Criterios selección:

- Tasas de multiplicación, enraizamiento y aclimatación.

- Calidad de planta

Nº clones micropropagados en en Centro de Investigaciones de Lourizán: 35 híbridos y 5 clones de *Castanea sativa*



#### Algunos clones con buena aptitud a la micropropagación:

100	1482
111	2671
16	90044
130	942
2522	2003
90.042	2034
HS	3237





### III. Selección por aptitud a la propagación vegetativa

#### 4. Injerto:

Los criterios de selección de portainjertos son:

- resistencia a *Phytophthora cinnamomi*  
(más resistentes los clones 111, 2073)
- buena aptitud a la propagación vegetativa
- compatibilidad con las variedades gallegas de *C. sativa*
- vigor de las plantas injertas





**Fuente:**

Josefa Fernández López, M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaíña, Pilar Furones. 2008. Portainjertos clonales de castaño híbrido (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia.

**Compatibilidad:**

- Muy alta: > 70%

- Alta: 40-70%

- Media: 25- 40 %

- Baja: < 25%

**Crecimiento planta injertada:**

Muy vigorosos: >135 cm

Vigoroso: 120-135 cm

Vigor medio: 70-120 cm

Vigor bajo: < 70 cm

Tipo Injerto	Portainjerto	Origen	Compatibilidad (*) y (**)	Valor Comp	Vigor planta injertada	Resistencia a <i>Phytophthora</i>
(1) y (2)	110	CcxCs	Muy alta	72	Muy vigoroso	Resistencia parcial
	111	CcxCs	Alta	63	Muy vigoroso	Muy resistente
P	125	CcxCs	Alta	43	Vigor Medio	Sensible
A	130	Cs	Alta	41	Vigoroso	Resistente
R	16	CcxCs	Media	38	Vigoroso	Resistente
C	19	CcxCs	Alta	66	Muy Vigoroso	Resistencia parcial
H	2	CcxCs	Muy alta	75	Vigor Medio	Muy resistente
E	2073	CsxCs	Media	37	Vigor medio	Resistente
	2522	CcxCs	Media	30	Muy vigoroso	Resistente
	431	CcxCs	Alta	65	Vigoroso	Resistencia parcial
	592	CcxCs	Alta	46	Vigoroso	Resistente
	700	CcxCs	Media	31	Muy vigoroso	Resistente
	760	CcxCs	Media	30	Muy vigoroso	Resistente
	7521	CmxCs	Alta	58	Muy vigoroso	Resistente
	776	CcxCs	Muy alta	85	Vigoroso	-
	7810	CcxCs	Alta	41	Vigor bajo	Muy resistente
	88	CcxCs	Baja	23	Vigor medio	Muy resistente
	90.025	CcxCs	Muy alta	86	Vigor bajo	Resistencia parcial
	90.042	Cs	Alta	40	Vigoroso	Resistente
	CA-15	CcxCs	Alta	67	Vigoroso	Muy resistente
	HS	CcxCs	Alta	67	Vigor bajo	Resistente
(1)	110	CcxCs	Alta	60	-	Resistencia parcial
H	125	CcxCs	Alta	45	Vigor Medio	Sensible
E	19	CcxCs	Alta	66	-	Resistencia parcial
N	7521	CmxCs	Muy Alta	73	-	Resistente
D	90.025	CcxCs	Alta	67	-	Resistencia parcial
I	CA-15	CcxCs	Alta	51	-	Muy Resistente
D	HS	CcxCs	Alta	53	Vigor Medio	Resistente
U						
R						
A						
(1) y (3)	100	Ccx Cs	Alta			Resistente
I	7521	CmxCs	Alta	45		Resistente
N	90.025	CcxCs	Alta	58		Resistencia parcial
G	HS	CcxCs	Baja	25		Resistente
L						
É						
S						
(1)	7521	CmxCs	Muy alta	74	-	Resistente
C	90.025	CcxCs	Alta	43	-	Resistencia parcial
H						
I						
P						
(1)	HS	CcxCs	Alta	52	Vigoroso	Resistente
"T"						

## Injerto:

## Influencia del portainjerto híbrido sobre la compatibilidad y la altura y diámetro de las plantas injertadas después de 1 año

Fuente: Miranda-Fontaíña, M.E., Fernández-López, J., Furones, P. 2007. Influencia de la variedad de *Castanea sativa* Mill. y del portainjerto híbrido en la supervivencia y el vigor de plantas de castaño. Actas de II Congreso Ibérico do Castanheiro. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal



Portainjerto	Compatibilidad (%)	Altura 1 (cm)	Diámetro 1 (mm)
111	63,33 a	149,43 a	17,33 a
700	31,82 ab	149,14 a	17,02 a
760	30,00 ab	137,73 a	17,25 a
2522	30,00 ab	135,75 a	17,32 a
7521	37,50 ab	135,11 a	16,52 a
90042	40,00 ab	130,75 ab	15,17 abc
592	46,67 ab	128,56 ab	15,78 ab
CA-15	35,00 ab	125,40 ab	17,74 a
130	40,74 ab	125,00 ab	16,83 a
16	38,46 ab	120,40 ab	16,23 a
88	23,08 ab	92,33 abc	14,45 abc
2073	37,50 ab	70,00 abc	14,35 abc
7810	40,91 ab	47,00 bc	11,29 bc
HS	20,00 b	40,50 c	10,66 c

Clon	Taxón	Nivel Resistencia -Sensibilidad	Categoría Clon autorizado Material Forestal de Reproducción (DOG n 77 , 20 abril de 2007)
111-1	CcxCs (F <sub>2</sub> )	Muy Resistente	Controlado
130	Cs	Resistente	Controlado
16	CcxCs (F <sub>2</sub> )	Resistente	Controlado
2073	CcxCs	Resistente	-
2522	CcxCs (F <sub>2</sub> )	Resistente	Controlado
592	CcxCs	Resistente	-
700	CcxCs	Resistente	-
7521	CmxCs	Resistente	Controlado
760	CcxCs	Resistente	Cualificado
7810	CcxCs	Muy Resistente	Cualificado
88	CcxCs	Muy Resistente	Cualificado
90.042	Cs	Resistente	-
CA-15	CcxCs	Muy Resistente	-
HS	CcxCs (F <sub>2</sub> )	Resistente	Controlado

### III. Selección por aptitud a la propagación vegetativa

#### Injerto:

#### Influencia de la púa o variedad sobre la compatibilidad, supervivencia, altura y diámetro de la planta injertada despues de 1 año

Fuente:

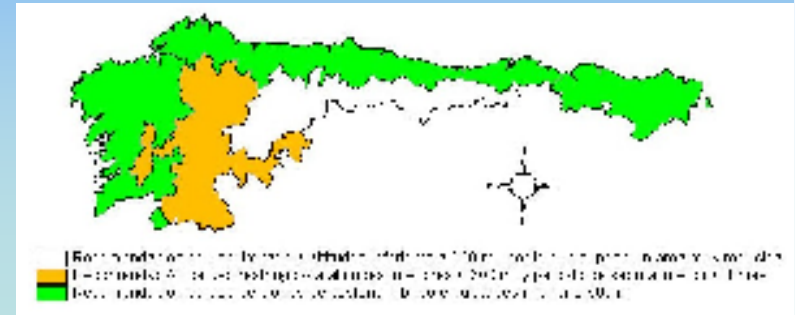
Miranda-Fontaíña, M.E., Fernández-López, J., Furones, P. 2007. Influencia de la variedad de *Castanea sativa* Mill. y del portainjerto híbrido en la supervivencia y el vigor de plantas de castaño. Actas de II Congreso Ibérico do Castanheiro. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

Variedad	N	Compatibilidad (%)	Supervivencia Abril (%)	Supervivencia Octubre (%)	Altura 1 (cm)	Diámetro (mm)
Ventura	82	51,20 a	71,43 a	69,05 a	113,97 a	15,99 a
Rapada	78	47,61 a	75,00 a	67,50 a	116,11 a	16,15 a
Famosa	84	30,48 b	76,00 a	68,00 a	136,15 a	16,49 a
Raigona	73	27,39 b	60,00 a	60,00 a	141,58 a	16,13 a
Negral	82	23,07 b	66,67 a	61,00 a	126,82 a	15,28 a



## RECOMENDACIONES DE USO PARA HÍBRIDOS

1. Uso limitado en la Galicia interior. Los híbridos son sensibles a la sequía estival y a las heladas debido a la precocidad de su brotación.
2. Suelos: El castaño es una especie acidófila, no tolera la caliza activa. Es extremadamente sensible al encharcamiento periódico o permanente.



## RECOMENDACIONES SELVÍCOLAS

Plantación: Espaciamiento inicial de 4 x 4 m (625 plantas por ha) o de 4 x 5 metros (500 plantas por ha), o bien, espaciamento definitivo 7 x 7 metros (204 plantas por ha) en mezcla con otras especies forestales.

Preparación del suelo y control de la competencia durante los primeros años.

Podas de corrección de bifurcación durante los primeros años, especialmente si hay daños por heladas o perforadores.

Evitar infecciones por chancro *Chryphonectria parasitica* durante la poda: 1) podar en invierno debido a la menor presencia de inóculo; 2) desinfectar las herramientas con lejía diluida; 3) eliminar inóculo.

Turno: entre 25 y 40 años, según calidad de sitio.

Regeneración: Alcanzado el turno la regeneración se puede realizar por brotes de cepa y selección.

**Resultados Finales:**

Clones de castaño autorizados como materiales de base para la producción de  
Materiales de Reproducción pertenecen a dos categorías (DOG nº 77, viernes 20 abril  
de 2007) :

CUALIFICADOS: Selección fenotípica individual

CONTROLADOS: Superioridad en ensayos



				Madera							Castaña	
	Unidad de Admisión	Clon	Nº Ensayos	Vigor	Dominancia Apical	Rectitud	Supervivencia	Resistencia a <i>Phytophthora</i>	Brotación	Fecha Producción	Calibre	Tabicación
CUALIFICADOS	CHR-197	90044	3	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Muy grande	No
	CHR-192	760	5	Elevado	Media	Media	Elevada	Parcial resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-190	70007	4		Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-195	88	4	Medio	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-193	7810	5	Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-180	1483	6	Medio	-	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-196	89	5	Medio	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Precoz	Muy grande	Algo
	CHR-187	55	4	-	Elevada	Media	-	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-183	392	4	-	-	Elevada	-	Muy resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-184	3	5	Elevado	-	-	Media	Parcial resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-189	70005	3	-	Media	Media	-	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-181	324	1	-	-	Elevada	-	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-179	1482	5	-	-	-	Media	Muy resistente	Precoz	Precoz	Grande	No
	CHR-137	125	3	-	-	-	Media	Susceptible	Precoz	Precoz	Grande	No
CONTROLADOS	CHR-182	374	2	-	-	-	-	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-117	2522	2	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	Mucha
	CHR-147	431	3	Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-164	420	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-153	130	5	Muy Elevado	Media	Media	Elevada	Resistente	Medio	Media	Pequeña	No
	CHR-5	513	3	Muy Elevado	Media	Media	Escasa	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-35	X	4	Muy Elevado	Elevada	Elevada	Media	Resistente	Precoz	Media	Mediana	No
	CHR-33	111-1	9	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Muy Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-162	7521	10	Medio	Elevada	Elevada	Elevada	Resistente	Precoz	Precoz	Pequeña	No
	CHR-149	90025	8	Elevado	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Precoz	Mediana	No
	CHR-1	514	3	Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-39	16	7	Elevado	Media	Media	Elevada	Muy Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-67	19	4	Medio	Elevada	Elevada	Media	Parcial resistente	Precoz	Muy Precoz	Grande	Algo
	CHR-44	942	4	Medio	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-114	2003	8	Elevado	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-141	FB-1-SP	2	Muy Elevado	Media	Media	Media	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No
	CHR-151	H-S	10	Medio	Media	Media	Elevada	Resistente	Precoz	Media	Pequeña	No



## Proyectos de investigación:

Los estudios aquí presentados han sido desarrollado en el Centro de Investigacións Ambientais de Lourizán, financiados con los siguientes proyectos de investigación:

**Proyecto INIA 8040.** "Mejora genética de frondosas". Investigador responsable: Josefa Fernández López 1988-1991.

**Proyecto INIA SC95-013-C2-1:** " Evaluación de Recursos Genéticos de *Castanea sativa* Mill., *C. crenata* Sieb. et Zucc., *C. mollissima* Blume e híbridos interespecíficos, para la selección de materiales forestales, resistencia a *Phytophthora* sp. y a *Cryphonectria parasitica* (Murill). Investigador responsable: Josefa Fernández López. 1995-1998.

**Proyecto: “Plan estratéxico do castiñeiro”.** Entidad financiadora: Xunta de Galicia – Consellería de Agricultura, Gandería e Montes – Dirección Xeral de Montes e do Medio Ambiente Natural (Plan de Mellora Xenética. Nº 07116). Investigador responsable: Josefa Fernández López. 1997-1998

**Proyecto INIA. Estratégico movilizador de I+D en apoyo a la reforestación. FO96-031.** "Caracterización de materiales de reproducción de castaño para su uso en la forestación mediante marcadores moleculares, respuesta al déficit hídrico y resistencia a enfermedades". Investigador responsable: Josefa Fernández López. 1997-2000.

**Proyecto FEOGA 01 MCA 2000-2006:** "Plan de Mellora Xenética Forestal para Galicia". Investigador responsable: Josefa Fernández López. 2000-2006.

**Proyecto Firsrt RTD Programme UE. EVC-CT 1999-00006.** "Securing gene conservation, adaptative breeding potential and utilization of a model multipurpose tree species (*Castanea sativa* Mill) in a changing environment. Proyecto coordinado CIFA de Lourizán (España) - CNR Italia. Investigador responsable: F. Villani (proyecto), Josefa Fernández López (CIFA Lourizán). 2000-2003.

**Proyecto INIA. RTA04-152:** " Selección clonal para la producción de madera de castaño, nogal y cerezo . Investigador responsable: M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaiña. 2004-2006.

**Proyecto PGIDIT 07MRU044502PR.** "Caracterización de clons híbridos de castiñeiro por vigor, forma, calidade de madeira, resistencia ó chancro e ó frío". Financiado por Xunta de Galicia. Plan Galego de Investigación, Desenvolvemento e Innovación Tecnolóxica (INCITE). Investigador responsable: M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaiña. 2008-2009.

## Publicaciones

- Fernández López, J. 1991. Primeros resultados de portainjertos clonales de castaño seleccionados por resistencia a *Phytophthora* sp. ITEA. 86-3. 167-177
- Fernández-López, J., Miranda-Fontaiña, E., Pereira-Lorenzo, S. (1995). Esquema de producción de materiales clonales forestales y frutales de castaño híbrido (*Castanea crenata* Sieb et Zucc x *C. sativa* Mill), ITEA, 91V-2.
- Fernández-López, J., Pereira-Lorenzo, S. Miranda-Fontaiña, E., (1995). Fog and substrate conditions for chestnut propagation by leafy cuttings. In: Symposium Proceedings Mass Production Technology for Genetically Improved fast growing forest tree species. Bordeaux, 14-18 September. Tome I. AFOCEL/IUFRO: 379-383.
- Fernández-López, J., Pereira-Lorenzo, S. Miranda-Fontaiña, E. (1993). Selección, identificación y esquema de producción de clones híbridos de *Castanea sativa* y *C. crenata* para la producción de madera o fruto. En: Actas del I Congreso Forestal Español, Lourizán: 95-100.
- Fernández-López, J., Pereira-Lorenzo, S. Miranda-Fontaiña, E. (1995). Isozymes in the management of a Foundation Stock of chestnut hybrid clones. In: Investigación Agraria, Sistema y Recursos Forestales, fuera de serie nº 4: 131-136.
- Fernández- López, J. (1996). Variabilidad isoenzimática, morfológica y selección clonal en de *Castanea sativa* Miller *Castanea crenata* Sieb. et Zucc., *Castanea mollissima* e híbridos interespecíficos. Tesis doctoral, Univ. Polit. de Madrid.
- Fernández-López, J., Vázquez-Ruiz-de-Ocenda, R.A.; Díaz-Vázquez, R.; Pereira-Lorenzo, S. 2001. For. Snow Landsc. Res. Evaluation of resistance of *Castanea* sp. clones to *Phytophthora* sp. using excised chestnut shoots. 76, 3: 451–454.
- Fernández-López, Josefa, Maria Eugenia Miranda-Fontaiña, Pilar Furones Pérez. 2008. Caracteres de selección en campo de clones de castaño híbrido (*castanea crenata* x *Castanea sativa*) para la producción de madera. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencia Forestales. número 24: 39-43. Actas de la IV Reunión sobre Genética Forestal. S.E.C.F.
- Fernández López, Josefa; M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaiña. 2007. Materiais de base de clons de castiñeiro híbrido para a produción de madeira (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia. Noviembre 2007.
- Fernández López, Josefa; M<sup>a</sup> Eugenia Miranda Fontaiña, Pilar Furones. 2008. Portainjertos clonales de castaño híbrido (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Tríptico editado por La Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Investigación, Tecnología e Formación Agroforestal. Xunta de Galicia.
- Majada, J.P., Miranda Fontaiña M.E., Fernández López, J., Sanchez-Tames, R., 2001. Alternativa en la producción de clones de Castaño sensibles a fenómenos de necrosis apical. IV Reunión de la Sociedad Española de Cultivo *in vitro* de tejidos vegetales. Santiago de Compostela, Octubre 2001.
- Miranda, E. Fernandez, J., Vega, G. 1990. Estudio de las condiciones para el enraizamiento de brotes de castaño híbrido obtenidos por cultivo “in vitro”. II Congreso Florestal Nacional. Porto, Portugal. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. 433-436.

## Publicaciones

- Miranda, M.E., Fernández, J., 1993. Cost components analysis of micropropagating chestnut plants. In: Pardos, J.A., Ahuja, M.R., Elena Rossello, R.: Biotechnology of Trees. Investigaciones Agrarias, Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie nº 4 - Diciembre 1994, 39-44.
- Miranda, E. Fernandez, J. 1992. Micropropagation of chestnut tree. In vivo stablishment and post-propagation growth. In: Symposium Proceedings Mass Production Technology for Genetically Improved fast growing forest tree species. Bordeaux, 14-18 September. Tome I. AFOCEL/IUFRO: 421-426.
- Miranda Fontaíña, M.E. Fernandez López, J. 1992. Micropropagation as nursery technique in chestnut compared with stooling. Proceedings of the World Chestnut Industry Conference. July 8-10. Morgantown, West Virginia, USA. Ed. R.D. Wallace, L.G. Spinella. Chestnut Marketing Association, USA. 54-60.
- Miranda Fontaíña, M.E. 1994. Micropropagación de castaño como método de propagación en vivero. Pp. 147-153. CSIC. I.S.B.N. 84-00-07390-8.
- Miranda Fontaíña, M.E., Fernández López, J. 1995. Aclimatación, cultivo en vivero y calidad de planta de castaños micropropagados. ITEA. Vol. 91 V, 149-156.
- Miranda Fontaíña, M.E., Fernández López, J. 2001 Genotypic and environmental variation of *Castanea crenata* x *C. sativa* and *Castanea sativa* clones in aptitude to micropropagation. *Silvae Genetica*. 50, 3-4, 153-162.
- Miranda Fontaíña, M.E. 2001. Propagación clonal *in vitro* de castaño: influencia de factores nutritivos, ambientales y genéticos en las etapas de desarrollo *in vitro* y *ex vitro*. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Miranda-Fontaíña M.E., Fernández-López, J. 2005. Effect of genotype on micropropagation and post-propagation growth of 35 commercial clones of *Castanea* sp. IN: C.G. Abreu, E. Rosa, A.A. Monteiro (ed.). III International Chestnut Congress. Chaves Portugal. October 2004. ISHS Acta Horticulturae 693. ISBN: 9066051000.
- Miranda-Fontaíña M<sup>a</sup> Eugenia & Josefa Fernández-López. Variabilidad clonal de castaño híbrido en resistencia a *Phytophthora cinnamomi*. IV Congreso Forestal Español. Zaragoza. 26-30 Septiembre 2005. Mesa temática 2, ponencia 4.
- M.E. Miranda-Fontaíña, J. Fernández-López, A. M. Vettraino, A. Vannini. 2007. Resistance of *Castanea* clones to *Phytophthora cinnamomi*: Testing and genetic control. *Silvae Genetica*. 56 1 :11-21
- Miranda-Fontaíña, M.E., Fernández-López, J., Furones, P. 2007. Influencia de la variedad de *Castanea sativa* Mill. y del portainjerto híbrido en la supervivencia y el vigor de plantas de castaño. Actas de II Congreso Ibérico do Castanheiro. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
- Pereira Lorenzo, S. & Fernández López, J., 1997b. Propagation of chestnut cultivars by grafting, rootstocks and Plant quality. *Journal of Horticultural Science*. 72(5), 731-739.