

**Universidad Publica de Navarra**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa***

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN***

**DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA***

**ESTUDIO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS  
EN SEMILLA DE *Fagus sylvatica L.***

.....

presentado por

**Enrique Bilbao Larringan**

.....(e)k

*aurkeztua*

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA EN HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERIA

*NEKAZARITZAKO INGENIARI TEKNIKOA BARATZEZAINZA, FRUTAGINTZA ETA LOREZAINZA  
BEREZITASUNA*

8 de noviembre de 2010

# ÍNDICE

<b><u>1. INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b>11</b>
<b><u>1.1.- ANTECEDENTES.....</u></b>	<b>12</b>
<b><u>1.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE <i>Fagus sylvatica</i>.....</u></b>	<b>13</b>
1.2.1.- Morfología.....	13
1.2.2.- Distribución y Ecología.....	13
1.2.3.-Floración y fructificación.....	14
1.2.4.-Recolección del fruto.....	14
<b><u>1.3.- REGIONES DE PROCEDENCIA DE ESPECIES FORESTALES.....</u></b>	<b>13</b>
1.3.1.-Diferencias entre origen y procedencia.....	16
1.3.2.-Bases genéticas de la diferenciación entre poblaciones.....	17
1.3.3.- Regiones de procedencia de <i>Fagus sylvatica</i> en la Península Ibérica.....	18
- Grupo de las regiones de procedencia típicas	
- Grupo de las regiones de procedencia frías	
- Grupo de las regiones de procedencia mediterráneas	
<b><u>1.4.- PINCIPIOS DE LA PROPAGACION POR SEMILLAS.....</u></b>	<b>21</b>
1.4.1.- Latencia de semillas: métodos de ruptura.....	21
1.4.2.- Germinación de semillas: Etapas.....	23
1.4.3.- Propagación sexual de <i>Fagus sylvatica</i> .....	24
1.4.3.1.-Manejo y conservación de semillas de haya.....	24
1.4.3.2.- Tratamientos pre-germinativos .....	25

1.4.3.3- Siembra.....	26
-----------------------	----

## **2. OBJETIVOS.....27**

## **3. MATERIALES Y METODOS.....39**

### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.....30**

### **3.2. MATERIALES.....30**

3.2.1 Material vegetal.....	30
-----------------------------	----

3.2.2. Malla de recogida.....	32
-------------------------------	----

3.2.3. Cámara de frío.....	33
----------------------------	----

3.2.4. Sustratos.....	34
-----------------------	----

### **3.3. MÉTODOS.....35**

3.3.1. Diseño del ensayo.....	35
-------------------------------	----

3.3.1.1. Tratamientos pregerminativos.....	36
--	----

3.3.1.2. Parcela elemental.....	36
---------------------------------	----

3.3.2. Desarrollo del ensayo.....	37
-----------------------------------	----

3.3.2.1. Inicio de los tratamientos.....	37
--	----

3.3.2.2. Siembra de los hayucos.....	37
--------------------------------------	----

3.3.2.3. Trasplante definitivo a suelo.....	38
---	----

3.3.2.4. Riegos.....	39
----------------------	----

3.3.3. Mediciones y conteos.....	39
----------------------------------	----

### **3.4. DATOS ESTADÍSTICOS.....41.**

<b><u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	<b>42</b>
<b><u>4.1. INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES VARIABLES EN LA ROTURA DE LA LATENCIA DE <i>FAGUS SYLVATICA</i> L</u></b> .....	<b>43</b>
4.1.1 .Influencia del sustrato de estratificación.....	43.
4.1.2. Influencia de la categoría de las semillas.....	44
4.1.3. Influencia del periodo de estratificación fría.....	45
<b><u>4.2. INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES VARIABLES EN LA GERMINACIÓN Y NASCENCIA DE LAS SEMILLAS</u></b> .....	<b>46</b>
4.2.1. Influencia del sustrato de semillero en la germinación.....	46
4.2.2. Influencia de las condiciones de estratificación en semilleros de turba prensada.....	47
4.2.2.1. Influencia de la categoría de la semilla.....	51.
4.2.2.2. Influencia del periodo de estratificación.....	53
4.2.2.3. Influencia del sustrato de estratificación.....	54
<b><u>4.3. INFLUENCIA DE LAS DIFERENTES VARIABLES EN DESARROLLO DE LAS PLANTAS</u></b> .....	<b>55</b>
4.3.1. Altura final de las plantas.....	56
<b><u>5. CONCLUSIONES</u></b> .....	<b>57.</b>
<b><u>6. BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	<b>60.</b>
<b><u>7. ANEJOS</u></b> .....	<b>62.</b>
<b><u>7.1. ANEJO 1</u></b> .....	<b>63.</b>
<b><u>7.2. ANEJO 2</u></b> .....	<b>65.</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Factores que determinan la diferenciación entre poblaciones.....	17
<b>Figura 2 :</b> Descripción general de las 18 regiones de procedencia de la Península Ibérica.....	20
<b>Figura 3:</b> Mapa general de las regiones de procedencia de <i>Fagus sylvatica</i> (Península Ibérica).....	20
<b>Figura 4</b> Etiqueta certificada de la semilla procedente de Altzania.....	31
<b>Figura 5:</b> Etiqueta certificada de la semilla procedente de Entzia.....	32
<b>Figura 6:</b> semilla de rodal seleccionado (izquierda) y semilla de fuente semillero identificado (derecha).....	32
<b>Figura7:</b> Entrada a la cámara de frío de semilla nueva.....	34
<b>Figura 8:</b> Interior de la cámara de frío.....	34
<b>Figura 9:</b> Jiffy con planta desarrollada .....	35
<b>Figura 10:</b> Bandeja semillero de jiffies.....	35
<b>Figura 11:</b> haya apunto del trasplante. ....	39
<b>Figura 12:</b> hayas 1 mes después del trasplante.....	39
<b>Figura 13:</b> Emergencia del epicotilo en semilla considerada germinada.....	41
<b>Figura 14:</b> Influencia del sustrato de estratificación en el porcentajes de semillas germinadas después de la estratificación.....	44
<b>Figura 15:</b> Influencia de la categoría de la semilla en el porcentaje de semillas germinadas después del período de estratificación.....	45
<b>Figura 16:</b> Influencia de la duración del período de estratificación en el porcentaje de semillas germinadas después de la misma.....	46
<b>Figura 17:</b> Porcentaje medio de germinación, con sus respectivas barras de error de las semillas de haya en jiffies y suelo a los 40 días después de la siembra.....	47

<b>Figura 18:</b> Evolución de los porcentajes de germinación de la semilla de haya en jiffies.....	49
<b>Figura 19:</b> Comparación de los porcentajes de germinación de las semillas de haya sometidas a diferentes tratamientos pregerminativos.....	50
<b>Figura 20:</b> Comparación de los porcentajes de germinación medio de los tratamientos con material seleccionado (verde) e identificado (amarillo).....	52
<b>Figura 21:</b> Diferencias notables de desarrollo y germinación entre tratamientos con diferente categoría de semilla: identificada (izquierda) y seleccionada (derecha).....	53
<b>Figura 22:</b> Diferencias en % germinación relativas al periodo de estratificación.....	54
<b>Figura 23:</b> diferencias entre tratamientos con diferente sustrato de estratificación.....	55
<b>Figura 24:</b> Diferencias de altura entre tratamientos.....	57

## INDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1:</b> Factores atribuidos a cada categoría de material vegetal.....	33
<b>Tabla 2.:</b> Separación de medias de la proporción de semillas germinadas (p) en los diferentes tratamientos del ensayo.....	51
<b>Tabla 3:</b> Datos finales de altura y porcentaje de supervivencia de las plantas de haya en jiffies.....	56

## **AGRADECIMIENTOS.**

En primer lugar quería agradecer a mi madre y a mi padre la educación que he recibido y que me ha llevado a continuar mis estudios, sin su apoyo, nunca hubiera podido ser.

Por otro lado, agradecer a M<sup>a</sup> Teresa Pascual (Pta Asociación de Viveristas) y Pedro , toda la ayuda reci vida durante todo este tiempo, espero que el trabajo aporte un granito de arena en el estudio de las diferentes especies vegetales en general.

Finalmente, agradecer a demás familia y amigos y en especial a Ainhoa, su ayuda, ya que de una forma o de otra, siempre están ahí.

# RESUMEN

La propuesta para llevar a cabo un estudio sobre la reproducción sexual de la especie *Fagus sylvatica*, vino de la mano de Asociación de Viveristas Forestales de Euskadi, motivada principalmente por un previsible aumento en la demanda de plantas de dicha especie y por la heterogeneidad en la obtención del material vegetal de propagación (vecería). Esta vecería tan acusada, obliga a realizar un buen manejo en general de la semilla que se recoge, para poder tener material de reproducción viable.

En este sentido, este trabajo pretende evaluar los diferentes tipos de material sexual de reproducción de *Fagus sylvatica* utilizado por los viveristas, y desarrollar un método pregerminativo eficaz en la rotura de la latencia, en la germinación de las semillas y posterior desarrollo de las plántulas. Para ello se han estudiado los siguientes factores: procedencia de la semilla, el tiempo y sustrato de estratificación y el sustrato utilizado para la siembra. Estas tres variables se analizaron durante tres etapas diferentes que coincidían con: Pre- germinación, germinación y desarrollo vegetativo en campo.

Se ha demostrado que la estratificación fría es un método pregerminativo eficaz en *Fagus sylvatica*, así como la eficacia de la arena como sustrato de estratificación. Asimismo, se puede recomendar a los viveristas el uso de jiffies de turba para la siembra, ya que la siembra directamente en campo conlleva una menor tasa de supervivencia.

Por último, cabe destacar, las diferencias observadas en relación a la categoría de material utilizado. Concretamente, el material seleccionado (etiqueta verde) se ha desarrollado en todas las etapas notablemente mejor que la semilla identificada.

Autor:

Tutora:

Enrique Bilbao Larringan

Inma Farran



# 1.INTRODUCCIÓN.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES

La especie *Fagus sylvatica* (haya común) es una de las frondosas de mayor difusión en nuestro entorno. Su uso en repoblaciones forestales de áreas naturales es muy frecuente. Dado el carácter no productivo de dichas repoblaciones, se exige cada vez más el uso de planta de procedencias locales, de probada adaptación al lugar de vegetación de destino.

Desde la puesta en vigor de la Directiva comunitaria y el Real Decreto 289 que regulan la recolección y comercialización de la mayoría de la semilla forestal en la UE, las zonas de recolección de semilla están recogidas dentro de las Regiones de procedencia en la relación de Fuentes semilleros y Rodales seleccionados de la Comunidad autónoma Vasca (CAV). Se dispone de una superficie aproximada de 800 ha de fuentes semillero y 270 de rodales seleccionados. A pesar de la extensión existente, el problema que se presenta es la vejería tan acusada en esta especie; los años 2006, 2007 y 2008 la cosecha en las tres regiones que abarca la CAV fueron prácticamente nulas, mientras que el año 2009 se consiguió una buena recolección. Esto hace disponer pocos años de semilla abundante, y obliga a intentar la conservación de la semilla a lo largo del tiempo.

Partiendo de ahí, y habiendo una gran diferencia en los métodos y los resultados de diferentes viveros del País Vasco en la multiplicación sexual mediante semilla de diferentes especies, entre ellas, *Fagus sylvatica*; la Asociación se marcó el objetivo principal de elaborar un método eficaz para la multiplicación por semilla de esta especie.

Seguidamente, se hará una descripción de la especie con la que trabajamos, *Fagus sylvatica*, se analizará su distribución y ecología, y se describirán las diferentes regiones de procedencia de la misma. También se hablará de los principios de la propagación por semilla, latencia y germinación, haciendo especial hincapié en los métodos más utilizados para las semillas de haya.

## **1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE *Fagus sylvatica***

### **1.2.1. Morfología**

Es un árbol caducifolio de talla elevada (30-35 m), que alcanza con facilidad los 40 m. El porte es esbelto con las ramas inferiores ascendentes que ocupan el tercio superior del árbol. Cuando crece en masa la copa es recogida, densa y con abundante follaje que proyecta una espesa sombra.

El tronco es flexible en los primeros años y se torna en su etapa fustal en recto, lleno y limpio, con corteza delgada grisácea que suele estar recubierta de líquenes y musgo que le confieren un aspecto manchado. La tonalidad del follaje es verde claro, con hojas que se disponen horizontalmente formando un entramado continuo que apenas deja penetrar la luz hacia el suelo.

Las hojas son simples de entre 5 y 10 cm de limbo aovado-elíptico, delgado agudo, de margen ondulado, ciliado, subentero o espaciadamente denticulado. El haz se puede decir que es algo más lustroso que el envés.

Los nervios secundarios, dispuestos en 10 pares, son rectos y llegan hasta el borde de la hoja. Las hojas en contacto con la luz, o las exteriores del árbol, son de mayor grosor y rigidez. El peciolo es corto, con estípulas fugaces y cortas. Los frutos son aquenios (hayucos) de 1,3 – 2,8 cm de largo por 0,7 – 1,1 cm de ancho; de color castaño, brillantes, con aristas de ángulos agudos muy marcados (López et al ,2004)

### **1.2.2. Distribución y Ecología**

El haya es una especie típica centroeuropea que tras la retirada de los hielos en el Holoceno ha ido conquistando gran parte de su distribución actual en Europa Occidental. En España se comporta como una especie de montaña, fundamentalmente de las cadenas septentrionales donde se desarrolla abundantemente en la Cordillera Cantábrica y los Pirineos. En su progresión hacia el sur, aparecen hayedos relativamente importantes en el Sistema Ibérico septentrional y encuentra su límite en el Sistema Central más occidental (Sierra de Ayllón), también en los puertos de Tortosa-Beceite (Tarragona), siendo este el más meridional de la península. Estos hayedos meridionales consisten en pequeñas masas localizadas en áreas especialmente favorables para el desarrollo de la especie y mezclados con otras especies, sobre todo con el género *Quercus* ( Alía et al, 2009)

Respecto al sustrato el haya es una especie poco exigente, encontrándose tanto en zonas calizas como en silíceas, muchas veces sobre elevados canchales y elevadas pendientes aunque su mayor desarrollo se produce sobre suelos más evolucionados. Las características climáticas de los hayedos son variadas aunque esta especie necesita de precipitaciones relativamente abundantes, con valores que oscilan entre los 900 y 1900 mm anuales de los cuales, entre 150 mm y 300 mm corresponden al verano. Las temperaturas medias anuales suelen oscilar entre los 7,1 y los 12°C .

Respecto al periodo de sequia estival de los lugares donde se desarrolla la especie, no suelen, por lo general durar más de un mes, sólo soportando una sequia estival de cierta importancia cuando las condiciones edáficas y de orientación le sean favorables.

Estas características climáticas coinciden, básicamente, con las de las áreas de media montaña septentrionales de la península, con altitudes de entre 500 y 1500 m.

Si la climatología y los suelos le son favorables, el haya forma un bosque medio específico, desplazando a sus competidoras por la gran sombra que proyecta su copa. Los hayedos son sustituidos por los bosques de coníferas (*Pinus uncinata* y/o *Pinus sylvestris*) según ascendemos en altitud, a excepción de la Cordillera Cantábrica. Los bosques de robles o los pinares mediterráneos, por el contrario, van sustituyendo a esta especie en las áreas más térmicas y de menor pluviosidad (Alía et al, 2009)

### - **1.2.3. Floración y fructificación**

Se trata de especie monoica con flores unisexuales, las cuales emergen en primavera entre el mes de Abril y el mes de Mayo concretamente. El haya presenta una polinización anemófila y la maduración del fruto se desarrolla en setiembre-octubre.

Es una especie que comienza a dar altas producciones de semilla viable a los 80-90 años generalmente pudiendo ser de 40-50 años en pies aislados. Como se ha señalado antes, la vecería que presenta esta especie puede llegar a ser un problema, llegando a pasar de 4 a 6 años entre cosechas.(Rodríguez y Ferreiro, 1994).

### - **1.2.4. Recolección del fruto**

Los hayucos se recolectan por lo general a principios de otoño, entre los meses de setiembre y noviembre. Se recolecta del suelo, tras su caída natural o previo vareo con ayuda opcional de redes dispuestas previamente sobre el terreno. También se suelen usar máquinas aspiradoras. Otra alternativa de recogida, es aprovechar las cortas de madera. Se calcula que el rendimiento medio de semillas está comprendido entre los 3-10kg/árbol (15-20 años de buena cosecha).

Por otro lado, el peso de un hectolitro de los frutos son unos 40 – 50 kg aproximadamente, y el rendimiento de semilla limpia por 100 kg de fruto están alrededor de los 20 – 30 kg.(Willam, 1991).

## **1.3. REGIONES DE PROCEDENCIA DE ESPECIES FORESTALES**

El uso sostenible de los recursos forestales se asienta sobre tres pilares básicos (Alía et al, 2009) : planificación, gestión y evaluación. Entre las tres principales actividades ligadas a dicho uso se encuentra la repoblación de terrenos sin cubierta forestal y la restauración de masas ya existentes. En ambos casos es necesario disponer de materiales de reproducción (frutos, semillas, plantas o partes de plantas), que resulten lo más adecuados posible para los objetivos planteados y que den lugar a poblaciones futuras con una supervivencia, adaptación, crecimiento y capacidad de reproducción adecuada.

La elección de los materiales para su uso en reforestación se ha de basar en un número suficiente de criterios, entre los que cabe destacar los ecológicos, económicos y genéticos (adaptación, conservación de recursos genéticos, nivel de mejora del material etc.). Las autoridades responsables del material de reproducción deben facilitar la adecuada información al usuario para que pueda hacer esta elección.

Cuando existen innumerables zonas de recogida de este material deben establecerse mecanismos que permitan una fácil y rápida caracterización de este material. Además, debe ser similar para todo el territorio nacional. Es en este marco donde cobra importancia y se justifica la delimitación con las regiones de procedencia de las distintas especies.

La legislación europea sobre comercialización de material forestal de reproducción (frutos, semillas, partes de plantas, plantas), se basa en el establecimiento de unidades básicas de comercialización para cada especie, que para las categorías identificada y seleccionada son las regiones de procedencia. Esto implica que el usuario conozca de donde proviene el material forestal de reproducción. Estas regiones presentan claros límites administrativos, para permitir una fácil identificación del material forestal de reproducción y de los materiales de base de los cuales proceden (rodales, masas, clones) por parte de los recolectores.

La región de procedencia es, <<para una especie o subespecie determinadas la zona o el grupo de zonas sujetas a condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las que se encuentran fuentes semilleras o rodales que presentan características fenotípicas genéticas semejantes, teniendo en cuenta los límites de altitud, cuando proceda >> (RD289/2003, Art.2.f)

Por tanto la región de procedencia es (Alía et al, 2009):

- Una unidad de comercialización de material de reproducción. Es la unidad obligatoria de suministro de planta o semilla para los materiales de reproducción de las categorías identificada y seleccionada. Es decir, que ha de figurar en la etiqueta que acompaña a las plantas o semillas.
- Una división establecida a partir de criterios genéticos, geográficos y ecológicos para facilitar la comercialización de los materiales de reproducción y su identificación por parte del comprador, pues permite identificar las características de los materiales de reproducción más fácilmente.

También convendría señalar lo que no es una región de procedencia (Alía et al, 2009):

- Una división de unidades genéticas de la especie.
- Una indicación de que dos regiones distintas difieren genéticamente entre ellas.
- Una unidad de mejora o conservación. No es el objetivo.

### **1.3.1. Diferencias entre origen y procedencia**

Los dos términos, origen y procedencia, describen la naturaleza de los materiales de base o de reproducción y las regiones de procedencia a las que pertenecen. Su definición parte del concepto de autóctono, y su relacionado indígena, que se describen a continuación (ref.RD289/03 y Alía et al., 2009).

- Autóctono: una fuente semillera autóctona o un rodal autóctono es el que ha sido normal y continuamente regenerado, bien por procesos naturales bien regenerado artificialmente, sea a partir de materiales de reproducción recogidos en la misma fuente semillera o rodal, sea a partir de fuentes semilleras o rodales autóctonos dentro de una distancia reducida.

- Indígena: una fuente semillera indígena o un rodal indígena son un rodal o fuente semillera autóctonos o cultivados artificialmente a partir de semillas cuyo origen es la misma región de procedencia.

La distinción entre los dos términos es muy sutil haciendo referencia al contexto de la normativa actual siendo autóctono una parte de indígena: todo el material autóctono se puede considerar indígena, pero no todo el material indígena se puede considerar autóctono.

Determinado si un material es autóctono o indígena, se puede establecer el origen y la procedencia de un material de reproducción, teniendo en cuenta las siguientes definiciones (Alía et al, 2009):

- Origen: para una fuente semillera o rodal autóctonos es el lugar en el que vegetan los árboles. Para una fuente semillera o rodal no autóctonos es el lugar desde el que se introdujeron inicialmente las semillas o plantas. El origen de una fuente semillera o rodal puede ser desconocido.
- Procedencia: lugar en el que vegeta cualquier masa forestal.

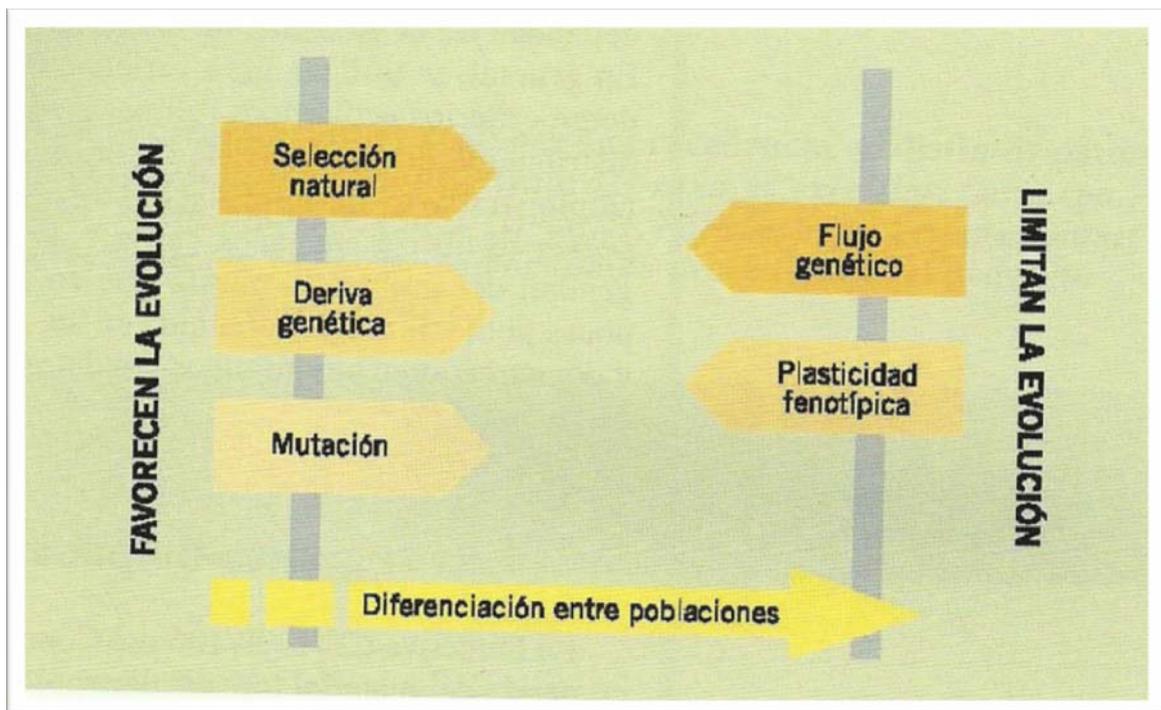
El adecuado conocimiento de la distribución de cada especie, unido al conocimiento de la existencia de diferencias fenotípicas y genéticas entre poblaciones y, sobre todo, en lo relacionado con caracteres de crecimiento, producción y adaptación, nos permite establecer distintas zonas o regiones en las que el comportamiento de la especie es similar.

### **1.3.2. Bases genéticas de la diferenciación entre poblaciones**

Las diferencias entre poblaciones de una misma especie que ocupan distintas zonas geográficas se pueden atribuir, en parte, a procesos de modificación fenotípica como respuesta a las distintas condiciones climáticas y edáficas locales.

Sin embargo, existen importantes diferencias que tienen una base genética y han podido ser objeto de selección a lo largo de un determinado número de generaciones. Estas diferencias genéticas son una de las bases sobre la que se establece la delimitación de las regiones de procedencia de las principales especies forestales, como unidad básica de comercialización para los materiales de reproducción identificados y seleccionados (Alía et al, 2009).

Asimismo, la división en regiones de procedencia se basa en que los procesos de selección: deriva genética, mutación, flujo genético y plasticidad fenotípica son los procesos que interactúan para establecer la variabilidad genética existente entre poblaciones (Figura. 1).



**Figura. 1:** Factores que determinan la diferenciación entre poblaciones.

### **1.3.3. Regiones de procedencia de *Fagus sylvatica* L. en la Península Ibérica**

En la Península Ibérica existen 18 regiones de procedencia de haya, cuyas características edafoclimáticas se describen en la figura 2, distribuidas principalmente en la zona norte del país (Figura 3).

#### **Grupo de las regiones de procedencia típicas**

Las regiones de procedencia que forman el grupo principal de distribución del haya son las distribuidas desde la Cordillera Cantábrica hasta los Pirineos occidentales. Estas masas cubren más del 70% del área donde se desarrolla esta especie.

Dentro de este extenso grupo podemos encontrar diferencias climáticas de cierta importancia que permiten discriminar entre unas y otras regiones.

Así las regiones **2.Cordillera cantábrica Occidental**, **5.Cordillera Cantábrica oriental** y **9.Pirineo Occidental** serían aquellas en las que por, precipitación y temperatura, están mejor adaptados los hayedos y que abarcan gran parte de las áreas donde las condiciones ecológicas de carácter montano son más favorables para el desarrollo de la especie.

Éstas son las regiones donde la pluviosidad es de unos 1400 mm anuales, no existe sequía estival y las temperaturas medias anuales rondan los 9 °C con heladas seguras entre 1,4 y 3,2 meses.

La región de procedencia **8.Aralar y Urbasa Entzia** que es la región de la que proceden los dos materiales de reproducción con los que se ha experimentado en este trabajo, presenta unas características pluviométricas similares a las anteriores, aunque una mayor media anual de temperatura y un incipiente periodo de sequía estival.

Por otro lado las regiones de procedencia **7.Litoral Vasco – Navarro** y **4.Litoral Astur-Cantábrico** presentan también elevadas precipitaciones anuales con más de 1400 mm de precipitación media.

Sin embargo se distancian climáticamente aún más de las anteriores por el aumento de la termicidad y, sobre todo por la práctica inexistencia de heladas seguras en todo el año.

## **Grupo de las regiones de procedencia frías**

Bajo este epígrafe se agrupan aquellas regiones que presentan ya ciertas características térmicas que se alejan del grupo principal, entre ellas 11.Valle de Aran es la que presenta unas condiciones más frías. De similares características, aunque más térmicas y de carácter más mediterráneo, se encuentran las regiones 12.Pirineo Central y 3.Cordillera Cantábrica Meridional. Esta última se podría considerar como una transición a los hayedos mediterráneos.

Una situación de características climáticas intermedias entre todas las regiones de procedencia descritas es la correspondiente a 13.Pirineo Oriental. Estos hayedos presentan una termicidad mayor que los anteriormente descritos, sobre todo debido a las mayores temperaturas estivales, ya que, durante el invierno el periodo de riesgo de heladas se extiende durante tres meses y medio.

Sin embargo durante el verano se produce una situación especial ya que existen importantes precipitaciones estivales siendo este período en muchas zonas el de mayor pluviosidad del año, lo que favorece considerablemente el desarrollo de la especie.

## **Grupo de las regiones de procedencia mediterráneas**

Un total de 7 regiones de procedencia constituyen este grupo que, aunque numeroso, suele presentar condiciones menos propicias para el desarrollo de la especie, sobre todo por un aumento del período de sequía estival. De características más marcadamente mediterráneas encontramos a las regiones de procedencia 15.Puertos de Beceite, 14.Montseny, 6.Cuenca del Alto Ebro y 10.Sierras Exteriores de Navarra.

Como submediterráneas se pueden considerar a la región 17.Sistema Ibérico y en menor medida, a la 16.Moncayo con un marcado carácter de continentalidad. La región 18.Sierra de Ayllón presenta unas condiciones climáticas singulares ya que es donde la sequía estival resulta más acusada, con elevadas temperaturas estivales y bajas temperaturas invernales, por lo que se desarrolla en unas condiciones de continentalidad mas elevadas. En la figura 2 se pueden observar los datos generales de cada región y su posición geográfica (Figura 3) (Agúndez et al, 1999).

R.P.	Pres. (%)	ALT. (m)			PREC. (mm)		A (meses)	TEMP. (°C)			OSC (°C)	Hs	Tipo de suelo (FAO) (%)
		MED	MAX	MIN	ANUAL	V		MED	MAXMC	MINMF			
1	0,3	919	1480	229	1614	156	0,4	10,2	24,7	-0,1	13,8	1,5	RK(88) CMu(12)
2	15,7	1021	2117	27	1388	190	0,0	9,2	22,2	-1,2	12,9	2,3	RK(41) CMc(37) CMu(14)
3	6,6	1380	1992	941	1293	147	0,2	7,5	23,6	-3,9	15,2	5,3	CMu(60) CMc(26) RK(11)
4	2,8	560	1340	29	1471	213	0,0	11,7	22,9	2,6	11,8	0,0	CMc(54) CMu(36)
5	10,2	930	2122	155	1324	187	0,1	9,8	22,6	-0,1	12,6	1,4	CMu(70) CMc(18)
6	6,9	881	1330	299	925	139	0,5	10	24,9	-0,4	14,5	1,2	CMc(78) CMu(16)
7	14,4	545	1396	39	1671	250	0,0	11,6	23,7	2,1	12,6	0,1	CMu(48) CMc(39) LVx(11)
8	8,1	816	1472	185	1353	192	0,1	10,4	24,2	0,7	14,3	0,1	CMc(92) FLe(6)
9	8,2	1057	2093	469	1519	221	0,0	8,8	23,6	-1,9	15	3,2	CMc(86) CMu(13)
10	1,7	932	1442	514	937	151	0,3	10,4	26,6	-0,8	16,6	1,6	CMc(73) VRx(20)
11	1,2	1515	2545	586	1231	267	0,0	6,5	20,4	-4,7	15,6	5,3	CMu(47) CMD(31) RK(19)
12	3,8	1446	2426	577	1282	264	0,0	7,9	24,2	-4,5	17,3	5,0	CMc(74) CMu(14)
13	7,2	1045	2476	252	1090	307	0,0	10	25,6	-2,6	16,1	3,5	CMc(76) CMu(13)
14	0,8	904	1624	76	961	197	0,3	11,1	25,7	-1	16,1	2,2	CMu(77) CMc(23)
15	0	1136	1268	1011	1029	157	0,3	10,8	24,6	0,5	14,8	0,0	CMc(100)
16	0,2	1364	1907	992	829	152	0,2	9,2	25,6	-2,2	17,4	2,9	CMu(63) CMc(23) CMg(14)
17	11,3	1322	2021	619	901	157	0,2	8,5	24,5	-2,3	15,6	3,6	CMc(48) CMu(42)
18	0,4	1625	1961	1210	1019	134	1,0	8,4	26,4	-3,3	17,8	4,8	CMu(82) CMg(18)

Figura 2: Descripción general de las 18 regiones de procedencia de la Península Ibérica.

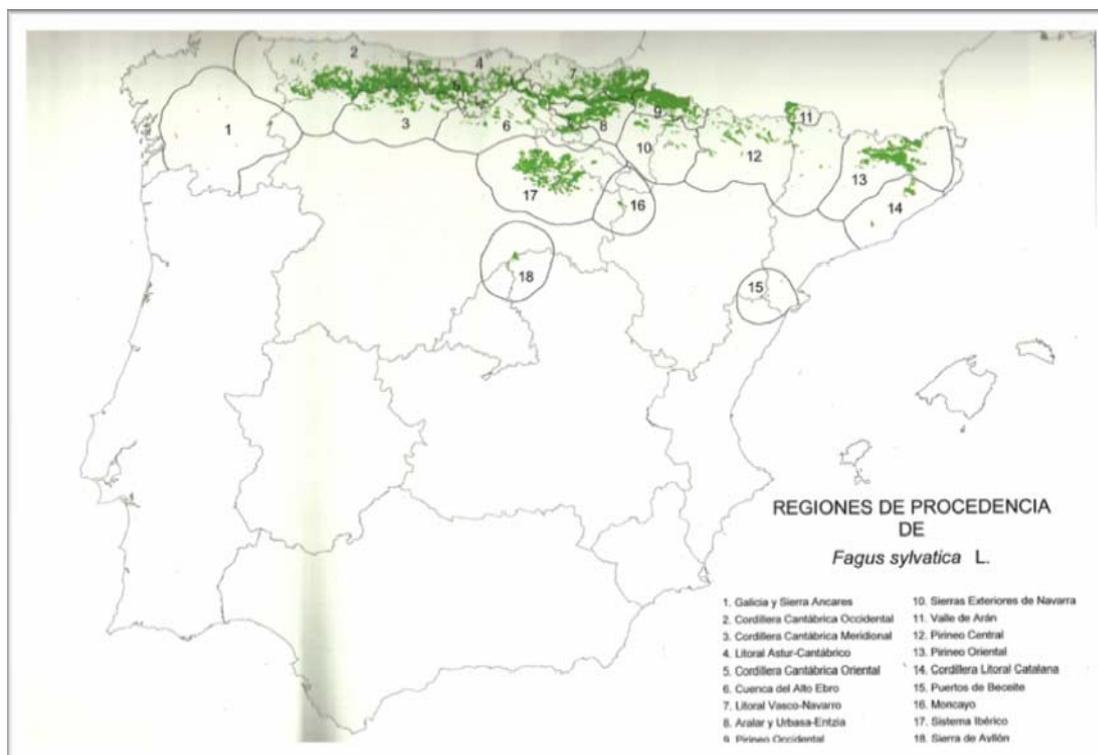


Figura 3: Mapa general de las regiones de procedencia de *Fagus sylvatica* (Península Ibérica).

## **1.4. PRINCIPIOS DE LA PROPAGACIÓN SEXUAL POR SEMILLA.**

Una semilla está básicamente formada por un embrión y su provisión de alimento almacenado, rodeados por las cubiertas protectoras. En la época en que se separan de la planta, la mayoría de las semillas tiene un contenido de humedad bajo, su metabolismo se encuentra a un nivel reducido y no ocurre actividad aparente de crecimiento. En este estado seco las semillas se pueden almacenar por largos periodos, en especial a temperaturas bajas, transportarse a cualquier parte del mundo y usarse para propagación en el momento y las condiciones que escoja el propagador (Hartmann y Kester,1998).

La iniciación de la germinación requiere que se den tres condiciones (I.S.T.A., 1995):

- La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
- La semilla no debe estar expuesta a condiciones de letargo. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan letargo ni barreras químicas para la germinación.
- La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones de luz.

### **1.4.1. Latencia de semillas: métodos de ruptura**

#### **Concepto de latencia de semillas:**

Se entiende por latencia o dormición al estado en el cual una semilla viable no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo. (Perez y Pita, 1999.)

De ello se deduce, que las semillas pueden mantener su viabilidad durante largos períodos de tiempo. Esta es una de las propiedades adaptativas más importantes que posee este tipo de material vegetal. Gracias a ello, las semillas sobreviven en condiciones desfavorables y adversas, aunque no indefinidamente.

En cuanto a los tipos de latencia señalar que puede ser de varios tipos distintos, y a veces la misma semilla presenta más de un tipo. La clasificación más sencilla distingue entre: (1) latencia exógena o del pericarpio/cubierta seminal; (2) latencia endógena o del embrión, y (3) latencia combinada, en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión (Pérez y Pita, 1999).

Dentro de la latencia exógena existen factores físicos, químicos y climáticos que producen el letargo de las semillas, en cuanto a la endógena en cambio, las variables son fisiológicas, morfológicas o una combinación de ambas las que interactúan con la latencia (Pérez et al, 2007).

### **Latencia en *Fagus sylvatica***

Para la especie *Fagus sylvatica* existen divergencias entre distintos autores ya que se la relaciona con diferentes tipos de latencia. Por ejemplo, (Suszka et al, 1994), define el letargo de los hayucos como embrionario, sensible al frío, y muy profundo, aunque reconocen que este letargo es heterogéneo, siendo muy variable, incluso dentro del mismo lote. Sin embargo, otros autores defienden que el letargo que presenta el haya es de tipo fisiológico y de carácter intermedio (Baskin y Baskin, 1998). Puntualizan que aparece en semillas permeables al agua, pero los procesos fisiológicos no permiten la emergencia de la radícula. La utilización de estratificaciones frías permite superar este letargo. Afirman estos autores que los letargos morfológicos, producidos por falta de desarrollo en el embrión, se superan con pre-tratamientos a temperaturas cálidas (Herrero et al, 2001).

### **Métodos de ruptura de la latencia**

Cómo es lógico, la técnica utilizada para «romper» la dormición o latencia de una semilla dependerá del tipo de dormición que ésta presente. El problema se complica en aquellas semillas en las que actúan conjuntamente dos o más factores causantes de la dormición. Así, por ejemplo, como ya se ha comentado, es muy frecuente que las semillas de haya, además de restricciones endógenas aparezcan problemas fisiológicos que afecten a la expansión de la radícula.

Entre las técnicas y tratamientos más frecuentemente empleados para vencer la dormición de semillas podemos citar los siguientes:

**-Escarificación mecánica.** En algunas semillas, las cubiertas seminales se pueden eliminar total o parcialmente sin dañar al embrión. En otros casos basta con provocar pequeños daños en las cubiertas mediante incisión, punción, lijado, etc.

**-Tratamientos ácidos.** En estos tratamientos se suelen sumergir las semillas en ácido sulfúrico concentrado durante pocos minutos. Tras el tratamiento, y antes de la siembra, hay que lavar las semillas con agua varias veces.

**-Tratamientos con calor.** Se puede utilizar calor seco (estufa) y agua caliente. Se suelen emplear temperaturas entre 50-100°C y diferentes tiempos según la mayor o menor dureza de las cubiertas seminales.

**-Lixiviación.** El lavado de las semillas con agua o con otros disolventes (etanol, acetona, cloroformo, etc.) se utiliza frecuentemente cuando la semilla contiene sustancias inhibitoras de la germinación en sus cubiertas.

**-Aplicaciones exógenas de giberelinas.** Para ello, antes de la siembra, se pueden sumergir las semillas en una solución de ácido giberélico (GA). Este tratamiento suele dar buenos resultados cuando la dormición es determinada por la presencia, en la semilla, de sustancias inhibitoras de la germinación. Así, se ha comprobado que, en numerosas semillas, el GA, contrarresta el efecto inhibitor del ácido indolbutírico (ABA).

**-Estratificación fría.** Las semillas de algunas especies son capaces de vencer su dormición cuando se las estratifica, durante períodos variables, en un ambiente con un elevado contenido de humedad y a baja temperatura (alrededor de 5°C). En las semillas de ciertas especies, se ha comprobado que con la estratificación fría disminuye el nivel de ABA. Por otra parte, con la estratificación fría se tiende a imitar las condiciones naturales a las cuales se ven sometidas las semillas de muchas especies, propias de nuestras latitudes, durante el invierno. De hecho este método está recomendado para esta especie por la I.S.T.A. (Pérez y Pita.1999).

### **1.4.2. Germinación de semillas: etapas**

El proceso de germinación puede dividirse en varias etapas consecutivas.

#### **ETAPA 1: Activación**

**Imbibición de agua:** La semilla seca absorbe agua y el contenido de humedad al principio se incrementa con rapidez, luego se estabiliza. La absorción inicial implica la imbibición de agua por coloides de la semilla seca, que suaviza las cubiertas de la misma e hidrata al protoplasma. La semilla se hincha y es posible que se rompan las cubiertas. La imbibición es un fenómeno físico y puede efectuarse aun en semillas muertas.

**Síntesis de enzimas:** A medida que se hidrata la semilla se van activando las enzimas previamente almacenadas que se formaron durante el desarrollo del embrión y en parte de la síntesis de nuevas enzimas al comenzar la germinación. El desarrollo de la semilla y su germinación representan un sistema biológico en el cual la maquinaria metabólica de la célula es activada o desactivada mediante el control de flujo de información genética del ADN de la célula. Expresada en forma simple, el proceso implica dos pasos básicos. Uno de ellos es la transcripción de instrucciones genéticas del ADN para formar moléculas específicas de ARN mensajero. El segundo paso

consiste en la traducción de esa información para sintetizar proteínas específicas que intervienen en el metabolismo y el crecimiento.(Catalán Bachiller.1991)

Elongación de las células y emergencia de la radícula: El primer signo visible de la germinación es la emergencia de la radícula, la cual resulta de la elongación de las células más que por división celular. En una semilla no durmiente, la emergencia de la radícula puede ocurrir en unas cuantas horas o en varios días después de la siembra y usualmente se considera que señala el final de la etapa 1.

## **ETAPA 2: Digestión y translocación**

En el endospermo, los cotiledones, el perispermo, o en el gametofito femenino (coníferas) se almacenan grasas, proteínas y carbohidratos. Estos compuestos son digeridos a sustancias más simples que son translocadas a los puntos de crecimiento del eje embrionario. Los patrones metabólicos de semillas de diferentes especies difieren con el tipo de reservas químicas de la semilla. Las grasas y los aceites, los principales constituyentes alimenticios de la mayoría de las plantas superiores, son convertidos enzimáticamente a ácidos grasos y al final en azúcares. Las proteínas almacenadas, presentes en la mayoría de semillas, son una fuente de aminoácidos y de nitrógeno esencial para la plántula en crecimiento. El almidón, presente en muchas semillas como una fuente de energía, se convierte en azúcar. Los patrones metabólicos que ocurren durante la germinación implican la activación de enzimas específicas en la secuencia apropiada y la regulación de su actividad. El control puede ser ejercido dentro de las células por varios procesos bioquímicos y puede depender de la presencia de de sustancia químicas u hormonas.

## **ETAPA 3: Crecimiento de la plántula**

En la tercera etapa, el desarrollo de la plántula resulta de la división celular continuada en puntos de crecimiento separados del eje embrionario, seguido por la expansión de las estructuras de la plántula. La iniciación de la división celular en los puntos de crecimiento es independiente de la iniciación de la elongación celular. Una vez que comienza el crecimiento en el eje embrionario, se incrementan el peso fresco y el peso seco de la plántula, pero disminuye el peso total de los tejidos de almacenamiento. La tasa de respiración, medida por la absorción de oxígeno, aumenta constantemente con el progreso del crecimiento. Finalmente, los tejidos de almacenamiento de la semilla dejan de intervenir en las actividades metabólicas, excepto en aquellas plantas en que los cotiledones salen a la superficie del suelo y se vuelven activos en la fotosíntesis. La absorción de agua aumenta de forma constante a medida que las nuevas raíces exploran el medio de germinación y el peso fresco de la plántula aumenta.

A medida que avanza la germinación, pronto se vuelven evidentes las estructuras de la plántula. El embrión consiste en un eje que porta una o más hojas seminales o cotiledones. El punto de crecimiento de la raíz, la radícula, emerge de la base del eje

embrionario. El punto de crecimiento del tallo, la plúmula, se encuentra en el extremo superior del eje embrionario, encima de los cotiledones. El tallo de las plántulas se divide en la sección que está debajo de los cotiledones –el epicótilo.

El crecimiento inicial de la plántula sigue uno de dos patrones. En la germinación epígea, el hipocótilo se alarga y eleva los cotiledones encima de la superficie del suelo. En el otro tipo de germinación, hipógea, la elongación del hipocótilo no eleva a los cotiledones sobre la superficie del suelo y solo emerge el epicótilo (Catalán Bachiller.1991).

### **1.4.3. Propagación sexual de *Fagus sylvatica***

#### **1.4.3.1. Manejo y conservación de la semilla**

La conservación de los hayucos en buenas condiciones durante su almacenaje depende fundamentalmente del contenido de humedad de los mismos y de la temperatura. Si los hayucos se quieren guardar únicamente durante el espacio de tiempo que media entre la época de recogida (otoño) y la de siembra en primavera, deberá procurarse que su contenido de humedad sea igual o inferior al 17-18 % y la temperatura inferior a los 4 °C. Si el contenido de humedad descendiera por debajo del 15-16 % deberá elevarse poniendo los hayucos en agua o estratificándolos antes de su siembra. Los hayucos conservados durante un invierno en un sitio fresco (2,5 °C) y con un contenido de humedad de 16 – 18% suelen dar unas germinaciones del 60 – 65% en las siembras de primavera, siendo la facultad germinativa inicial del 80 – 85% ( Catalán-Bachiller, 1991 ).

Las semillas frescas se pueden secar antes de su almacenaje hasta un contenido de humedad de 17-18% y almacenarse sin ningún peligro a una temperatura de 20-25 °C, pero cualquier aumento del contenido de humedad durante el invierno que sobrepase el 18%, implicará una reducción de la temperatura de almacén (por ejemplo, a 10 °C). Algunos autores recomiendan que la semilla para las siembras de primavera se almacene en humus húmedo del bosque (Catalán-Bachiller, 1991).

Sin embargo, según (Catalán-Bachiller, 1991) no es aconsejable guardar los hayucos en sótanos en arena húmeda, pues generalmente antes de la siembra suelen haber germinado presentando unos brotes de 2-4 cm de longitud.

Si la semilla de haya se quiere conservar durante dos inviernos (unos 16-18 meses) deberá hacerse a una temperatura entre los 0 y los -10 °C y con un contenido de humedad del 9 al 12%. A temperaturas superiores de los 0 °C, difícilmente se pueden conservar hayucos más de 4-5 meses. Se pueden conservar cantidades pequeñas de semilla de haya durante 9-15 meses con muy buenos resultados si se guardan en

recipientes de plástico cerrados herméticamente a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  y con un contenido de humedad bajo.

Según la bibliografía analizada (Catalán-Bachiller, 1991) no son aconsejables almacenajes superiores a 18 meses, pues en general han fracasado casi todos los intentos que se han intentado con este fin.

### **1.4.3.2. Tratamientos pre-germinativos**

Los hayucos que se siembran en otoño germinan bien en la primavera siguiente sin la necesidad de tratamiento previo alguno, según la zona.

La semilla que se siembra en primavera, si no se ha guardado con un contenido de humedad alto, deberá estratificarse antes de su siembra en arena húmeda a unos  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 60-90 días, pues se ha visto que la semilla de haya necesita una post-maduración que tiene lugar con un contenido de humedad de 40-46%, y a una temperatura de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Catalán- Bachiller, 1991.). Siempre deberá tenerse la precaución de no estratificar las semilla demasiado pronto, ya que entonces pueden germinar durante la estratificación. La semilla almacenada durante más de un invierno y con un contenido de humedad bajo ( $< 40\%$ ) deberá estratificarse siempre antes de su siembra.

Las poblaciones de lugares templados donde el mayor problema viene dado por la sequía no presentan letargo y germinan muy rápidamente (Allen y Meyer, 1998). Existe correlación entre la variación del hábitat y los patrones de germinación de varias especies de gran amplitud ecológica. Existen pocos trabajos referidos al estudio de la ruptura de la dormición de *Fagus sylvatica*, sin embargo, por lo general en nuestras latitudes se utiliza la estratificación en frío. Existen ensayos que comparan la estratificación en frío y en caliente (Herrero et al, 2001), viendo que en ese caso en caliente obtienen los mejores resultados.

Poblaciones que viven en lugares fríos tienden a presentar letargo en sus semillas, por lo que necesitan un período más o menos amplio de humidificación fría (referencia). Esto permite superar los riesgos que aparecen para la plántula a lo largo de la primavera derivados de la sequía. Sin duda, los patrones germinativos presentan variaciones entre poblaciones e incluso entre individuos de una misma población cuya base es genética (Herrero et al, 2001).

### **1.4.3.3. Siembra**

Las siembras se pueden realizar en otoño con semilla recién recolectada, o en primavera con semilla de 1 ó 2 años que ha estado estratificada en arena húmeda antes de su siembra.

Si la conservación de los hayucos durante el invierno no resulta difícil parecen más aconsejables las siembras de primavera, pero si su conservación ofrece alguna dificultad siempre existe una razonable posibilidad de obtener buenos resultados con las siembras de otoño, especialmente en aquellos viveros donde no existe peligro de ataques por parte de roedores u otros animales. Para obtener un mayor éxito en las siembras de otoño es conveniente que las eras del vivero se cubran durante el invierno con una capa extra de tierra y paja de unos 10-15 cm de espesor que luego se quitará cuando las semillas empiecen a germinar.

Las siembras de primavera deberán hacerse a una profundidad de 2-4 cm para suelos sueltos, 2-3 cm para suelos medios y 1-2 cm para suelos más compactos. Las siembras de otoño deberán hacerse a una profundidad mayor (5-6 cm) como término medio. La germinación tendrá lugar a las 3-4 semanas después de haber realizado la siembra en primavera (Catalán- Bachiller, 1991).

Para obtener buenas plantas en vivero es esencial dar a las eras, durante el primer año, una sombra adecuada que se puede conseguir con una cubierta de hojas y ramas puesta a 1,5 m sobre la tierra. Asimismo, la mejor orientación para este objetivo es la orientación Norte – Sur.

Al año siguiente, se obtienen los plantones de 2º año listos para trasplantar, previamente habiéndoles quitado la sombra del año inicial, por supuesto.

Normalmente se siembran 125-150 gramos de semilla por metro cuadrado y se vienen a obtener unos 250 plantones de un año ó 230 de dos. Las variedades ornamentales se propagan vegetativamente por medio de injertos .

# 2.OBJETIVOS.

## **2. OBJETIVOS**

El interés para la realización de este trabajo surge desde la dirección de la Asociación de Viveristas de Euskadi que lleva tiempo investigando y trabajando con diferentes especies forestales: *Pinus*, *Prunus*, *Fagus* etc. En relación con este estudio, lo que se pretende es mejorar la eficacia en la repoblación del haya (*Fagus sylvatica*), especie autóctona que en los últimos años está observando un incremento moderado en su utilización.

Para ello, es necesario optimizar los métodos de conservación y germinación de las semillas de haya recogidas por la Asociación de Viveristas de Euskadi durante campañas anteriores en rodales de la geografía vasca. Concretamente, en este Trabajo Fin de Carrera se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Estudiar la influencia de la categoría de la semilla de haya utilizada en el ensayo de germinación, ya que es el material utilizado a su vez por la Asociación de Viveristas del País Vasco.
2. Establecer un método o protocolo eficaz en la rotura de la latencia de las semillas de haya y su posterior desarrollo en las siguientes etapas de su ciclo vegetativo: germinación y crecimiento.

# **3.MATERIALES Y** **MÉTODOS.**

## 3. MATERIALES Y METODOS.

### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se desarrolló en la Asociación de Viveristas del País Vasco, la cual tiene su sede en Marzana, un barrio del Valle de Atxondo en Bizkaia.

### 3.2.- MATERIALES

Para la realización del ensayo se ha tratado de utilizar los medios dispuestos por la Asociación y, exceptuando alguna ayuda externa, el ensayo completo se realizó con material existente en el almacén del local.

#### 3.2.1. Material vegetal

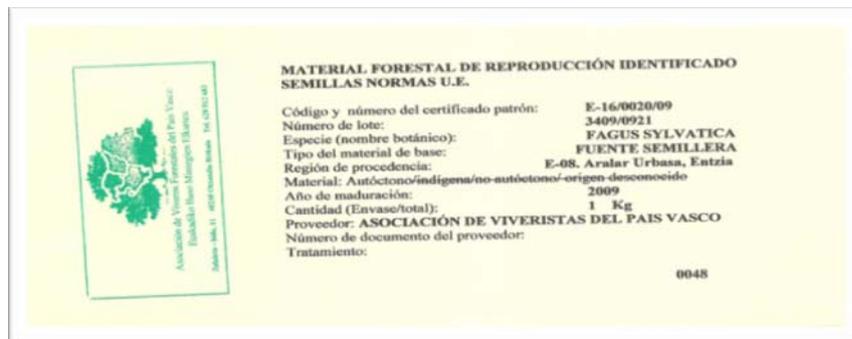
Todas las semillas se recogieron en la misma zona o región de procedencia, concretamente en la región 08-Aralar Urbasa Entzia, sin embargo las semillas son de diferente categoría y por lo tanto se las considera distintas:

1. Semilla procedente del rodal seleccionado de Altzania (Gipuzkoa), perteneciente a la región de procedencia 08 (etiqueta verde, Figura 4) (Ver Anejo 1).



**Figura 4** Etiqueta certificada de la semilla procedente de Altzania

2. Semilla procedente de la fuente semillero de Entzia (Araba), también de la región de procedencia 08 (etiqueta amarilla, Figura 5) (Ver Anejo 2).



**Figura 5:** Etiqueta certificada de la semilla procedente de Entzia.

El material se recogió en octubre de 2008, por miembros de la Asociación de Viveristas del País Vasco, y desde entonces hasta la primavera del año siguiente se mantuvo en la cámara de frío.

A simple vista se observa que las semillas son de diferente tamaño, siendo la semilla procedente de rodal seleccionado (Figura 3, izq.) más gruesa que la de fuente semillero (Figura 6, dcha.). Las semillas se pesaron y se separó 1 kg de cada semilla.



**Figura 6:** semilla de rodal seleccionado (izquierda) y semilla de fuente semillero identificado (derecha).

Por otro lado, la diferenciación de las categorías de los materiales vegetales utilizados para este ensayo, y en general, de las especies forestales radica en diferentes factores tales como: origen, evaluación y otros tantos que se representan en la siguiente tabla (Tabla 1).

**Tabla 1:** Factores atribuidos a cada categoría de material vegetal.

FACTORES DE LOS MATERIALES DE BASE	CATEGORÍA DE LOS MATERIALES FORESTALES DE REPRODUCCIÓN			
	Identificada	Seleccionada	Cualificada	Controlada
Origen	Una región de procedencia	Una región de procedencia	No aplicable	No aplicable
Constitución del material de base	Conjunto de árboles o población	Población	Individuos o clones	Población o individuos
Tipo de selección	Sin selección	Selección a nivel población	Selección individual	Selección a nivel población / individual
Evaluación	Ninguna	Fenotípica	Fenotípica	Genética
Ensayos	No	No	No necesarios, o experimentación	Obligatorio
Ganancia genética	Ninguna	Baja	Media	Alta

### **3.2.2. Malla de recogida**

La malla utilizada para la recogida de las semillas es una malla artificial, generalmente usada como manta térmica o agrotexil. Este material se coloca estratégicamente debajo de las copas de las hayas, en el suelo, para que al caer el hayuco se quede encima de la malla y facilitar su recogida.

La malla está formada por microfilamentos continuos termosoldados de polipropileno estabilizado a los UV. El proveedor fue la cooperativa del Duranguesado ubicada en Durango (Bizkaia).

### **3.2.3. Cámara de frío**

Permite a los viveristas almacenar el material vegetal ya recogido y etiquetado en las mejores condiciones, permitiendo la regulación de parámetros tales como la temperatura y humedad (Figura 7). Tiene unas dimensiones de unos 1,75 m de ancho por 2,75 m de largo, y alrededor presenta unas estanterías donde se almacena el material (Figura 8).



**Figura 7:** Entrada a la cámara de frío de semilla nueva.



**Figura 8:** Interior de la cámara de frío.

### **3.2.4. Sustratos**

Para analizar la influencia de los sustratos en los procesos de germinación y rotura de latencia de las semillas, se experimentó con tres sustratos, concretamente:

#### **-Arena:**

La arena se utilizó en los ensayos de estratificación. La arena utilizada era de grano muy fino, conservando hasta cierto punto el agua. Se trata de arena de Arija, silíceo, lavada e inerte. La arena se compró en la cooperativa de Munguia (Bizkaia).

#### **-Suelo del vivero:**

El suelo del vivero se utilizó tanto para siembra directa como para el trasplante de las plántulas de haya.

#### **-Jiffies de *Sphagnum*:**

Son unidades de turba comprimida dentro de una malla biodegradable, que al ser humedecidos se expanden verticalmente hasta alcanzar de tres a siete veces su tamaño (Figuras 9 y 10). Es necesario mantenerlos cierto tiempo en agua para que se expandan. Los “jiffies” fueron comprados a la empresa “Proveedora Silvícola Internacional”.



**Figura 9:** Jiffy con planta desarrollada jiffies.



**Figura 10:** Bandeja semillero de

Propiedades:

- Sustrato y contenedor en uno solo.
- Contenedor biodegradable.
- Elimina la adquisición de contenedores caros.
- Elimina líneas de llenado y esterilización de sustrato
- Evita deformaciones de raíces.
- Sustrato homogéneo, libre de malezas y enfermedades.
- Ahorro en agua.
- Mejor aprovechamiento del espacio en vivero.
- Disminuye el tiempo en la etapa de vivero.
- Facilita la inspección y clasificación del material sin dañarlo.

### **3.3 MÉTODOS:**

#### **3.3.1. Diseño del ensayo**

Se ha realizado un ensayo factorial, siendo los factores estudiados: la procedencia de la semilla, el tiempo y sustrato de estratificación y el sustrato utilizado para la siembra. Las variables analizadas en cada caso fueron el % germinación y el desarrollo de la plántula (altura media en centímetros).

Se ensayaron dos categorías distintas de semillas: semilla seleccionada (etiqueta verde) y semilla identificada (etiqueta amarilla).

Se llevaron a cabo 10 tratamientos pre-germinativos (ver punto 3.3.2.1.). Para ello se emplearon 1000 g de cada categoría de semilla. De la semilla original se destinaron 100 g para cada uno de los tratamientos.

Pasado el tiempo previsto para cada tratamiento pre-germinativo, las semillas se sacaron de la cámara de frío y sembraron en jiffies de turba prensada y en suelo, para determinar si existen diferencias referidas al tipo de sustrato para el semillero.

Por último, las plantas se trasplantaron a suelo para poder llevar a cabo un seguimiento un poco más a largo plazo, aunque finalmente se realizó un seguimiento durante cuatro semanas tras el trasplante final.

### **3.3.1.1. Tratamientos pregerminativos:**

**T1**--2 meses de estratificación fría y semilla seleccionada, con humedad constante (40-50%) y sin sustrato de estratificación.

**T1'**--2 meses de estratificación fría y semilla identificada, con humedad constante (40-50%) y sin sustrato de estratificación.

**T2**-- 2 meses de estratificación fría y semilla seleccionada, con humedad constante (40-50%) y con arena como sustrato.

**T2'**--2 meses de estratificación fría y semilla identificada, con humedad constante (40-50%) y con arena como sustrato.

**T3**--1 mes de estratificación fría y semilla seleccionada, con humedad constante (40-50%) y sin sustrato.

**T3'**--1 mes de estratificación fría y semilla identificada, con humedad constante (40-50%) y sin sustrato

**T4**---1 mes de estratificación fría y semilla seleccionada, con humedad constante (40-50%) y con arena como sustrato.

**T4'**---1 mes de estratificación fría y semilla identificada, con humedad constante (40-50%) y con arena como sustrato.

**T5**—Testigo semilla seleccionada.

**T5'**—Testigo semilla identificada.

### **3.3.1.2. Parcela elemental:**

Para la primera parte del ensayo se utilizaron 100 g de semilla por tratamiento. Una vez realizada la pre-germinación, para la siembra se utilizaron 64 semillas por tratamiento.

### **3.3.2. Desarrollo del ensayo**

#### **3.3.2.1. Tratamientos pregerminativos**

Los tratamientos que requerían 2 meses de almacenamiento en cámara de frío, concretamente los tratamientos T1,T1' y T2,T2' (sin y con arena como sustrato, respectivamente), se iniciaron en primavera, el 16 de Marzo, siendo las semillas previamente tratadas con un fungicida sistémico y de amplio espectro (Folicur 25%) y humedecidas con el pulverizador. Las semillas en sus respectivas bandejas fueron introducidas en la cámara de frío a temperatura constante de 0°C, para todos los tratamientos. Cada semana se supervisaba que estuvieran en las mismas condiciones de humedad constante ( $\approx 50\%$ ).

Posteriormente, el 15 de Abril, se introdujeron los tratamientos T3,T3' y T4, T4' (1 mes de estratificación sin y con arena, respectivamente) y se siguieron las mismas pautas de cuidados y observando en muestras elegidas al azar de cada tratamiento, si el estado aparente era el correcto, respecto a posibles indicios o síntomas de cualquier patógeno. Sin embargo se hallaron afecciones y se anotaron.

#### **3.3.2.2. Siembra de los hayucos**

Pasado el tiempo previsto por los tratamientos pregerminativos y con el objetivo de evaluar el factor sustrato del semillero, se procedió a la siembra de los hayucos (incluidos los del tratamiento testigo) tanto en los jiffies de turba prensada como directamente en el suelo del vivero.

Al sacar la semilla de la cámara de estratificado, se observó que parte de ella ya había comenzado a germinar (aparece la radícula) y en algún caso se vieron infecciones por hongos. Se tomaron datos de todo ello: germinación y presencia de hongos en las semillas, que fueron identificados posteriormente en el laboratorio.

La siembra se llevó a cabo el 24/05/2010 en el caso de los jiffies, y un día después se sembraron en el suelo. Se sembraron 64 semillas por tratamiento en jiffies y 64 en suelo. A los dos grupos se les mantuvo en las mismas condiciones externas y se situaron a escasos 20 metros unos de los otros.

Durante este período se tomaron datos de la nascencia que presentaban los tratamientos y de cualquier anomalía que se produjera. Los conteos se realizaban cada semana y el periodo de germinación se dio por terminado el día 12 de julio.

### **3.3.2.3. Trasplante definitivo a suelo**

Terminada la fase anterior de germinación, las hayas germinadas en los jiffies de turba fueron trasplantadas a suelo, momento en el que se realizó la última medición de altura de las plantas y la supervivencia final. Así, el 8 de agosto se midió la altura de todas las plantas de las hileras y se anotaron los porcentajes de supervivencia para cada uno de los distintos tratamientos.

Se intentó que todas las plantas trasplantadas tuvieran un sistema radicular suficientemente desarrollado (Figura 11), dentro de lo que cabe, para afrontar en igualdad de condiciones la última parte del ensayo: el trasplante.

El trasplante a suelo pretendía darnos más información sobre un cultivo en vivero que abarca dos períodos vegetativos, esto es, realizar un seguimiento visual de las plantas después del trasplante, analizando valores cualitativos por parte de la Asociación.

Durante la primera parte del mes el desarrollo de las plantas fue normal, de hecho la planta arraigó bastante bien y rápido. Pero en la segunda parte, surgió un problema con la red abastecimiento de agua de la finca, con lo que las plantas estuvieron expuestas a un estrés hídrico que obligó a dar por terminado el ensayo (Figura 12).



**Figura 11:** haya apunto del trasplante.



**Figura 12:** hayas 1 mes después del trasplante.

### **3.3.2.4 Riegos**

En cuanto al aporte de agua, en cada fase del ensayo se trató que la humedad no fuera ni escasa para no inhibir la germinación, ni demasiado alta por el riesgo de plagas principalmente, ya que es una zona húmeda de por sí.

En primer lugar, la humidificación que se efectuaba mientras las semillas estaban en la cámara variaba respecto de cada tratamiento. Se trataba de humedecer las bandejas con un pulverizador, aproximadamente dos veces por semana, para mantener la humedad constante de la cámara (40-50%). Una vez a la semana se añadía fungicida en el agua (Folicur 25%), y esto se hizo así durante las tres primeras semanas de ensayo.

El riego en los semilleros se llevó a cabo a mano en función de las necesidades hídricas. El material era vigilado diariamente en la asociación para que cualquier imprevisto externo (golpe de calor, excesiva o escasa humedad, etc.) no fuera más allá.

Por último, en la fase final del trasplante se observó que era el momento que más requerimientos de agua tenían las hayas y se pusieron en funcionamiento depósitos para el riego creados el año anterior. Este verano de 2010 ha resultado ser bastante seco, con semanas y semanas sin registrar apenas precipitaciones, situación esta que desfavorece al desarrollo natural de la especie.

Cabe destacar la importancia de las precipitaciones en esta época estival, donde en algunas regiones se registran numerosas bajas anualmente, en numerosas poblaciones de esta especie (Aguirre et al, 1994).

### **3.3.3. Mediciones y conteos**

**-Presencia de hongos:** Pre-siembra.

Se midió el porcentaje de semilla con hongos en el momento posterior a la estratificación y previo a la siembra.

Solamente se registraron el número de semillas dañadas, para poder hallar el porcentaje de daños identificados. No se pudieron identificar a tiempo los patógenos, imposibilitando la efectividad de cualquier método de control, excepto el Folicur.

**-Porcentajes de germinación:** pre- siembra (estratificación) y post-siembra (suelo y jiffies).

Para analizar el nivel germinativo de los diferentes tratamientos, el parámetro que se controló fue el porcentaje de germinación. Se consideró que la germinación fisiológica se había dado cuando la semilla emitía el epicotilo (Figura 13), a partir de su siembra se tomaron datos de germinación cada semana hasta que se consideró la llegada al umbral de germinación al observar que el porcentaje se mantenía constante. Llegados a este punto se procedió a trasplantar las plantas.



**Figura 13:** Emergencia del epicotilo en semilla considerada germinada.

#### **-Altura final de las plantas:**

Antes de la fase de trasplante, se midió la altura, con un metro convencional, de las plantas de haya que llegaron hasta el final del ensayo. La medición se realizó desde la base del tallo hasta el inicio de la última yema. No se tuvieron en cuenta ni el número de hojas ni de ramas.

Este se realizó con todas las plantas que se seleccionaron como supervivientes, habiendo anotado las correspondientes bajas registradas.

#### **-Supervivencia de las plantas al trasplante:**

Se anotó el número de plantas vivas al cabo de un mes después de la plantación en suelo, que fue el momento en el que se realizó el conteo. De esta forma, se consideraron plantas supervivientes a aquellas que se estuvieran desarrollando de

forma correcta, sin problemas patológicos ni de otro tipo. Esta valoración se realizó al cabo de un mes después del último trasplante.

Las plantas con problemas por hongos o secas víctimas de golpes de calor o marchitez se anotaron como bajas y el porcentaje se calculó sobre las plantas registradas como germinadas en conteos anteriores.

### **3.4. DATOS ESTADÍSTICOS**

Una vez realizadas todas las mediciones y conteos, se procedió al análisis estadístico de las variables cuantitativas del ensayo. Por medio de este análisis estadístico, podremos tener idea de la significación de las diferencias establecidas por los tratamientos, esto es, podremos calificar de significativas o de no significativas las diferencias anotadas. De esta manera, se pudieron extraer las conclusiones pertinentes de una manera más fiable.

#### **-Prueba de la Z:**

Esta prueba se basa en la aproximación normal de la distribución binomial. Se quieren comparar dos proporciones,  $p_1$  y  $p_2$ , observadas en dos grupos distintos. Esta prueba es utilizable cuando los tamaños muestrales son grandes, para poder aplicar el Teorema Central del Límite. Todos los análisis de las varianzas se han realizado con un intervalo de confianza del 95%.

El estadístico Z sigue una distribución Normal (0, 1). En esta prueba se utiliza la distribución normal como aproximación de la solución exacta de intervalos de confianza para proporciones, adecuada siempre que  $n$  sea mayor o igual a 30 y las frecuencias absolutas y las esperadas sean superiores a 4.

# 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

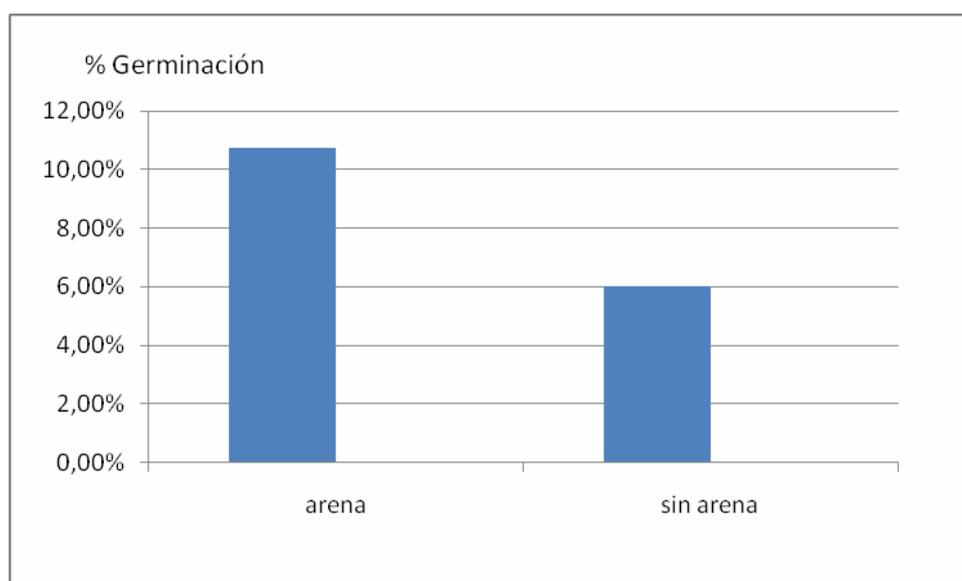
## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. INFLUENCIA DE DIFERENTES VARIABLES EN LA ROTURA DE LA LATENCIA FISIOLÓGICA DE LAS SEMILLAS DE HAYA.**

En este primer apartado de resultados, se han analizado la influencia de distintos factores (sustrato de estratificación, categoría de la semilla y periodo de estratificación) sobre la rotura de la latencia de las semillas de haya.

#### **4.1.1. Influencia del sustrato de estratificación en la rotura de la latencia.**

En primer lugar, se va a analizar la influencia del empleo o no de arena, como sustrato en la estratificación, sobre la germinación de las semillas durante el periodo de pre-germinación. Para ello, una vez finalizado dicho periodo, se realizó un conteo de las semillas que habían germinado. Exactamente, se contaron las semillas en las que la radícula empezaba a emerger y se realizó la media de los porcentajes de germinación que aparecen reflejados en la siguiente gráfica (Figura 14).



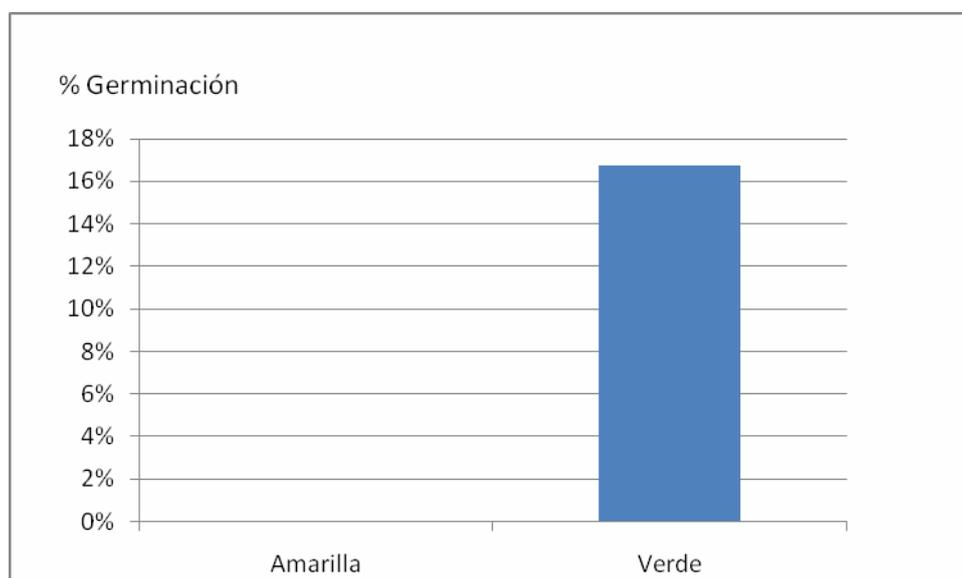
**Figura 14:** Influencia del sustrato de estratificación en el porcentajes medios de semillas germinadas después de la estratificación.

Como se observa en la figura 14, el porcentaje de germinación previo a la siembra fue mayor en los tratamientos que poseían arena que en los que no la tenían. Concretamente, el 10,75% de las semillas con arena germinaron, por el contrario, el porcentaje germinativo de los tratamientos sin arena fue del 6%.

#### **4.1.2. Influencia de la categoría de la semilla en la rotura de la latencia.**

La categoría de las semillas ha resultado ser uno de los factores más influyentes en la germinación de semillas de haya. A continuación, se analiza la variable correspondiente a la categoría del material de reproducción, con el porcentaje de germinación presentado por material seleccionado (etiqueta verde) y material identificado (etiqueta amarilla).

En la figura 15, se observa la notable diferencia existente entre la semilla seleccionada respecto de la identificada, en la cual no germinó ni una semilla, mientras que en la primera, el porcentaje de germinación medio fue del 17%.(Figura 15)



**Figura 15:** Influencia de la categoría de la semilla en el porcentaje de semillas germinadas después del período de estratificación.

De esta forma, podemos valorar a la semilla seleccionada como un buen material de base para multiplicación sexual de *Fagus sylvatica*, y de la misma forma ratificar la

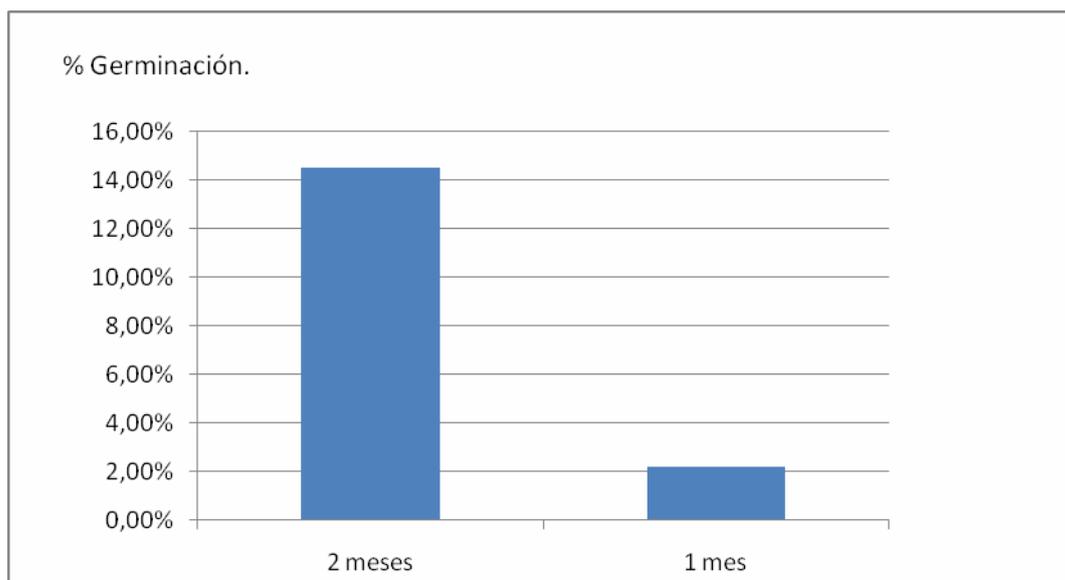
importancia de la calidad del material vegetal en el rendimiento germinativo del mismo.

#### **4.1.3. Influencia del período de estratificación en la rotura de la latencia.**

Finalmente, en este tercer apartado, se analiza la posible influencia de la duración del periodo de estratificación fría, por medio del porcentaje medio de germinación observado.

De entre todos los tratamientos, se agruparon los que se sometieron a un mes de estratificación por un lado, y por el otro los que estuvieron dos meses en la cámara.

Generalmente, cabe esperar que cuanto mayor es el tiempo de estratificación, mayores porcentajes de germinación habrá. En la figura 16, se puede observar la diferencia de los mismos.



**Figura 16:** Influencia de la duración del período de estratificación en el porcentaje de semillas germinadas después de la misma.

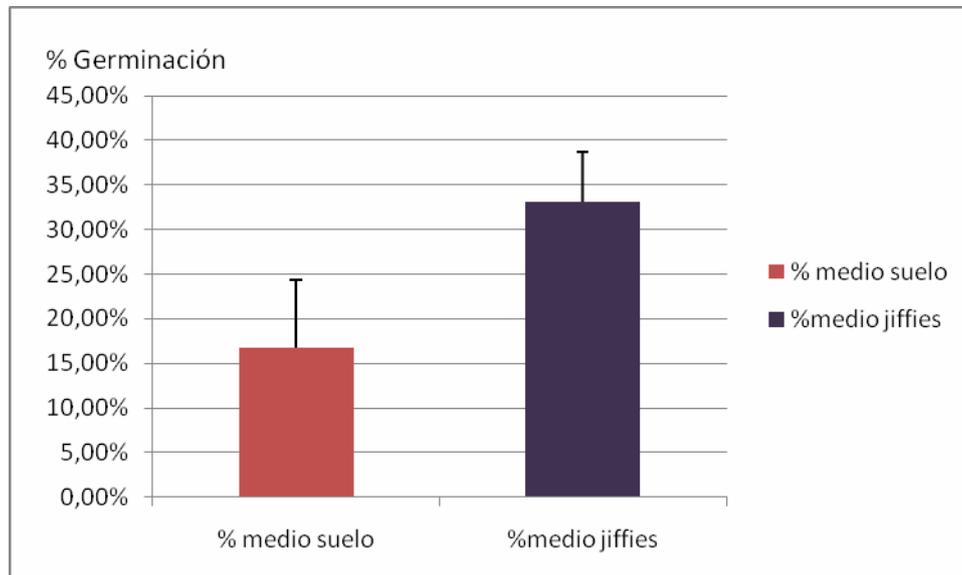
El porcentaje medio de germinación de la semilla estratificada un mes fue del 2%, por el contrario la que permaneció dos meses en la cámara de frío presentó un porcentaje medio de germinación del 14,5 % (Figura 16). Estos resultados no coinciden con los descritos previamente en bibliografía (Herrero et al, 2001), donde se aprecian porcentajes más elevados en los tratamientos sometidos a un período de estratificación más corto. En siguientes apartados correspondientes al período de germinación se analizan, brevemente, las posibles causas.

## **4.2. INFLUENCIA DE DIFERENTES VARIABLES EN LA GERMINACIÓN Y NASCENCIA DE SEMILLA DE HAYA.**

Analizado el primer bloque del ensayo, en este segundo se pretende estudiar el efecto de todas las variables estudiadas en el ensayo sobre la germinación y nascencia de las semillas de haya en el semillero. Los datos hacen referencia al período de germinación desde la siembra (24/05/2010) hasta el trasplante final a suelo (12/07/2010).

### **4.2.1. Influencia del sustrato de semillero en la germinación de semillas de haya.**

En este apartado se analiza la germinación de las semillas de haya en el semillero, utilizando dos sustratos diferentes: los jiffies de *Sphagnum* y el propio suelo del vivero. A continuación se presentan los porcentajes de germinación finales de las semillas de haya a los 40 días tras su siembra (Figura 17).



**Figura 17:** Porcentaje medio de germinación, con sus respectivas barras de error de las semillas de haya en jiffies y suelo a los 40 días después de la siembra.

En cuanto a los porcentajes medios finales de cada tratamiento, se observa una diferencia bastante notable de casi el doble en las semillas de haya germinadas en jiffies. Concretamente,

en suelo se calculó un porcentaje del 21% de semillas germinadas, frente al 41,45% calculado en el caso de los jiffies.

Por otro lado, cabe destacar que la supervivencia de las plantas germinadas en el suelo del vivero, fue acusadamente baja, hasta tal punto que todas las plantas murieron. Estos resultados fueron debidos principalmente a una infección de hongos (*Penicillium* y en menor medida *Botrytis*) que se desarrolló de forma sistemática por las diferentes hileras del semillero. Los síntomas eran: pudrición, manchas marrones a lo largo de los tallos y hojas y marchitez de los brotes.

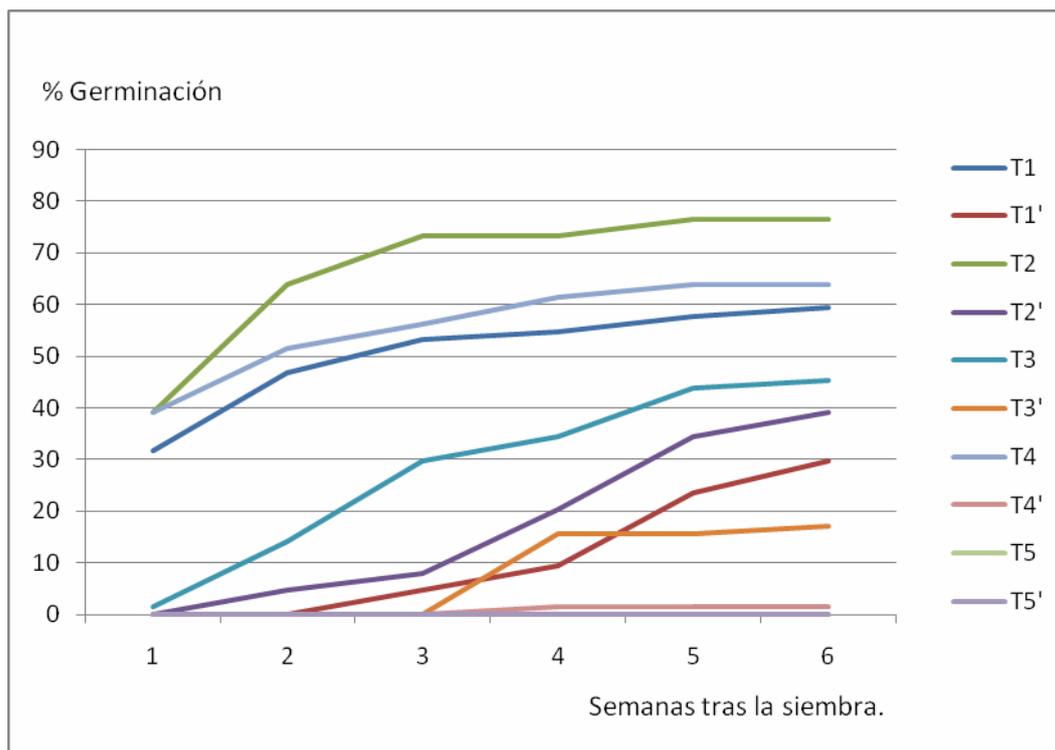
Por este motivo se continuó con el análisis de los datos obtenidos del semillero de jiffies únicamente, por lo que en siguientes apartados, los resultados harán referencia a la germinación de semillas de haya en jiffies.

#### **4.2.2. Influencia de las condiciones de estratificación en la germinación de semilla en semilleros “jiffy”.**

En este apartado, se pretende analizar la influencia de las condiciones de estratificación en la germinación de la semilla de haya en semillero, para ello se analiza la evolución del porcentaje de germinación en jiffies de turba prensada (Figura 18) para cada uno de los tratamientos pregerminativos.

Analizados los resultados, se observa que en los mejores tratamientos (T1, T2 y T4) la mayoría de semillas germinaron pasadas las dos primeras semanas tras la siembra, mientras que la velocidad de germinación fue menor en los restantes tratamientos.

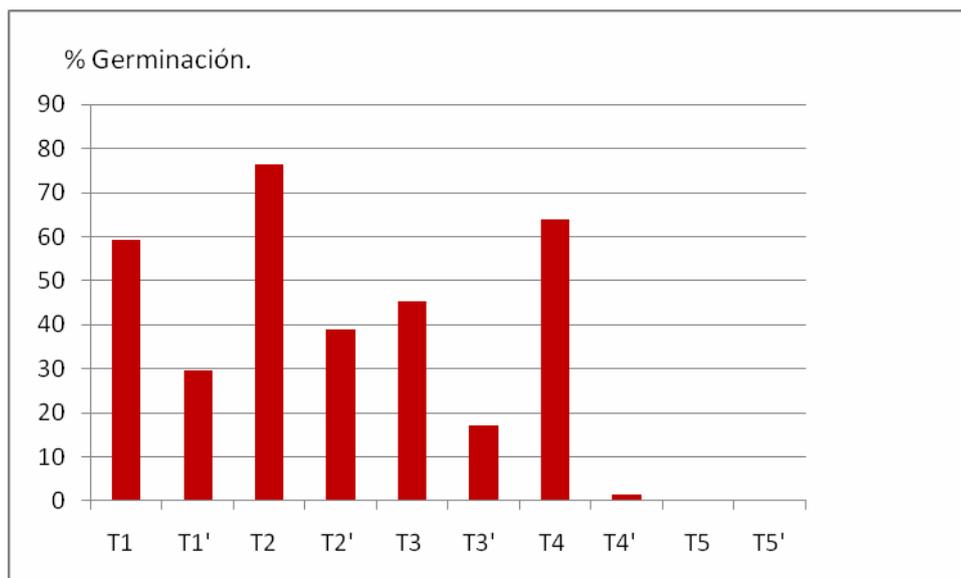
El mejor tratamiento, durante todas las semanas de ensayo ha sido el T2 con un porcentaje del 65% de germinación la segunda semana de ensayo.



**Figura 18:** Evolución de los porcentajes de germinación de la semilla de haya en jiffies.

Cabe destacar que los tratamientos T1, T2 y T4, son los que mejores porcentajes de germinación presentan, alcanzando entre un 60 y un 80% al final del ensayo (Figura 18). Apuntar que estos tratamientos ya presentaban algunas semillas con la radícula emergida en el momento de la siembra como resultado de la estratificación.

En el otro extremo se observa, que los tratamientos T4', T5 y T5' (siendo estos dos últimos los testigos sin tratamiento pre-germinativo para cada una de las categorías de semilla), son los que peores porcentajes presentan a lo largo de las 6 semanas después de la siembra, con unos porcentajes que apenas llegan al 2% (Figura 18). En los tratamientos restantes, los porcentajes de germinación fueron relativamente bajos, por debajo del 50% (Figura 19).



**Figura 19:** Comparación de los porcentajes de germinación de las semillas de haya sometidas a diferentes tratamientos pregerminativos.

A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico de los porcentajes de germinación de la semilla de haya en semilleros de jiffies realizado con todos los tratamientos y variables en conjunto.

Mediante la Prueba Z se concretarán las diferencias significativas, si es que las hay, entre todos los tratamientos llevados a cabo. Los resultados de la comparación de medias se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.:** Separación de medias de la proporción de semillas germinadas ( $p$ ) en los diferentes tratamientos del ensayo.

<b>TRATAMIENTOS</b>	$p$			
<b>T2- 2 meses/Verde/Arena</b>	0,75	a		
<b>T4 - 1 mes/Verde/Arena</b>	0,625	a	b	
<b>T1- 2meses/Verde/Sin arena</b>	0,59		b	
<b>T3 - 1 mes/Verde/Sin arena</b>	0,45		b	c
<b>T2'- 2meses/Amarilla/Arena</b>	0,39		b	c
<b>T1' - 2 meses/Amarilla/Sin arena</b>	0,296			c
<b>T3' -1 mes/Amarilla/Sin arena</b>	0			d
<b>T4' - 1 mes/Amarilla/Arena</b>	0			d
<b>T5'- Amarilla Testigo</b>	0			d
<b>T5 - Verde testigo</b>	0			d

Nivel de confianza 95%

De esta manera, observamos como el T2 (2 meses/verde/arena) es el tratamiento con mayor porcentaje de semillas germinadas, sin embargo, no existen diferencias significativas con el T4 (1 mes/verde/arena). La única diferencia entre estos dos tratamientos es el tiempo transcurrido en estratificación, y la prueba de la z constata que no existen diferencias significativas entre ambos ensayos, por lo que los mejores resultados obtenidos por este análisis general, recaen en tratamientos con semilla seleccionada y con arena como sustrato de estratificación.

En el segundo grupo se sitúan T1, T2', T3 Y T4 con porcentajes de semillas germinadas menores que en los dos tratamientos anteriores, concretamente varían entre los valores 0,40 y 0,60 aproximadamente.

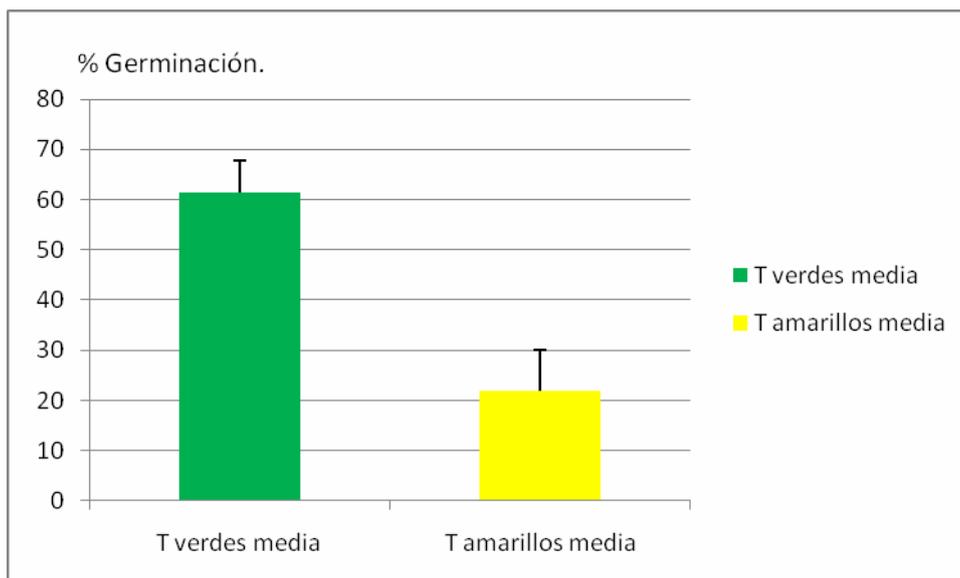
Cabe destacar que de entre los mejores cinco tratamientos, cuatro pertenecen a tratamientos con semilla de etiqueta verde.

Con unos rendimientos bastante bajos y con diferencias significativas para con el resto de tratamientos se sitúan los restantes: T3', T4', T5 y T5'. Todos ellos, incluidos los dos testigos (T5 y T5') presentan los valores más bajos, con diferencias significativas sobre el resto. Es importante reseñar que los testigos con semilla sin ningún tratamiento de estratificación, en ningún caso ha llegado a germinar. Es evidente que la semilla sin estratificar, en las dos categorías de semilla estudiadas, necesita un periodo de frío al que no se les ha sometido.

#### **4.2.2.1. Influencia de la categoría de la semilla en la germinación en semillero.**

Se trata de valorar las diferencias que presentan los porcentajes de germinación en relación a la categoría de la semilla.

Las dos categorías a analizar son: material vegetal seleccionado (etiqueta verde), y material identificado (etiqueta amarilla). Como se ha señalado con anterioridad en este trabajo ambos pertenecen a la misma región de procedencia (08-Aralar y Urbasa), pero no son de la misma categoría. Las diferencias son visiblemente notables (Figura 20).



**Figura 20:** Comparación de los porcentajes de germinación medio de los tratamientos con material seleccionado (verde) e identificado (amarillo).

Como se observa en la figura 20, la semilla seleccionada (etiqueta verde) presenta unos valores más altos de germinación en todos los tratamientos llevados a cabo, con un porcentaje medio de más del 60%. Respecto al material identificado, su porcentaje medio germinativo asciende a ligeramente más del 20% , muy por debajo del porcentaje obtenido con semilla seleccionada.

Fueron llamativas las diferencias en el desarrollo de cada tipo de semilla, la que tenía etiqueta verde (semilla seleccionada) germinó en mayor cantidad y menor tiempo que la semilla identificada. Cabe resaltar este aspecto ya que, es del interés de los viveristas que sus plantas germinen en un periodo breve de tiempo para mantener un desarrollo homogéneo, y por supuesto asegurarse unos buenos porcentajes de germinación.

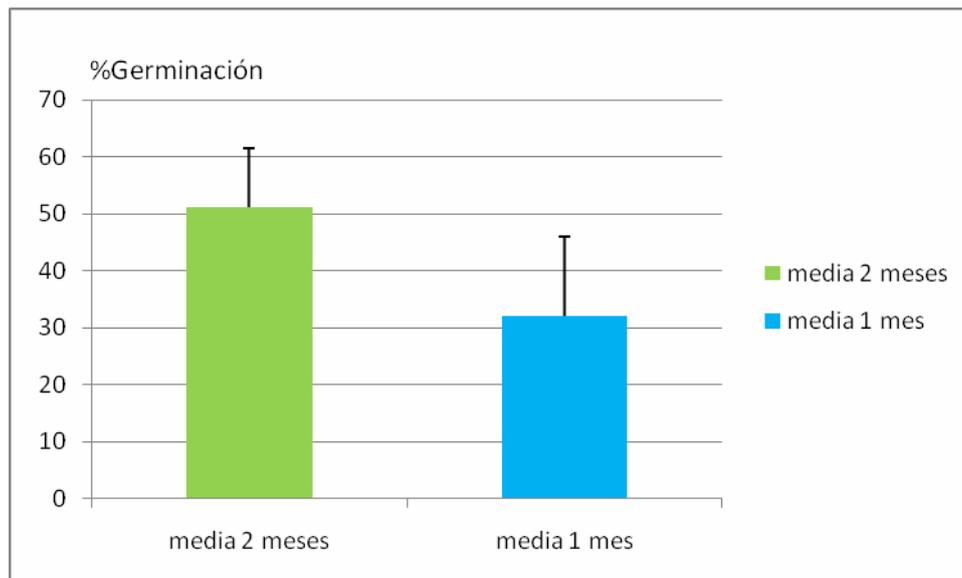
En la figura 21, se puede apreciar hasta qué punto fue notable la diferencia de desarrollo entre las semillas de las categorías. En la parte derecha se sitúan las semillas seleccionadas y a la izquierda el material identificado.



**Figura 21:** Diferencias notables de desarrollo y germinación entre tratamientos con diferente categoría de semilla: identificada (izquierda) y seleccionada (derecha).

#### **4.2.2.2. Influencia del periodo de estratificación en la germinación en semillero.**

Al igual que en el apartado 4.1.3., se puede observar que en el periodo de germinación y nascencia, las semillas sembradas en los jiffies que habían sido sometidas a un periodo de estratificación de unos 60 días germinaron en mayor proporción que las que se mantuvieron 30 días en la cámara de frío (Figura 22).



**Figura 22:** Diferencias en % germinación relativas al periodo de estratificación.

El porcentaje medio registrado por los tratamientos de 2 meses de estratificación en frío, es notablemente mayor que el que presenta la media de tratamientos realizados con un mes de estratificación. Para este ensayo, el periodo más largo de pre-tratamiento, ha generado mejores resultados que un periodo más corto. En la bibliografía revisada se observan datos contrapuestos sobre el período de estratificación (Herrero et al, 2001), ya que en estratificación fría funciona mejor un periodo corto y en caliente, sin embargo funciona mejor el periodo largo. Estas diferencias entre los ensayos pueden deberse a las diferencias climáticas de las dos regiones, entre otros factores.

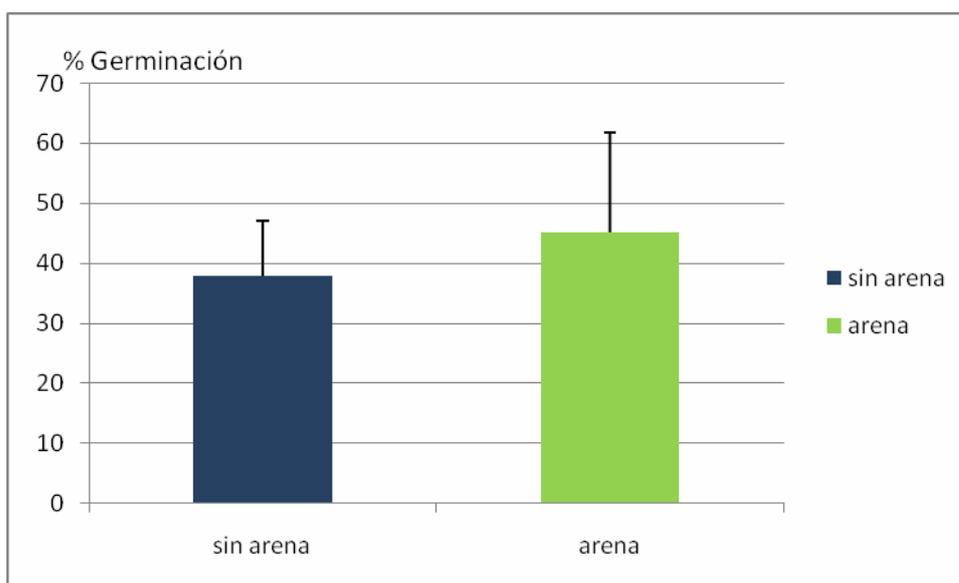
Como se mencionaba en anteriores párrafos, existen zonas en que la semilla *de Fagus sylvatica* no presenta latencia, zonas más cálidas donde el hayuco germina al de poco de caer con la única necesidad de agua para su germinación. Esta correlación entre hábitat y germinación está demostrado que aparece en otras especies de áreas atemperadas (Herrero et al.2001), y puede decirse que es el factor más importante a la hora de la elección de los métodos pre-germinativos recomendados por la I.S.T.A..

Finalmente, se demuestra que en las condiciones climáticas de esta región la estratificación en fría funciona en la rotura de la latencia, y para este ensayo, su aumento en duración ha sido proporcional al aumento en porcentaje de germinación.

#### **4.2.2.3. Influencia del sustrato de estratificación en la germinación en semillero.**

En cuanto al sustrato de estratificación, se observa, al igual que al analizar la germinación antes de la siembra, que las semillas estratificadas en arena presentan mejor porcentaje de germinación en todos los casos (Figura 23).

Sin embargo, la arena es un sustrato de estratificación recomendado por la I.S.T.A. y se puede decir que en este ensayo los resultados son favorables al uso de sustrato..



**Figura 23:** diferencias entre tratamientos con diferente sustrato de estratificación.

En este caso, el factor sustrato no presenta diferencias notables en cuanto a la germinación en los semilleros de jiffies. Cabe suponer, que en el pre-tratamiento la arena aumentaría la cantidad de humedad en la bandeja, favoreciendo a la rotura de la latencia, (Ver 4.1.1.), y su posterior germinación, de ahí los resultados obtenidos.

La media de tratamientos con arena presenta un 45% de germinación, con el 38% para tratamientos sin sustrato en el tratamiento pre-germinativo.

### **4.3. Influencia de las diferentes variables en el desarrollo de la planta.**

En este último bloque se analizan los datos recabados tras el trasplante definitivo a suelo de las plantas desarrolladas en los jiffies. El parámetro medido para poder analizar el desarrollo en esta última etapa del ensayo ha sido la altura de las plantas.

Las plantas se midieron desde la base del tallo hasta la última yema. También se tomaron datos de supervivencia, anotando el número de plantas vivas en cada uno de los tratamientos.

En la siguiente tabla (Tabla 3) se pueden observar los porcentajes finales de supervivencia y la altura media de las plantas de cada tratamiento. Estos datos corresponden al último conteo realizado en el ensayo, concretamente se realizó el 08/08/2010 en campo.

**Tabla 3:** Datos finales de altura media y porcentaje de supervivencia de las plantas de haya en jiffies.

08/08/2010	P.TRASP	BAJAS	% SUPERVIVENCIA	ALTURA MEDIA (cm)
T1	30	2	83,33	10,82
T1'	20	7	65	7,75
T2	47	4	91,5	8,05
T2'	26	5	80,8	9,63
T3	24	9	62,5	6,5
T3'	0	0	0	0
T4	32	9	71,9	7,42
T4'	7	2	71,4	5,63
T5	0	0	0	0
T5'	0	0	0	0

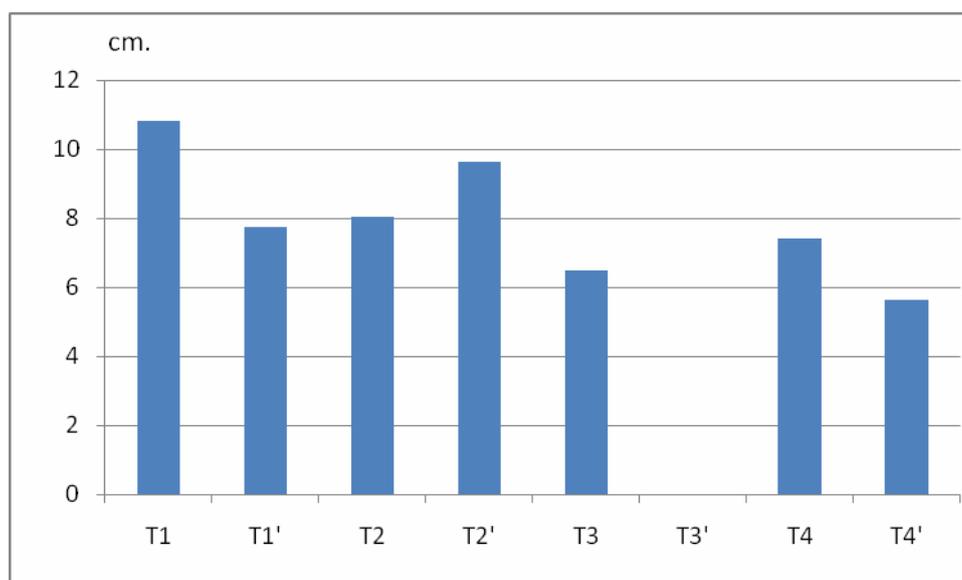
La supervivencia final media fue del 75.2 %. En la tabla anterior (Tabla 3), donde se observan los porcentajes de plantas que sobrevivieron hasta el final del ensayo, se puede apreciar que el porcentaje fue elevado en todos los tratamientos, lo que demuestra que en general, la mayoría de plantas trasplantadas sobrevivieron y se desarrollaron correctamente.

En los tratamientos testigos (T5 y T5') y el T3' ninguna semilla llegó a germinar, por lo tanto no se presentan datos de supervivencia.

### **4.3.1. Altura final de las plantas.**

Respecto a la altura de las plantas, resaltar la relativa homogeneidad respecto al tamaño de las plantas de los diferentes tratamientos que se desarrollaron hasta este punto.

Cabe señalar también que la altura no es el parámetro más representativo del desarrollo de esta especie ya que no se ha tomado en cuenta el desarrollo de yemas axilares ni el número de hojas.



**Figura 24:** Diferencias de altura entre tratamientos.

Como se aprecia en la gráfica anterior (Figura 24), se observa una diferencia de altura media en los primeros cuatro tratamientos (T1', T1, T2', T2), respecto de los restantes, prácticamente su media se sitúa por encima de los 8 cm en todos ellos.

Coincide que estos cuatro tratamientos son los cuatro que mantuvieron un periodo de estratificación fría de 2 meses, frente a los demás que estuvieron 1 mes.

Puede decirse pues, que un periodo de estratificación largo, siempre y cuando no se afecte a la viabilidad de la semilla, manteniendo los valores de temperatura y humedad recomendados para no perder viabilidad, afecta de manera positiva en el desarrollo posterior de la planta de haya en campo.

# **5.CONCLUSIONES.**

## **5. CONCLUSIONES**

- 1.** Se ha demostrado que la semilla de categoría seleccionada resulta mejor que la identificada para todos las variables estudiadas, pudiéndose afirmar que la categoría de la semilla de haya influye notablemente en los procesos de germinación y nascencia.
- 2.** Períodos largos de estratificación fría (dos meses) resultan ser más efectivos para la rotura de la latencia en semillas de haya que períodos más cortos de sólo un mes.
- 3.** Los mejores condiciones para la estratificación se han conseguido utilizando arena como sustrato de estratificación.
- 4.** El mejor sustrato para el semillero ha sido la turba prensada, consiguiéndose un mejor desarrollo de las plántulas y una mayor supervivencia que realizando la siembra en el propio suelo del vivero.
- 5.** Finalmente, se propone el siguiente método pregerminativo para romper la dormición de las semillas de haya, promover su germinación y el posterior desarrollo vegetativo: 2 meses de estratificación fría, utilizando arena como sustrato de estratificación, seguido de una siembra en semilleros de turba prensada antes del trasplante definitivo a suelo.

# 6. BIBLIOGRAFÍA.

## **6.BIBLIOGRAFIA.**

- SUSZKA, B; MULLER, C. y BONNET-MASIMBERT, M. (1994). *Graines des feuillus forestiers*. Ed. INRA, Paris. pags 175-193.

-WILLAN, R.L. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. FAO.

- DURAN, J.M y DEL HIERRO,J... *La viabilidad de las semillas y su estimación en condiciones de laboratorio*.

-F. PÉREZ GARCÍA,J. M. PITA VILLAMIL. (1999). *Dormición de semillas*. Hojas divulgadoras.

- ISTA. (2010). *Rules. Proceedings of The International Seed Testing Association*. Seed Science and Technology.Edition.

- AGÚNDEZ LEAL, D.; MARTÍN ALBERTOS, S.; DE MIGUEL Y DEL ÁNGEL, J.; GALERA PERAL, R.M.; JIMENÉZ SANCHO, M.P. y DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M. (1995). *Las regiones de procedencia de Fagus sylvatica L. en España*. Ed. ICONA, Madrid, pags 1-51.

- ALIA MIRANDA, R ;ALBA MONFORT,N.; AGUNDEZ LEAL,D.; y IGLESIAS SAUCE,S. (2009)*Regiones de especies forestales en España*.Ed: ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.

- HERRERO SIERRA,N.; BENIUTO MATIAS,L.F.;; CARRASCO MANZANO,I.; PEÑUELAS RUBIRA,J.L.;(2001) - *Nuevos pretratamientos para la germinación de Fagus sylvatica L*. Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo. Guadalajara.

- CATALAN BACHILLER,G;(1999) .*Semillas de árboles y arbustos forestales*. Editorial Icona. Madrid.

-LOPEZ GONZALEZ,G.;. (2004). *Guía de árboles y arbustos de la Peninsula y Baleares*. Editorial Mundi Prensa

- RODRIGEZ GUITIAN,M.A.; FERREIRO DA COSTA,J.;(1994) .*Primeros datos sobre la variabilidad interanual de la producción de semilla de Fagus sylvatica L en el extremo occidental de Cornisa Cantábrica.* -LUGO.
  
- AGUIRRE, J. L.; BARTOLOMÉ, C.; ÁLVAREZ JIMÉNEZ, J. Y PEINADO, M.; (1991). *Mortalidad de plántulas de haya (Fagus sylvatica L.) durante los meses de verano en el Sistema Central* . Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.
  
- BASKIN, C.C. y BASKIN, J.M.. (1998). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Ed: Academic Press, Londres . 1-666.
  
- HARTMANN, H.T y KESTER,D.E,(1998).*Propagación de plantas*. Ed. Continental.

Páginas web consultadas:

[www.euskalmet.com](http://www.euskalmet.com)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

[www.mma.es](http://www.mma.es)

[www.ejgv.euskadi.net](http://www.ejgv.euskadi.net)

[www.conafor.gob](http://www.conafor.gob)

[www.google.es](http://www.google.es)

[www.meteonavarra.es](http://www.meteonavarra.es)

[www.unavarra.es](http://www.unavarra.es)

[www.hort.uconn](http://www.hort.uconn)

[www.tinet.cat](http://www.tinet.cat)

[www.infojardin.com](http://www.infojardin.com)

# 7.ANEJOS.

## 7.1. ANEJO 1.

Ficha técnica con los datos generales del material vegetal y mapa del rodal semillero .

### REGISTRO NACIONAL DE MATERIALES DE BASE PAÍS VASCO 2005

ORG COMPETENTE	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Gobierno Vasco.			
CATEGORÍA	Seleccionado			
TIPO DE MATERIAL	Rodal semillero			
PERMANENCIA	Permanente			
OBJETIVO	Producción de madera			
AUTENTICIDAD	Autóctono			
ESPECIE	<i>Fagus sylvatica</i>			
REGIÓN PROCEDENCIA	Aralar, Urbasa, Entzia			
CÓDIGO	RS-071/08/007			
NOMBRE	Parzonería de Gipuzkoa-Alava			
PROVINCIA	Gipuzkoa			
MUNICIPIO	ALTZANIA			
MONTE	Parzonería de Gipuzkoa y Alava, MUP nº 13			
IDENTIFICACIÓN	POLIGONO	001	PARCELA	00016
NºUTILIDAD PUBLICA				
PELENCO				
HOJA 1/50.000	113 y139			
LONGITUD	2º 16' 50"			
LATITUD	42º 54' 33"			
XUTM	558730,000			
YUTM	4751050,000			
USO	30			
ALTITUD	950,000			
SUPERFICIE(HA)	26			
PROPIEDAD	Supramunicipal			
NOMBRE PROPIETARIO	Ayuntamiento de Segura y otros			
DIRECCIÓN PROPIETARIO	Lardizabal,5.			
TLF PROPIETARIO	943801006			
OBSERVACIONES				
INST GESTION	Diputación foral de Gipuzkoa. Servicio de Montes.			
ORG AUTORIZACIO	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Centro de Arkaute. Aptdo. 46 - 01080 Vitoria-Gasteiz			
ORG CONTROL	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Centro de Arkaute. Aptdo. 46 - 01080 Vitoria-Gasteiz			

RS-071-08-007

1:10.000



**7.2.ANEJO 2.** Ficha técnica con los datos generales de la fuente semillero de Opakua, con su correspondiente mapa.

**REGISTRO NACIONAL DE MATERIALES DE BASE  
PAÍS VASCO 2009**

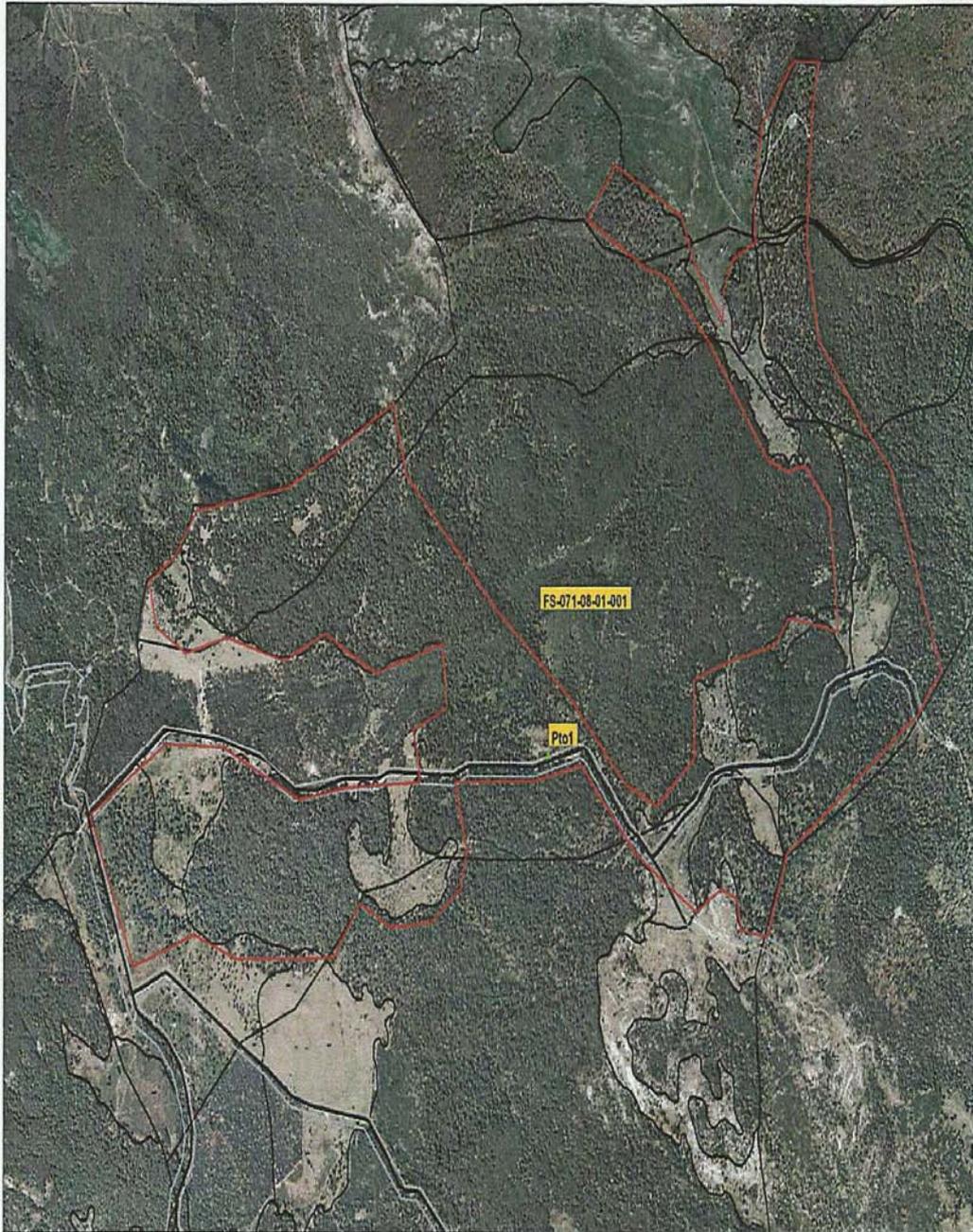
<b>ORG COMPETENTE</b>	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Gobierno Vasco		
<b>CATEGORÍA</b>	Identificado		
<b>TIPO DE MATERIAL</b>	Fuente semillera		
<b>PERMANENCIA</b>	Permanente		
<b>OBJETIVO</b>	Producción de madera		
<b>AUTENTICIDAD</b>	Autóctono		
<b>ESPECIE</b>	<i>Fagus sylvatica</i>		
<b>REGIÓN PROCEDENCIA</b>	Aralar, Urbasa, Entzia		
<b>CÓDIGO</b>	FS-71/08/01/001		
<b>NOMBRE</b>	Parzonería de Entzia		
<b>PROVINCIA</b>	Alava		
<b>MUNICIPIO</b>	ENTZIA		
<b>MONTE</b>	MUP 609		
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>POLIGONO</b>	001	<b>PARCELA</b> 00001
<b>NºUTILIDAD PUBLICA</b>			
<b>NºELENCO</b>			
<b>HOJA 1/50.000</b>	139		
<b>LONGITUD</b>	2º 17' 18"		
<b>LATITUD</b>	42º 49' 7"		
<b>X UTM</b>	558180,000		
<b>Y UTM</b>	4740988,000		
<b>HUSO</b>	30		
<b>ALTITUD</b>	950,000		
<b>SUPERFICIE(HA)</b>	766		
<b>PROPIEDAD</b>	Supramunicipal		
<b>NOMBRE PROPIETARIO</b>	Parzonería de Entzia		
<b>DIRECCIÓN PROPIETARIO</b>	Zapatari, 15. Salvatierra		
<b>TLF PROPIETARIO</b>	945300155		
<b>OBSERVACIONES</b>			
<b>INST GESTION</b>	Diputación foral de Alava. Servicio de Montes.		
<b>ORG AUTORIZACIO</b>	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Centro de Arkaute. Apto. 46 - 01080 Vitoria-Gasteiz		
<b>ORG CONTROL</b>	Servicio de Semillas y Plantas de Vivero. Centro de Arkaute. Apto. 46 - 01080 Vitoria-Gasteiz		

miércoles, 27 de octubre de 2010

# FAGUS SYLVATICA (FS-071-08-01-001)

## PARZONERIA DE ENTZIA

561414.100  
4744253.104



554029.174  
4720115.184

1:34.000



