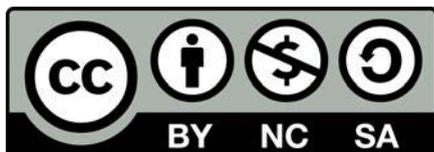


_Manual de buenas prácticas para proyectos de restauración de Quercus en ambientes mediterráneos



Semillistas a.c.

octubre 2024



Manual de buenas prácticas para proyectos de restauración de Quercus en ambientes mediterráneos © 2024 by Asociación Semillistas is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Financiado por:



ÍNDICE

Presentación.....	3
Necesidad de este manual.....	3
Estructura del manual.....	4
A quién va dirigido.....	5
CAPÍTULO 1 - EL PROYECTO.....	7
1.1. Diseño y planificación del proyecto.....	8
1.2. Búsqueda de tierras y propiedad.....	9
1.3. Legislación.....	10
1.4. Permisos: propietarios y medio ambiente.....	11
1.5. Equipo. Profesionalización y voluntariado.....	13
1.6. Implicación de la comunidad.....	14
1.7. Actividades de sensibilización asociadas.....	15
1.8. Salud humana y salud de la Tierra.....	16
1.9. Difusión.....	17
1.10. Colaboraciones.....	17
1.11. Búsqueda de fondos.....	18
CAPÍTULO 2 - LA BELLOTA.....	20
2.1. Germinación de semillas ortodoxas.....	21
2.2. El contenido de humedad en las bellotas.....	25
2.3. Almacenamiento óptimo de bellotas.....	28
2.4. Hidratación de las bellotas almacenadas.....	32
2.5. Germinación de bellotas en campo.....	35
2.6. Emergencia de bellotas en campo.....	36
2.7. Germinación de bellotas en laboratorio.....	37
2.8. Crecimiento de la raíz.....	38
2.9. Tratamientos pregerminativos.....	38
2.10. La fecha de siembra.....	40
2.11. Obtención rápida del peso seco de una muestra de bellotas con horno microondas.....	41
2.12. Cálculo del contenido de humedad en semillas.....	42
2.13. La medición de %mcfw de las bellotas.....	43
2.14. Elección de la báscula.....	45
2.15. Elección del micrositio de siembra.....	46
2.16. Predación por ratones y jabalís.....	48
2.17. Pequeña introducción al uso de microorganismos en la restauración forestal.....	52
2.18. Estudios de siembra directa y plantación de Quercus.....	53
2.19. %mcfw bellotas en la cosecha.....	57
2.20. Imágenes del interior de las bellotas.....	63
2.21. Imágenes sobre predación.....	69
2.22. Bibliografía.....	73
Contacto.....	76

Presentación

Semillistas somos una asociación sin ánimo de lucro, ubicada en la Alpujarra (Granada), que desde 2018 se dedica a la restauración forestal utilizando métodos de siembra de semillas, en vez de la tradicional plantación de árboles. En nuestro quehacer van de la mano el cuidado de la salud humana con el de la comunidad rural en la que habitamos. La participación social a través del voluntariado y la sensibilización, con charlas y talleres, son también parte de nuestra acción regenerativa.

Nuestra organización afronta sus objetivos, así como su funcionamiento interno, apoyándose en 4 pilares que definen nuestra manera de entender la sociedad, la naturaleza y nuestra relación con ella.

- Cuidamos de nuestra tierra: Frenamos la desertificación y el cambio climático, con reforestación y regeneración de tierras erosionadas por incendios y por la acción humana. Promovemos la biodiversidad.
- Cuidamos de nuestra salud: Promovemos la salud física y mental de la población local, ya que es indisoluble de la salud medioambiental. Implementamos mecanismos internos que promueven la salud en el trabajo y en las relaciones laborales.
- Cuidamos de nuestra comunidad rural: Creamos nuevas oportunidades económicas en el enriquecimiento y cuidado de nuestro patrimonio natural, de forma sostenible y respetuosa. Promovemos una sociedad participativa y resiliente. Educamos para la valoración y conservación del patrimonio natural, fomentando la custodia del territorio y su reapropiación.
- Cuidamos de nuestros saberes: Publicamos los resultados de nuestras investigaciones y desarrollos de forma libre y sin ánimo de lucro. Sin patentes ni derechos de autor.

Para más información del trabajo realizado por Semillistas en estos años podéis consultar las memorias de actividades disponibles en la sección de Descargas¹ de nuestra web.

Necesidad de este manual

La creación de este manual está motivado por la necesidad de tomar acción frente al estado de degradación de nuestros bosques y nuestra tierra, y todas las consecuencias que esto tiene sobre la vida. Son varias las problemáticas que nos llevan a actuar para apoyar la regeneración natural de la tierra y el aumento de la biodiversidad, entre ellos: incendios, avance de la desertificación, degradación por acción humana, pérdida de biodiversidad...

La restauración forestal lleva más de un siglo ejecutándose en todo el mundo a base de técnicas de trasplante de plantas criadas en vivero. En Semillistas llevamos 5 años dedicados a la construcción de

¹ <https://www.semillistas.es/descargas/>

una metodología que permita realizar las restauraciones utilizando semillas directamente. Los motivos que nos llevan a querer cambiar la manera de afrontar la restauración forestal se deben a los problemas asociados a las prácticas de trasplante en climas semiáridos: necesidad de riegos estivales, encarecimiento de los proyectos, impacto del ecosistema a restaurar, imposibilidad de gran escala, etc. Además de estos motivos, tenemos fe en un principio: “la mejor acción en restauración es la que imita los procesos de regeneración natural” (M. Fukuoka). El primer paso para imitar la naturaleza es dejar que la raíz de una planta se desarrolle naturalmente, sin los impedimentos de un contenedor, algo indispensable en un clima tan seco como el mediterráneo.

Por otro lado, las pequeñas asociaciones que en cada pueblo hacen su trabajo de restauración están muy limitadas por la técnica del trasplante, ya que el número de árboles que son capaces de gestionar (en referencia al esfuerzo de los riegos estivales) es muy pequeño. Sin embargo, con un sistema de siembra directa exitosa, las pequeñas asociaciones podrían multiplicar el alcance de sus acciones. Pensamos que hay una brecha, un nicho de mercado si se prefiere, en el que se puede profesionalizar la restauración ecológica y, en el ámbito rural, las personas que sí aman sus montes, pueden vivir económicamente de la restauración agroforestal. Este manual, y el proyecto SeedToSeed (S2S) de Semillistas, se dirigen hacia la recuperación de la soberanía de nuestra tierra, que históricamente nos ha llegado delegada a las administraciones y/o grandes empresas. Nos parece esencial que, en cada pueblo de todo el mundo, exista una entidad 100% local que sepa cosechar y sembrar sus propias semillas para restauración/conservación de bosques y pastos.

El camino de Semillistas para hacer posible la siembra forestal se ha basado en buscar soluciones para los cuellos de botella, que en el pasado, hicieron del método de plantación la técnica predilecta en la reforestación. Estos cuellos de botella son: bajas y/o incontrolables tasas de germinación y alta predación de semillas. La solución la encontramos al explorar el conocimiento en biotecnología de semillas. Esto ha implicado ordenar un conocimiento disperso, o incluso inaccesible (secretos industriales), sobre el uso de semillas.

En el presente manual se expone una metodología para ayudar a los proyectos de restauración mediterráneos a encontrar soluciones para hacer posible la siembra directa de bellotas con garantías y éxito. Mejorar las semillas ortodoxas requiere una implicación mayor de una organización y estamos construyendo otro tipo de propuestas (proyecto S2S) para que las pequeñas entidades puedan acceder a esta tecnología.

En último lugar, aportamos nuestra experiencia en una serie de aspectos que consideramos imprescindibles para la realización de un proyecto de restauración ecosocial por parte de pequeñas y medianas organizaciones.

Estructura del manual

Este manual se estructura en dos capítulos independientes y una serie de puntos introductorios y concluyentes.

En el CAPÍTULO 1 - EL PROYECTO, pretendemos enumerar y definir diversos aspectos que consideramos importantes a la hora de iniciar un proyecto colectivo satisfactoriamente, y más en concreto un proyecto de restauración ecológica integral.

En el CAPÍTULO 2 - LA BELLOTA, profundizamos en la comprensión profunda de las semillas del género Quercus para poder usarlas en un proyecto de restauración forestal por siembra directa.

Dada la naturaleza cambiante e incompleta del conocimiento que intentamos plasmar aquí, hemos optado por reducir la cantidad de texto que compone cada punto, y ampliar información mediante hipervínculos que aportaran información actualizable en el tiempo.

A quién va dirigido

Este manual va dirigido a personas y/o organizaciones que tengan algún tipo de experiencia en la siembra de bellotas. Existen una serie de manuales en España que exploran muy bien diversos aspectos de la siembra directa. Las guías que nos parecen imprescindibles son la Guía Bellotera de Reforest-Acción², la Guía Práctica del IFAPA³, los manuales de ARBA⁴, la Guía Rápida de J. Castro (UGR)⁵ y las Técnicas de Reforestación de Montoya⁶. Todas estas guías están disponibles para descargar en internet. Por otro lado, respecto al emprendimiento de proyectos de reforestación, lo que ofrecemos en este manual puede complementarse con una reciente publicación de WWF⁷.

El CAPÍTULO 1 ofrece una guía/estructura para aquellas personas y grupos que quieren emprender una actividad de reforestación pero no saben cuales son los pasos a dar, cual es el orden y aspectos importantes a tener en cuenta, para que la actividad o proyecto pueda desarrollarse de forma exitosa. Resulta común encontrar grupos con buenas ideas y gran motivación pero que no saben cuales son los pasos a dar, administrativa y operativamente, o que carecen de conocimientos para planificar y diseñar una acción o proyecto, o que ignoran aspectos importantes para la buena realización de las actividad/proyecto.

Este ha sido elaborado desde nuestros conocimientos y experiencias propias; así que no pretende ser un modelo rígido a copiar, sino una guía en este camino, que puede y tiene que ser adaptada a las condiciones de cada grupo. También somos conscientes de que los proyectos, así como nuestra

² <https://lagranbellotadaiberica.org/>

³ <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/7c258946-6e55-4f46-b92f-0d482607a9b0/download>

⁴ <https://arba-s.org/para-leer/#manuales>

⁵ https://ecologia.ugr.es/sites/dpto/ecologia/public/inline-files/Guia_rapida_para_bellotadas.pdf

⁶ https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1995_07-08.pdf

⁷ <https://www.google.com/url?q=https://www.wwf.es/?59941/Estandares-para-la-certificacion-de-proyectos-de-restauracion-de-ecosistemas-forestales&sa=D&source=docs&ust=1728032783424784&uag=AOVvaw1nzC2-3Zx1mDciUAelGH1a>

realidad están en constante cambio y desarrollo, por lo que consideramos estas informaciones válidas a día de hoy, pero puede ser que en el futuro haya puntos que tengan que ser modificadas.

Este capítulo nace de un deseo de facilitar el camino a otras personas y organizaciones, que no tengan que reinventar la rueda; de acompañar en este camino común de regenerar la tierra cuidando también a las personas implicadas, el cómo lo hacemos.

Queremos compartir lo que consideramos buenas prácticas para un buen desarrollo de proyectos y acciones, en el que todas las personas y organizaciones involucradas se sientan realizadas y que ganen y crecen junto con sus proyectos de regeneración.

El CAPÍTULO 2 del presente manual pretende profundizar en algunos aspectos que las guías citadas anteriormente dejan fuera, por lo que sólo tendrá sentido para aquellas personas que tengan experiencias belloterías y que tengan la sensación de que todavía algo se les escapa en cuanto a la comprensión del tránsito entre “la bellota en el árbol” y “la encina establecida”.

El aspecto fundamental del CAPÍTULO 2 es la comprensión de la influencia del contenido de humedad de las bellotas en el almacenamiento y en la fisiología de la germinación. Bajo la luz de este concepto, podremos entender mejor qué errores cometimos en el pasado y cómo adaptar nuestras dinámicas de trabajo con las bellotas en la situación particular de cada ecosistema y en cada año del futuro.

Para poder profundizar en este aspecto del contenido de humedad se requiere unos conocimientos básicos de matemáticas: saber observar una gráfica (eje x - eje y), utilizar fórmulas, despejar ecuaciones sencillas de grado 1, cálculo de porcentajes, etc. Además se requieren unos conocimientos básicos en restauración ecológica y sus conceptos asociados: diversidad genética, germinación, establecimiento, hábitats, tipos de suelo, etc. Es por esto que recomendamos este manual para personas u organizaciones que ya tengan un recorrido en la siembra de bellotas y que este conocimiento les pueda servir para afinar el trabajo que ya hacen. Si una persona tiene buena capacidad conceptual, pero no tiene mucha experiencia en siembra de bellotas, se recomienda primero empaparse bien de los manuales ya existentes, para luego ponerle la puntilla final con este manual.

No pretendemos decir que en Semillistas tengamos todas las cuestiones aclaradas, pero las tenemos lo suficientemente resueltas como para aportar una metodología que garantice el éxito de nuestras siembras. Cada año, cada vez que las bellotas empiezan a madurar, nos damos cuenta de aspectos que nos eran invisibles hasta entonces, en el infinito juego de buscar regularidades en la naturaleza que podamos utilizar de forma práctica en nuestras tareas de regeneración.

Aunque este manual sugiere una serie de “recetas” óptimas que se pueden seguir para el uso con las bellotas, es más importante comprender el conocimiento sobre la fisiología de la germinación de las bellotas, para poder adaptar las decisiones que cada año tomamos desde que empezamos a cosechar hasta que acabamos de sembrar. No hay que olvidar que la naturaleza es un sistema complejo, que cada año es diferente. Sólo la comprensión, la observación y el aprendizaje continuo puede garantizar una actividad de regeneración exitosa y permanente.

CAPÍTULO 1 - EL PROYECTO

Patricia Cañas Ríos. Directora del proyecto SiembraBosques

1.1. Diseño y planificación del proyecto

Existen muchas metodologías para el diseño y planificación de proyectos, pero en esta guía no vamos a nombrarlas todas ni a profundizar en ninguna de ellas. En lugar de ello, haremos una presentación de las dos con las que trabajamos y expondremos los puntos básicos que tienen en común y otros que consideramos importantes.

- **Enfoque de Marco Lógico EML** - es una herramienta analítica, desarrollada en 1969, para la planificación de proyectos orientada al cumplimiento de objetivos. Es utilizado con frecuencia por organismos de cooperación internacional, y muy útil a la hora de escribir proyectos para subvenciones para entidades públicas o privadas.
- **Dragon Dreaming Diseño de proyectos colectivos**⁸ - Un proceso de diseño sistémico, una filosofía y un marco metodológico para la realización de proyectos, organizaciones y plataformas colaborativos y regenerativos.

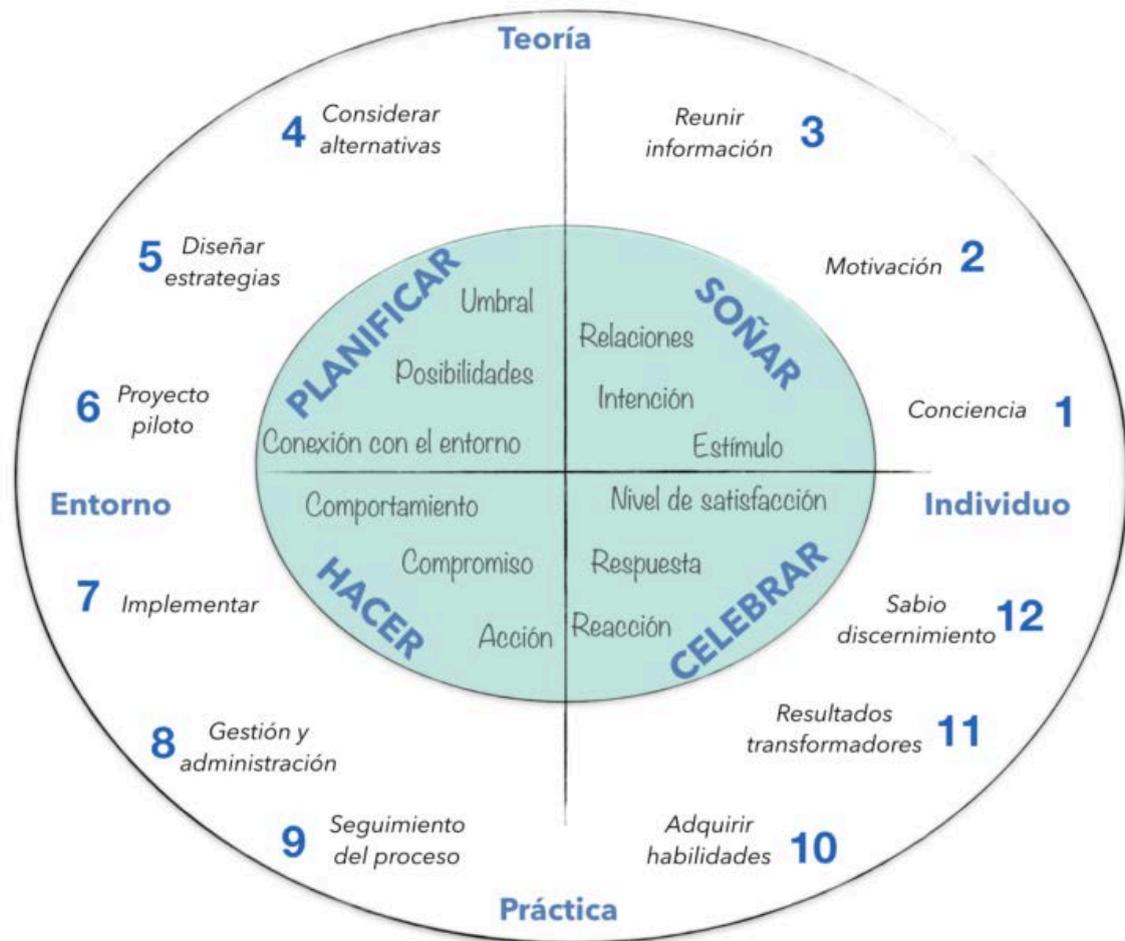
En EML desarrollan los siguientes puntos para plantear el proyecto:

- el **objetivo general**;
- los **objetivos específicos**;
- los **resultados esperados**;
- las **actividades** necesarias para alcanzar dichos resultados;
- los **recursos necesarios** para desarrollar las actividades;
- las **limitantes externas** del programa o proyecto;
- los **indicadores** medibles y objetivos para evaluar el programa o proyecto; y,
- el **procedimiento** para determinar los indicadores.

En Dragon Dreaming, que tiene una perspectiva más global y transversal, sobre diversos aspectos del proyecto.

Para ello, nos ayudamos en 12 pasos para desarrollar divididos en 4 fases: Soñar, Planificar, Hacer y Celebrar.

⁸ <https://dragondreaming.org/>



En cada uno de estos se trabaja en diversos aspectos importantes, que nombramos a continuación:

- Creación de un equipo
- Definir objetivos general y específico - Objetivos SMART
- Definir y asignar actividades y tareas
- Presupuesto
- Gestión y administración
- Temporalización

1.2. Búsqueda de tierras y propiedad

Encontrar tierras adecuadas para un proyecto de restauración ecológica implica un conocimiento profundo del territorio que se habita. En primer lugar, es esencial definir claramente los objetivos del proyecto, como el tipo de ecosistema que se desea restaurar y su alcance. Luego, se debe realizar una investigación exhaustiva para identificar áreas potenciales, utilizando mapas, bases de datos ambientales y consultas con expertos en conservación local. La colaboración con organizaciones de conservación y autoridades gubernamentales puede proporcionar información valiosa sobre tierras disponibles y regulaciones ambientales.

Hay factores que repercutirán de forma importante en los gastos asociados al proyecto, como son la accesibilidad de las tierras, su orografía, la distancia a donde se ubica el centro de actividad, etc.

La propiedad de la tierra también es un factor importante, las actuaciones de regeneración y sus procesos requieren tiempo y por tanto es necesario contar con algunas seguridades para su preservación y que en el futuro no se revertirá el trabajo hecho con acciones en contra de la regeneración.

Así, las posibilidades que tenemos de propiedad de las tierras para realizar actuaciones pueden ser: compra de tierras por parte de la organización, acuerdos para tierras privadas y acuerdos para tierras públicas (propiedad de: ayuntamiento, una comunidad autónoma, el estado, una empresa pública, etc.)

En nuestro caso descartamos la compra de tierras, por carecer de fondos y también al existir numerosas tierras disponibles tanto públicas como privadas.

En Semillistas al inicio, comenzamos en tierras de personas conocidas, pequeñas actuaciones, con un simple acuerdo verbal.

Pasados unos años contactamos con un ayuntamiento sensible que poseía en propiedad la gran mayoría de Sierra Lujar. Con este se firmó un primer acuerdo de uso del terreno que se ha ido renovando anualmente.

En los últimos años en los que el proyecto es más conocido, hemos recibido numerosas ofertas de personas que quieren ofrecer sus terrenos privados para las actividades de reforestación. Al mismo tiempo hemos contactado con otros ayuntamientos, en colaboración con organizaciones, personas y agentes locales, para acordar convenios de colaboración en terrenos de monte de su propiedad.

1.3. Legislación

Iniciar un proyecto de restauración ecológica en suelo español requiere una comprensión sólida de la legislación ambiental vigente en el país. En España, la legislación en torno a la restauración y la conservación del medio ambiente es amplia y detallada. Uno de los aspectos fundamentales a considerar es la Ley de Montes, que establece las bases para la gestión sostenible de los recursos forestales y regula la plantación y reforestación de terrenos. Esta ley también establece la obligación de restaurar áreas degradadas y fomenta la reforestación como una medida esencial para combatir la erosión y mantener la biodiversidad.

Otro aspecto importante es la normativa de la Unión Europea, que tiene un impacto significativo en la legislación ambiental española. España debe cumplir con las directivas europeas relacionadas con la conservación de la naturaleza y la gestión de los espacios protegidos, como la Directiva de Hábitats y la Directiva de Aves. Estas directivas establecen la obligación de proteger y restaurar los ecosistemas naturales, lo que incluye la reforestación de áreas degradadas.

Además, es esencial considerar las regulaciones locales y autonómicas que pueden variar según la región de España en la que se lleve a cabo el proyecto de reforestación. Estas regulaciones pueden influir en aspectos como los permisos necesarios, las especies vegetales a utilizar y los plazos de ejecución. Por lo tanto, antes de iniciar un proyecto de reforestación en suelo español, es crucial consultar con las autoridades competentes: ayuntamiento, técnicos de medio ambiente, Consejería de Medio Ambiente, etc... y obtener la asesoría legal necesaria para garantizar el cumplimiento de todas las regulaciones ambientales aplicables.

En nuestra experiencia, la comunicación con la Delegación Territorial de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul en Granada, ha sido muy positiva. Aunque en ocasiones nos ha tomado tiempo para poder conectar con la persona correcta, por el volumen de trabajo que manejan, su colaboración y guía han sido de gran ayuda para el proyecto.

Por eso, os animamos a entablar relaciones colaborativas, hasta donde sea posible, con concejales, técnicos de ayuntamientos, personal de las Delegaciones territoriales de medio ambiente y de Consejerías autonómicas.

1.4. Permisos: propietarios y medio ambiente

Como mencionamos en el punto 2 una vez localizado un terreno y llegado a un acuerdo con la persona o ente propietario, hay que formalizar este acuerdo en papel, a modo de permiso, acuerdo, contrato o convenio.

Y después de este paso, antes de iniciar las actuaciones de reforestación, hay que solicitar un permiso a la autoridad competente en materia de medio ambiente. En nuestro caso, actualmente es la Delegación territorial de medio ambiente de Granada, ya que actuamos en esta provincia.

Permisos de propietarios.

Cuando queremos elaborar el permiso-convenio con una entidad con terreno público, como un ayuntamiento, hay que seguir ciertos pasos administrativos, se complejiza un poco más que con privados y toma más tiempo. Solo tenemos que ser conscientes de ello y estar preparados.

Así es como lo hemos hecho en Semillistas:

Una vez identificadas las tierras/ parcelas y acordado con el Ayuntamiento, se escribe el convenio incluyendo dichas parcelas. Adjuntamos un modelo de convenio ⁹para su descarga, que puede servir de guía.

Algunos detalles de utilidad sobre este:

- Los permisos con los que trabajamos en Semillistas son de acceso y utilización del terreno y no de cesión.
- Son por 1 o 2 años, renovables.

⁹ <https://www.semillistas.es/wp-content/uploads/2024/05/Modelo-convenio-aytos.pdf>

- En estos se especifica la protección de las zonas reforestadas por un mínimo de 15 años, ampliables, evitando los movimientos de tierra, construcciones o entrada de ganadería por ejemplo.
- En ocasiones, el Ayuntamiento o entidad necesita que le facilitemos todos los datos y detalles posibles para elaborar el convenio, o que se lo rellenemos nosotras y les presentemos el borrador que ellas puedan modificar.
- Una vez elaborado, este convenio tiene que ser presentado en una sesión del Pleno del Ayuntamiento y ser aprobado por éste.
- Todo esto puede tomar un tiempo, desde 6 meses hasta 1 año, por eso nuestra recomendación es comenzar estos procesos cuanto antes.
- Para realizar el permiso con una persona con terrenos privados es tan fácil como elaborar un documento de acuerdo (se puede tomar como modelo el de convenio con ayuntamiento) y ser firmado por ambas partes, propietario y organización. Aquí no existe tiempo máximo del acuerdo, y podemos hacerlo por 5 años, en lugar de 1 o 2 máximo renovables.

Permiso de Medio Ambiente

Una vez contamos con el permiso del propietario, tenemos que solicitar un permiso a la autoridad competente en materia de medio ambiente.

En Semillistas escribimos el Plan de Actuación y presentamos a Delegación Territorial de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul en Granada para su aprobación.

En cada caso, se tendrá que saber a qué autoridad pertenezca la jurisdicción del terreno que se vaya a reforestar. Si no se sabe, se puede preguntar a la Consejería de Medio Ambiente o a la Delegación provincial correspondiente.

Esta solicitud de permiso debe ir acompañada por una propuesta de memoria de actuación. En esta propuesta de memoria de actuación presentamos lo que queremos hacer, escribiendo los datos e informaciones necesarias, en los siguientes apartados:

0. Datos generales del proyecto y la organización
1. Descripción detallada de la superficie de actuación. En esta se adjunta descripciones de la zona o zonas de actuación.
 - a. Zona X:(nombre)
 - b. Descripción de la zona:
 - c. Superficie de la actuación:
 - d. Localización: (coordenadas)
 - e. Polígono/parcela:
 - f. Tipo de suelo:
 - g. Pendiente:
 - h. Altitud:
 - i. Especies leñosas dominantes:
 - j. Especies leñosas con poca representación
2. Descripción de los trabajos a realizar.
 - a. Describiremos también:

- b. Método a emplear
 - c. Especies a sembrar: número de plantas, lugar (si hay varias zonas), hectáreas
 - d. Densidad de siembra y marcos de plantación
 - e. Origen del material vegetal (de las semillas)
 - f. Medios materiales y humanos (para realizar la actuación)
3. Calendario de los trabajos.
 4. Forma de acceso hasta las zonas de trabajo.
 5. Medidas de prevención (para el terreno, de incendios, Plan de Riesgos Laborales...)
 6. Cartografía digital de las zonas de actuación

1.5. Equipo. Profesionalización y voluntariado

Las personas que dedican su tiempo a un proyecto son el motor de este. Sin ellas no hay proyecto. Este equipo puede estar formado por personas que actúan de forma voluntaria y /o por personal contratado.

Es primordial tener claros los objetivos del proyecto, las necesidades para alcanzar estos objetivos, y así también las necesidades a nivel de recursos humanos. De este modo se podrá valorar si el proyecto puede funcionar solo con el tiempo que ofrece el personal voluntario o si necesita personal contratado que dedique más tiempo y tal vez conocimientos o habilidades específicas.

En Semillistas sabíamos que para conseguir los objetivos que nos marcamos al inicio necesitaríamos la dedicación a tiempo completo de varias personas. Al mismo tiempo, al ser el inicio del proyecto aún no teníamos fondos, por lo cual todo el trabajo tenía que ser realizado de forma voluntaria, no remunerada, pero con dedicación profesional. Esto fue una inversión inicial del equipo promotor del proyecto, mientras trabajaba para conseguir fondos para poder pagar el trabajo profesional que se estaba haciendo de forma voluntaria no pagada.

Esta situación es común a muchos proyectos, asociaciones.

Si los objetivos que se desean conseguir son pequeños, tal vez con el tiempo y energía voluntarios será suficiente, pero si son grandes, creemos que no se puede dejar en manos del tiempo voluntario de las personas.

En Semillistas optamos por combinar profesionalización y voluntariado. Tenemos un equipo de personal contratado, para asegurarnos que las tareas importantes o que necesitan de unos conocimientos y habilidades específicas se realicen.

Y al mismo tiempo también contamos con la ayuda valiosísima de voluntariado en diferentes áreas:

- voluntariado con la comunidad local en las actividades de reforestación (que se combina con las actividades de sensibilización y cohesión comunitaria),
- colaboración voluntaria de expertas en el área de investigación,
- programas formales específicos de voluntariado como son los Cuerpos Europeos de Solidaridad CES.

En este punto queremos destacar la importancia que tienen para Semillistas, aspectos como son la calidad y el cuidado en las relaciones en el trabajo en equipo.

Algunas de las acciones que se hacen para ello son:

- Reuniones periódicas entre el equipo de gestión, iniciando con un espacio para compartir como esta cada una y necesidades.
- Reuniones periódicas con el equipo más amplio: para compartir información, transparencia, evaluar y compartir, celebrar, crear tejido relacional.
- Encuentro anual convivencial
- Apoyo mutuo en las tareas laborales
- Medidas para el cuidado del bienestar personal en el cumplimiento de objetivos, por ejemplo: salarios dignos por encima del mínimo, adaptación de la jornada a las necesidades personales (familia, salud, etc..)
- Incentivar el compromiso personal de cuidado de la salud (física y mental)
- Uso de herramientas para facilitar los procesos grupales, reuniones, tomas de decisiones, así como para evitar y resolver conflictos: sociocracia, Comunicación No violenta CNV, toma de decisiones por consenso, etc...

1.6. Implicación de la comunidad

Consideramos que la implicación de la comunidad local es imprescindible para el éxito del proyecto.

Comenzando por las personas fundadoras del proyecto o miembros muy cercanos. Es importante que en este grupo exista al menos un miembro que pertenezca a la comunidad local. Esto ayuda a generar confianza en la comunidad, aporta conocimientos sobre el territorio donde se va a actuar y abre muchas puertas a recursos, contactos y posibilidades.

Desde Semillistas trabajamos para promover la implicación de la comunidad local en el cuidado y custodia de su territorio de diversas maneras:

- con mayor compromiso, formando parte activa del proyecto de reforestación, implicando en su diseño, planificación, toma de decisiones, actuación...
- con menos compromiso, formando parte del proyecto pero solo en algunos de los aspectos como: actuación, o búsqueda de recursos...
- puntualmente, en actividades específicas y esporádicas.

Para ello hemos realizado diversos tipos de actividades: presentaciones públicas del proyecto con el apoyo del Ayto, colaboraciones con Plataformas de voluntariado, actividades de voluntariado, talleres y charlas gratuitas sobre temas de interés para la población local...

A través de estas queremos acercar el proyecto a la población local, con ánimo de integrar, abrirlo a su participación e implicación.

Encontramos esta labor realmente desafiante. Solo aquellas personas que ya estaban sensibilizadas con el tema de la generación y el cuidado de su territorio han tenido una mayor implicación en el proyecto.

En las jornadas puntuales de voluntariado la respuesta es variable, con jornadas de mucha participación y otras muy escasa. De 100 personas 4 repiten y se fidelizan y 1 o 2 deciden implicarse más en el proyecto.

Somos conscientes que es un trabajo que puede tomar muchos años, cultivar y ver crecer la implicación de la comunidad puede tomar tanto tiempo como sembrar un bosque y verlo crecer.

Otro asunto relevante en la comunidad local es identificar qué personas o grupos se pueden ver afectados por nuestras actuaciones, lo que se llaman “grupos de interés” o “stakeholders”. En nuestro caso en Sierra Lujar son los pastores y cazadores, creímos que también la actividad minera de la zona, pero finalmente no fue así. Dependiendo del entorno podrían ser otros, cada proyecto tendrá que identificar los suyos..

Es de vital importancia poder tener una comunicación y crear una buena relación con ellos en la medida de lo posible, de no ser así todo nuestro proyecto puede fracasar. además es importante llegar a acuerdos claros y apoyarse en los convenios firmados con los ayuntamientos, para hacerse respetar.

En Semillistas, cuando empieza la temporada de siembra, acordamos con los cazadores las zonas donde sembraremos y habrá actividades con voluntariado en fin de semana (cuando los cazadores cazan). Tenemos que informar y acordar los días y zonas donde realizaremos actividades para evitar riesgos para el voluntariado y nuestro equipo. Es una relación compleja y que requiere determinación y paciencia. Con los pastores no tenemos mucha experiencia ya que sólo quedan 2 en toda Sierra Lújar y con ambos la relación es cordial y comprenden y respetan el trabajo que se realiza, sin interferir con sus pastoreos.

1.7. Actividades de sensibilización asociadas

Para que se conozca y se entienda el trabajo que realizamos, así como la problemática que estamos tratando y su importancia, consideramos que las actividades de sensibilización de la población son muy importantes.

La respuesta a las actividades de sensibilización va a ser muy variable dependiendo de diversos factores: el público al que se dirige, la fecha y hora, el lugar donde se realiza, el contexto y el tipo de actividad, por nombrar algunos.

Teniendo en cuenta estos factores, en Semillistas hemos realizado diversos tipos de actividades que nombramos a continuación, por si pueden servir de inspiración:

- Presentaciones del proyecto con el apoyo de miembros del ayuntamiento
- Stands informativos dentro de otros eventos y festivales: Sulayr, Fest Reforesta..

- Charlas dentro de otros eventos: Fest Sulayr, Jornadas de lucha campesina, Curso ODS Universidad de Granada, Ecoencuentro de Almócita...
- Talleres infantiles y familiares dentro de otros eventos: Ambientfest, Sulayr...
- Charlas y talleres promovidos por la propia organización.

En nuestra experiencia hemos tenido una mayor participación cuando la actividad ha estado dentro de la programación de otro evento, a petición o en colaboración con otra organización, que cuando la actividad ha sido iniciativa unilateral de Semillistas.

1.8. Salud humana y salud de la Tierra

En Semillistas creemos que la salud humana y la salud de la tierra están profundamente interrelacionadas. Algo que las culturas ancestrales ya sabían y que refuerza la ciencia moderna con teoría de sistemas vivos entre otras. Por ello, aunque Semillistas es un proyecto enfocado a la regeneración de la tierra no queremos perder de vista el cuidado de la salud humana, sino integrarla, tanto como nos sea posible, en cada una de nuestras acciones. Este es uno de los rasgos distintivos de nuestro proyecto.

Consideramos desde el cambio de percepción sobre qué es salud humana, que implica y las diferentes formas de cuidarla y promoverla.

Algunas de las formas en las que estamos implementando este aspecto de la salud humana en nuestro proyecto son:

- Antes de las actividades de siembra con voluntariado, guiadas por una monitora, dedicamos 30 minutos a actividades de estiramiento, calentamiento y conciencia corporal. Una breve actividad de conexión con el entorno natural. Se dan instrucciones sobre cómo cuidar el cuerpo y evitar esfuerzos y lesiones durante la actividad de reforestación y se realizan pausas de descanso tantas como sean necesarias.
- A las personas voluntarias locales que han participado en 3 o más jornadas y a las voluntarias europeas del programa CES, se les ofrece un tratamiento de cuidado del cuerpo gratuito (quiromasaje, shiatsu, reflexología, osteopatía) a elegir de una bolsa de profesionales locales con las que Semillistas colabora.
- A los miembros del equipo de Semillistas también se les ofrecen los tratamientos mencionados anteriormente. A los que colaboran puntualmente una por temporada, a los que colaboran asiduamente y personal contratado, Semillistas les paga una sesión de cuidado de la salud mensual, con los terapeutas de la bolsa u otros con los que ya estén trabajando. Como mencionamos anteriormente, el compromiso personal de cuidado de la salud (física y mental) de los miembros del equipo de Semillistas es algo que se promueve y se desea, tanto como los valores ecológicos.
- Se realizan puntualmente, charlas y talleres gratuitos, dirigidos a la población en general, sobre aspectos de cuidado de la salud humana: shiatsu, respiración para la salud, etc...

Nos gustaría poder ampliar las acciones en este área, ya sea de cara al equipo como a la población local en general, para que no quede como algo anecdótico sino un aspecto de importancia bien integrado y reconocible en el proyecto.

1.9. Difusión

Este es un punto importante en cualquier actividad y proyecto que esté vinculada con la comunidad, la comunicación. Es importante, no solo para que el mundo conozca en proyecto, que es lo que hace, logros y necesidades.

La difusión, ya sea a nivel local o en línea, juega un papel esencial.

En Semillistas lo utilizamos para:

- invitar a los eventos de sensibilización que realizamos: charlas y talleres
- atraer a personas para las jornadas de reforestación de voluntariado
- dar a conocer los resultados de las actuaciones regenerativas
- publicar y compartir los resultados del desarrollo tecnológico
- crear redes de apoyo con otras entidades, grupos y personas
- pedir apoyo cuando tenemos una necesidad muy específica: votaciones para un premio, ayuda puntual para una acción muy concreta, etc...
- Crear comunidad involucrada para futuras campañas de captación de fondos.

1.10. Colaboraciones

Un proyecto de restauración ecológica es algo ilusionante y que despierta simpatías y ganas de colaborar en gran parte de la gente que vive y valora su territorio. Saber cómo buscar, canalizar y formalizar esas relaciones es importante, y puede resolver muchos cuellos de botella que no se pueden afrontar con dinero.

En Semillistas estamos contando con el apoyo y colaboración de diversas personas y entidades, en diferentes áreas y niveles. Estas van desde el nivel local al internacional. Algunas de ellas las hemos buscado para solicitar su colaboración, otras nos han buscado a Semillistas. Conforme el proyecto va cumpliendo años, va obteniendo resultados y se hace más conocido, resulta más fácil atraer la atención de colaboradores o pedir esa colaboración. Nombramos aquí algunas, solo para poder mostrar la variedad:

A nivel de actividades de restauración y sensibilización:

- Ayuntamientos, ya sea Concejalía de Medio Ambiente o Alcaldía.
- Algunos Técnicos de medioambiente de ayuntamientos
- Diversas asociaciones de reforestación y/o ecología locales - provinciales.
- Asociaciones de vecinos
- Organizaciones y fundaciones de reforestación a nivel nacional e internacional

- Festivales, jornadas, eventos organizados por: Ayuntamientos, Universidades, organizaciones o personas afines.

A nivel de investigación y académico:

- Departamento de Ecología de la Universidad de Granada
- Empresas y organizaciones de: reforestación, semillas, suelos....
- Profesionales de Programación y electrónica
- Profesionales de temas específicos: Holohomeopatía de ecosistemas, Científicos Forestales...
- Académicas de restauración forestal

A nivel de organización, administración, económico, etc..:

- Compañía de diseño de páginas web
- Negocios locales, empresas afines y/o cercanas a miembros del equipo.
- International Permaculture CoLab

1.11. Búsqueda de fondos

Arrancar un proyecto de restauración ecológica requiere esfuerzo humano y recursos. Es importante definir una estrategia de búsqueda de fondos, para recabar los recursos que el proyecto necesite, ya sea que sea sustentado por voluntariado o que quiera ser un proyecto que genere empleo para sostener la vida de la gente que lo hace posible.

Se precisa de una estabilidad mínima de ingresos para poder mantener el compromiso de las personas involucradas en el proyecto y por tanto que este se mantenga activo y medre.

Hoy en día la búsqueda de fondos se ha vuelto un trabajo casi profesional, y para proyectos que nacen del voluntariado como Semillistas, es un gran desafío el encontrar los recursos y fondos necesarios. Hasta el momento no hemos encontrado una fuente de financiación estable y estamos aún en la búsqueda de ella, también con la ayuda de profesionales, hasta donde nos sea posible.

Lo que sí hemos encontrado son algunas fuentes de financiación que nos han servido para crecer y desarrollarnos en estos primeros 5 años, y otras que hemos considerado pero no hemos desarrollado por diversos motivos. Aquí os las compartimos:

Subvenciones y premios

Existen muchísimos a diferentes niveles: local, provincial, nacional, europeo, internacional. Públicas y privadas. Las hay más sencillas y más complicadas. Existen páginas buscadoras de subvenciones,

como por ejemplo: Soluciones ONG¹⁰, Infoayudas¹¹, Plataforma del Voluntariado de Granada ¹²(cada provincia tiene una Plataforma), Grant Finder¹³, Funds for NGOs¹⁴

Donaciones indirectas a través de plataformas digitales

Para acceder a ellas hay que pasar un proceso de selección, crear el perfil en la plataforma y cumplir con los compromisos de monitoreo y visitas. Algunas de estas plataformas son: Tree-nation, Plant for the Planet, One Tree Planted...

Donaciones directas de particulares o empresas.

Se pueden emitir certificados de donación en caso de que el donante lo necesite, así como formalizar donaciones periódicas mediante herramientas como Patreon, Paypal, Teaming, etc.

Otras líneas de financiación

Además de estas existen **otras líneas de financiación**, que de momento no hemos optado por ellas:

- Campañas de Crowdfunding
- Donaciones de Grandes filántropos
- Cuotas de socios
- Mercados voluntarios de carbono
- Criptomoneda propia
- Ronda de financiación
- Oferta de servicios: Cursos formativos, servicios de reforestación, tratamiento de semillas...

¹⁰ <https://www.solucionesong.org/>

¹¹ <https://www.infoayudas.com/>

¹² https://enmarcacion.com/plataforma/?page_id=335

¹³ <https://www.grantfinder.co.uk/>

¹⁴ <https://www2.fundsforngos.org/>

CAPÍTULO 2 - LA BELLOTA

Daniel Calatayud Cabrera. Director del proyecto SeedLab

2.1. Germinación de semillas ortodoxas

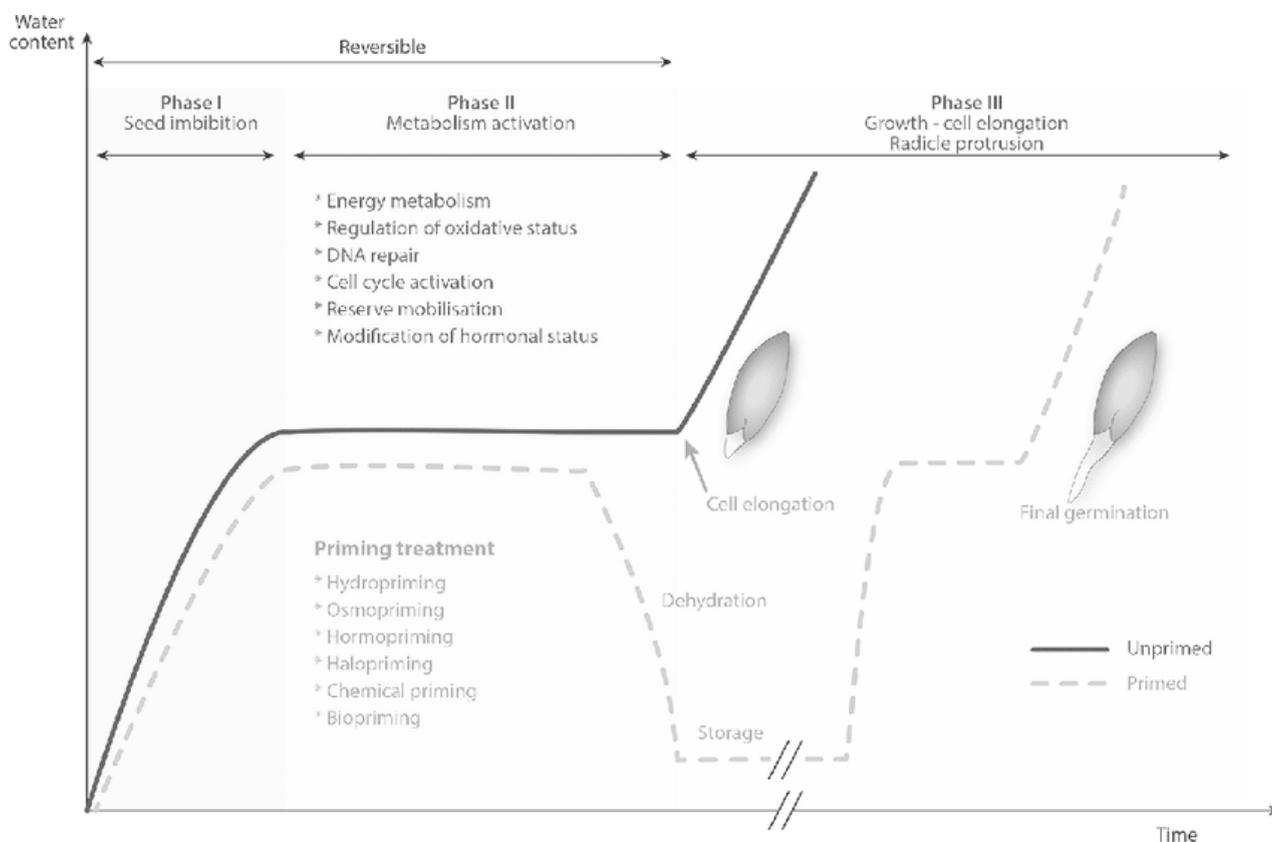


Gráfico 1. Fases de germinación

En general, las semillas se pueden clasificar en ortodoxas (pueden almacenarse secas), recalcitrantes (no pueden secarse para almacenamiento) y de comportamiento intermedio. Las semillas ortodoxas son las de nuestros huertos y la gran mayoría de nuestros árboles, arbustos y pastos. Las semillas de lentejas que tenemos en un tarro en la cocina están casi secas, pero respiran, están vivas. Tienen tolerancia a la desecación. Al madurar en la planta, las lentejas están cargadas de humedad y, tras completarse la maduración, se van secando hasta un contenido de humedad bajo (casi seco). En las semillas recalcitrantes (bellotas, castañas), el fin de la maduración de la semilla en el árbol también coincide con el máximo valor de humedad en la semilla, pero a medida que se seca, la bellota muere.

Antes de empezar a hablar de bellotas, vamos a situarnos en la comprensión básica de la germinación de semillas ortodoxas. Y aprovecharemos al mismo tiempo para introducir el concepto de contenido de humedad de las semillas.

Cuando una semilla de lenteja está almacenada y seca, tiene un pequeño porcentaje de humedad (la llamamos "seca" pero no está completamente seca). Si está bien almacenada, estará entre 5% y 10%mc (%moisture content-contenido de humedad). Esto significa que de cada 100 g de semillas hay 5-10 g de agua (más adelante lo definiremos mejor). Si esa lenteja "seca" la sembramos en suelo

húmedo, la semilla empieza a absorber agua y su contenido de humedad aumentará (FI, Fase I, de imbibición). Tras unas 10 horas de imbibición, la lenteja no podrá absorber más agua y su contenido de humedad interno (%mc) se estabilizará. En esta fase de contenido de humedad estable (FII, Fase II), la semilla aumenta su metabolismo (respira más) y realiza tareas de reparación de ADN, movilización de nutrientes, ARN, descomposición de almidones en azúcares y de proteínas en aminoácidos, y un sin fin de detalles. Cuando la semilla de lenteja ha hecho todo lo que tiene programado genéticamente para prepararse para germinar, entonces descompone las grasas, el embrión se elonga, se rompe la cubierta de la semilla y vemos salir la punta de la raíz (FIII, Fase III). Al iniciarse la FIII, la semilla vuelve a absorber humedad rápidamente. El tiempo que dura la FI y la FII, y el %mc de la FII, son específicos de cada especie.

Lo que acabamos de describir es la germinación estándar de una semilla ortodoxa, la germinación “de un tirón”, es decir, desde el estado casi seco, la semilla absorbe humedad y no la pierde hasta la germinación. Un conocimiento que pasó inadvertido en la historia de la agricultura y que se conoce desde los años 70, es la posibilidad de volver a secar las semillas durante el proceso de germinación mientras se encuentran en FII. Las semillas, mientras no emitan radícula (FIII), pueden volverse a secar repetidas veces sin morir. Si empieza a elongarse la raíz y el suelo se seca, la semilla muere (existen excepciones). Es decir, si sembramos lentejas, las regamos y, antes de que germinen, se secan (p.e. por demasiada insolación), estas nuevas lentejas secas siguen vivas esperando el siguiente riego. Cuando se rieguen de nuevo, podrán germinar más rápido porque en el ciclo anterior de hidratación-deshidratación ya han realizado gran parte de los pasos necesarios para poder germinar. Este efecto se llama priming, y representa un conocimiento no popularizado con grandes beneficios en la agricultura.

En resumen, una semilla en estado deshidratado está viva, respira. Si llueve, la semilla se hidrata y avanza en su proceso germinativo. Si antes de alcanzar la FIII, se vuelve a secar, la semilla sigue viva, ya no es la misma que antes, está más cerca de la germinación. Cuando vuelva a hidratarse podrá germinar más rápido. Si mientras se desarrolla el proceso de germinación, alcanzara la FIII y se seca, la semilla muere.

Si miramos las semillas de un banco de semillas del bosque, cada una tendrá una historia sobre el número de veces y la duración de sus ciclos de hidratación-deshidratación. En función de esta historia, tendrá más o menos probabilidades de germinar en la siguiente lluvia. Así se genera una diversidad de estados fisiológicos en las semillas de una misma especie en el suelo, en una dinámica continua con cada lluvia. Hay semillas que están en la superficie y tras cada lluvia se secarán rápidamente (éstas necesitarán muchos ciclos de lluvias para llegar a la germinación). Otras estarán ligeramente enterradas y en cada lluvia avanzarán mucho en la FII antes de volverse a secar. Otras estarán más enterradas y, con la escasez de oxígeno, a pesar de tener humedad, no podrán respirar adecuadamente para avanzar en FII. Esta diversidad de estados, producto del micrositio donde caigan las semillas procedentes del mismo árbol madre, le da resiliencia al bosque. Las semillas del suelo del bosque, incluidas las que tienen latencia, no están en estado de reposo esperando el momento con las condiciones perfectas para germinar, están continuamente caminando hacia la germinación con cada lluvia.

Cuando se realiza la deshidratación de semillas que se encuentran en FII del proceso de germinación, además de obtener unas semillas secas nuevas (más cerca de la germinación), se activan en el ADN

de la planta mecanismos frente al estrés. Esto hace que en los años de escasas lluvias, las plantas procedentes de semillas imprimadas produzcan más que las no tratadas. En agricultura se utiliza el priming por los siguientes beneficios:

- aumento y homogeneización de la germinación
- mejora de la germinación a temperaturas no óptimas
- mejora de la respuesta de la planta al estrés hídrico y salino
- aumento de la producción

No es objetivo de este manual adentrarse en los entresijos del priming de semillas ortodoxas. Pero esperamos que os abra el apetito por saber más.

Antes de pasar a las bellotas, vamos a explorar un poco más el %mc.

Contenido de humedad de semillas de pino laricio en remojo

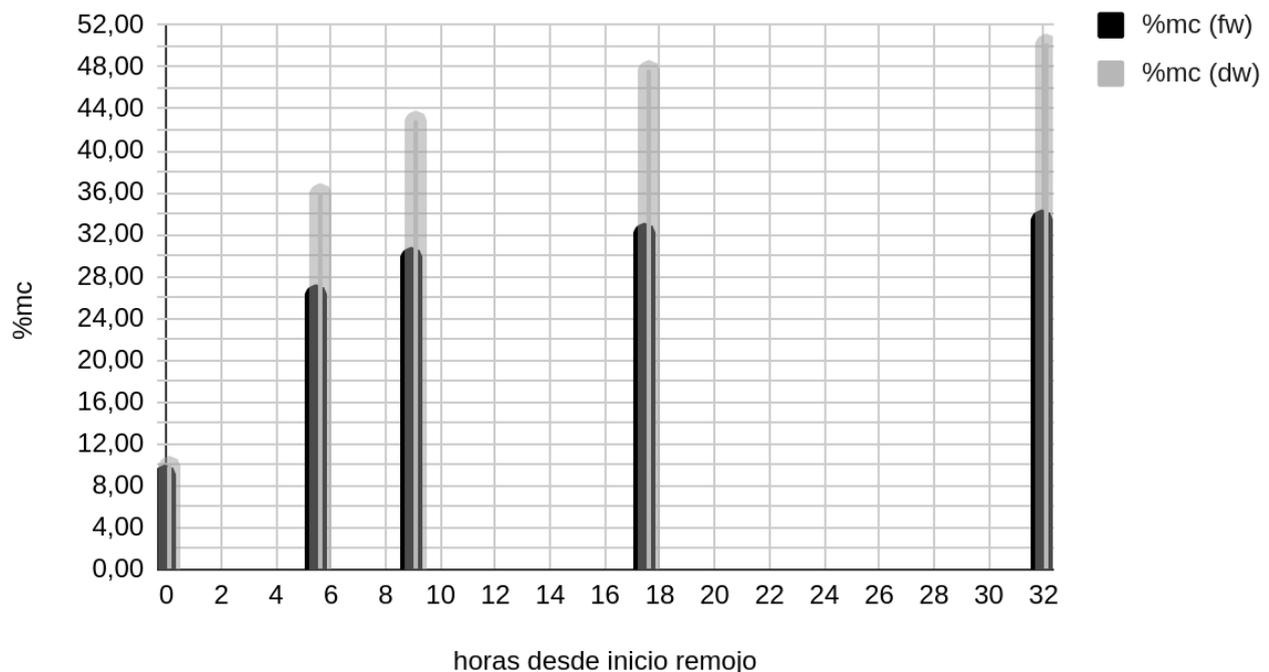


Gráfico 2. Contenido de humedad de *Pinus nigra salzmannii* (semilla almacenada, FI y entrada en FII) (Semillistas)

Existen dos formas de expresar la humedad que tiene una semilla, dependiendo de si nos basamos en el peso seco (%mcdw) o en el peso fresco (%mcfw):

- basado en el peso seco de las semillas. $\%mcdw = (PF-PS)/PS \cdot 100$
- basado en el peso fresco de las semillas: $\%mcfw = (PF-PS)/PF \cdot 100$

El PF es el peso que tienen las semillas de las que quiero calcular el %mc. El PS es el peso seco (sin agua) que tienen esas semillas (se calcula eliminando toda el agua que tienen las semillas -con horno- y volviendo a pesar). Así, (PF-PS) es la cantidad de agua que tienen las semillas de las que quiero calcular su %mc. Para obtener el porcentaje de agua que tiene la semilla necesitamos una referencia. Esta referencia puede ser el peso seco de las semillas o su peso fresco, en función del

ámbito de conocimiento en el que nos encontremos (%mcdw en alimentación, transporte, sustratos..., %mcfw en biotecnología de semillas). El %mc se calcula dividiendo la cantidad de agua entre la referencia que elijamos. En nuestro caso trabajaremos con %mcfw.

Para el %mcfw, las fórmulas que relacionan los tres conceptos quedan así:

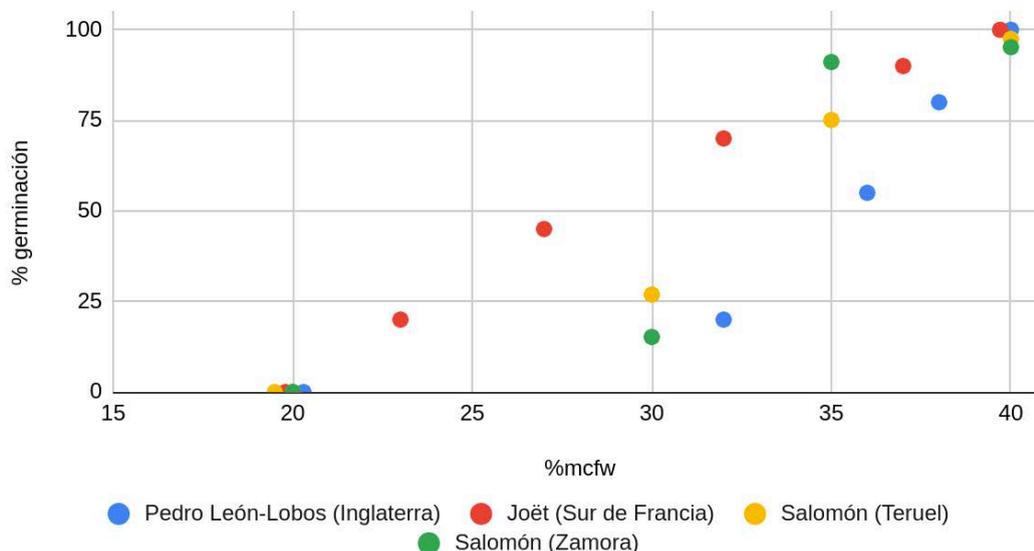
- **$\%mcfw = (PF - PS) / PF * 100$**
- **$PS = PF * (1 - (\%mcfw / 100))$**
- **$PF = PS / (1 - (\%mcfw / 100))$**

Algunas generalidades más sobre el %mc:

- En las semillas almacenadas al aire libre (sin plástico o vidrio), su %mc fluctúa con las variaciones de la humedad del aire.
- Si las semillas son almacenadas herméticamente, tendrán un nivel de humedad constante.
- No todas las semillas de un lote tienen el mismo %mc. Existe una variabilidad que hace que cada semilla tenga un %mc distinto pero cercano a la media de un conjunto de semillas. En realidad lo que hacemos es calcular siempre la media de una muestra de semillas. Pero las bellotas tienen una semilla tan grande que con una báscula barata podremos obtener el %mc de bellotas individuales.
- En general, las semillas ortodoxas se pueden almacenar por muchos años entre 5 y 6% mcfw a 4°C. Como regla general, cada disminución de 1%mc durante el almacenamiento, dobla la vida útil de las semillas. En una habitación normal (20°C, 50%HR-humedad relativa del aire) las semillas tienen entre 8 y 11%mc, aprox.

2.2. El contenido de humedad en las bellotas

Tolerancia a la desecación de *Quercus ilex*



Gráfica 3. Tolerancia a la desecación de bellotas de *Q. ilex* de diferentes procedencias.
Datos tomados de *Pedro León-Lobos, 2018; Joët, 2013; Salomón, 2012.*

Las bellotas tienen un comportamiento recalcitrante frente a la deshidratación. Esto quiere decir que si las tratamos como a las semillas ortodoxas, al dejarlas secar, las bellotas morirán. Otras semillas como las castañas, también son recalcitrantes. No todas las semillas recalcitrantes se comportan de la misma manera que vamos a describir. Este manual es aplicable a casi todos los *Quercus* (excepto los *Quercus* de comportamiento intermedio), y en particular se utilizará el **Quercus ilex** para toda la exposición del manual.

Al ser unas semillas tan sensibles a la desecación, medir la humedad que tienen se hace imprescindible para aumentar el control. Durante todo el manual vamos a hacer un baile de números que, al cuantificar la humedad, permiten hacerse una buena idea del estado de viabilidad de las bellotas y de qué hacer con ellas antes de sembrarlas.

Empezamos el baile de números, situándonos en el contenido de humedad de las bellotas durante la cosecha:

- En el momento de la cosecha (noviembre), las bellotas deberían estar en torno a 42-46%*mcfw* (%*mcfw*). Las bellotas alcanzan la madurez cuando el contenido de humedad alcanza un máximo, mientras aún está en el árbol (%*mcfw* mayor del 44%). Después se van haciendo marrones a medida que se van secando (se baja del 44%*mcfw*). A medida que pasa el tiempo, las bellotas marrones en un árbol (si ningún viento las tira) van perdiendo humedad, pudiéndose encontrar bellotas marrones en el árbol a una humedad menor de 37%*mcfw*.

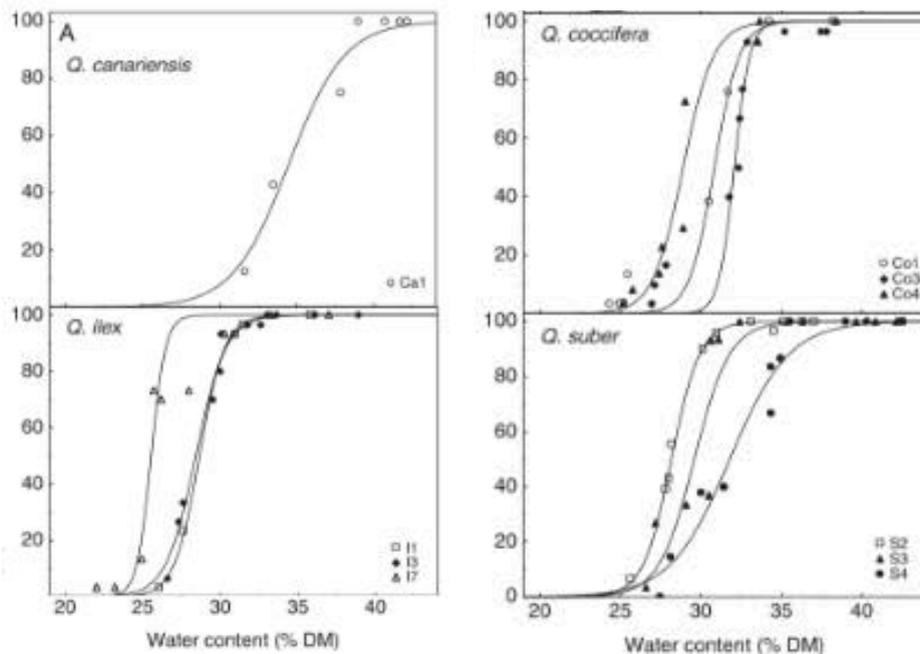
- Un color marrón pardo brillante indica %mc alto (~42%mcfw); si empieza a ser mate, disminuye el %mc (~36%mcfw); si no han madurado del todo (son verdes y marrones en la misma bellota) el %mc será alto (43-50%mcfw). Las bellotas recogidas del suelo pueden estar del 20 al 40% (dependiendo de los días que lleven caídas, de la humedad del suelo, insolación, viento, etc). En las del suelo, si el marrón empieza a hacerse claro y sin brillo: muy bajo %mc (~30%mcfw).

Una vez hemos cosechado, podemos estudiar la viabilidad de las bellotas estudiando su porcentaje de germinación. En la gráfica 3 (Inglaterra) podemos observar: si reducimos la humedad de las bellotas (secándolas) al 40%mc germinan el 100% de las bellotas; al 38%mc se reduce al 80% la germinación; al 36%mc germinan el 60%; y al 34%mc sólo el 20%. Si una bellota de *Q. ilex* llega a alcanzar tras un secado el 34%mc, sólo podrán germinar el 20% de las bellotas. Esta situación puede alcanzarse tras sólo 1 semana de secado. ¡¡¡ Si no controlamos la dinámica de la humedad de una bellota es relativamente fácil echar a perder la viabilidad de nuestra cosecha !!!

Vamos a explicarlo de otra manera. Durante la maduración y tras la caída del árbol, las bellotas se van secando. En el suelo seco, tras pocos días al sol, las bellotas tendrán una humedad, por ejemplo, de 34%mcfw. Si las dejáramos más tiempo al sol, continuarían perdiendo humedad. Si tras esos pocos días al sol, cuando están al 34%mcfw, las rehidratamos y ponemos a germinar, sólo germinarán el 20% de las bellotas, el 80% han muerto.

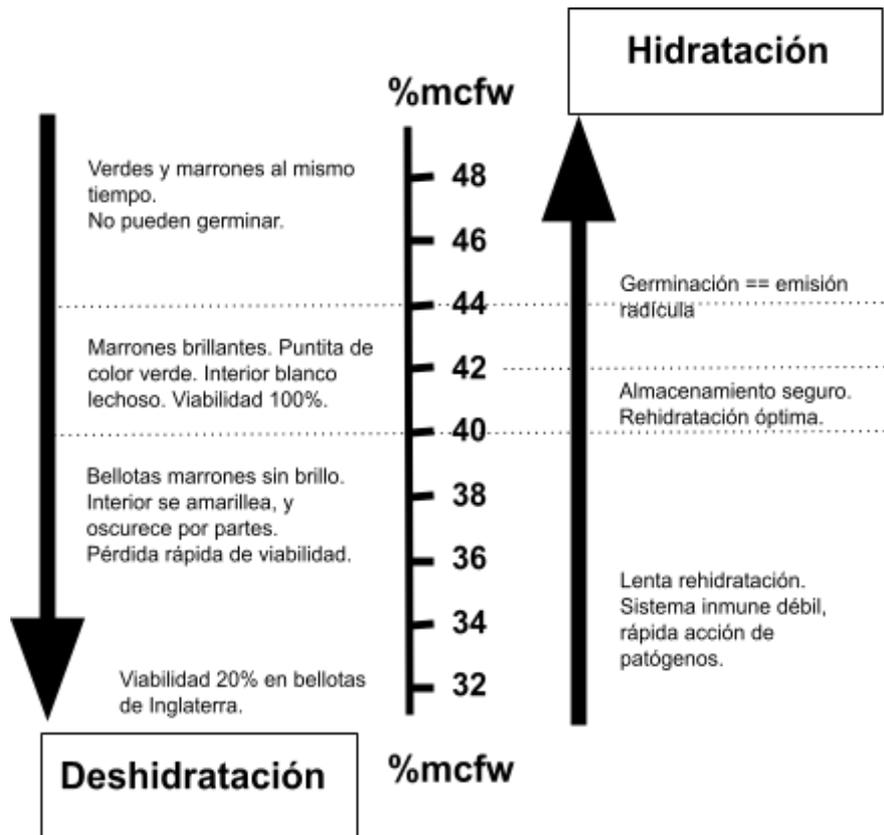
En la gráfica 3 también podemos observar la tolerancia a la desecación de *Q. ilex* de distintas procedencias en Europa. Vemos que la tolerancia a la desecación varía con la procedencia. Al %mcfw al que la viabilidad se ha reducido al 50% de germinación, es del 35%mcfw en las de Inglaterra, del 28%mcfw en las de Francia, 33%mcfw en Teruel y 32% en Zamora. Las del sur de Francia toleran mejor el secado. Nos parece importante hacer este estudio en Andalucía, pero mientras no lo tenemos, extrapolamos una hipótesis (basada en los cuatro estudios mencionados y en otro de Túnez, Amimi 2023): la viabilidad empieza a disminuir cuando las bellotas de *Quercus ilex* se secan por debajo del 40%mcfw. Como no estamos seguros, para la exposición del manual asumimos los datos del estudio en Teruel, que se aproxima a los pocos datos que hemos obtenido en las bellotas de Sierra Nevada (Granada).

En resumen, en el caso de *Q. ilex* no debemos bajar nunca del 40%mcfw, si no queremos perder viabilidad (además se complican los protocolos de siembra, como comentaremos más adelante). No importa el tiempo que permanezca una bellota a un nivel bajo de humedad, sólo con llegar a ese nivel de deshidratación la viabilidad se reduce. No siempre es posible tener bellotas a un nivel óptimo de humedad. A lo largo del manual veremos qué supone en la práctica bajar de este nivel de humedad y cómo podemos contrarrestar los problemas que induce (aunque la pérdida de viabilidad - % de germinación- debido a la deshidratación no la podemos contrarrestar).



Otros detallitos:

- En cada especie con semillas recalcitrantes, se puede construir una gráfica de su sensibilidad al secado. Esta gráfica será fundamental para trabajar con esa especie. Pueden encontrarse estas gráficas para diferentes Quercus en la literatura académica. Estas gráficas dependen de cada especie y de cada procedencia de la especie. El gráfico anterior corresponde a Túnez (Amimi, 2020).
- La cubierta de la bellota está diseñada de manera que impide la desecación rápida (las semillas ortodoxas se secan del 40%mc al 10%mc en 1-3 días, mientras que las bellota extendidas, sin aire ni sol, sólo pierde 1,5%mc al día). La cubierta provoca una desecación lenta, pero también una lenta rehidratación y respiración. Casi todo el intercambio de agua y aire de una bellota con el exterior se hace a través del hilio (culo de la bellota). La testa marrón (piel, cubierta) de las bellotas es bastante impermeable.
- Si tras la cosecha, las bellotas marrones (que ya tienen menos de 44%mcfw) se rehidratan, es decir, se siembran en suelo húmedo, la germinación ocurrirá cuando la bellota alcance el 44%mcfw.
- Si no dejamos que las bellotas hagan el proceso de maduración (secarse y bajar del 44%mcfw), es decir, si las bellotas se cosechan bastante verdes (color verde y marrón al mismo tiempo), su contenido de humedad estará entre 44 y 50%mcfw. Estas bellotas verdes, inmaduras (»44%mcfw), no pueden germinar. Es decir, si se siembran en suelo húmedo no germinarán. La cosecha de bellotas verdes por encima del 44%mcfw no la tenemos bien estudiada, y hablaremos sobre ella en el punto 2.19.



En el siguiente apartado vamos a explicar la solución académica para el almacenamiento de bellotas y luego veremos la dinámica de germinación en función del %mc inicial. A la luz de estos datos podremos comprender de dónde derivan los errores comunes en las siembras de bellotas.

2.3. Almacenamiento óptimo de bellotas

La razones por las que necesitamos almacenar correctamente bellotas son:

1. El secado progresivo provoca rápidamente una pérdida de viabilidad.
2. No siempre podemos sembrar tras la cosecha, hay que esperar a las buenas lluvias.

Estas razones tienen un peso especial en Andalucía, o en aquellas zonas con lluvias irregulares. Debemos almacenar las bellotas hasta que el suelo tenga humedad en profundidad. Pero, si no se pueden secar las bellotas, ¿cómo las almacenamos? Tradicionalmente las bellotas se han almacenado en sacos o cajas en un lugar fresco sin corrientes de aire, pero si no se realiza un control exhaustivo del contenido de humedad, los resultados son variables.

Hemos medido que en sacos grandes de papel a 15-17°C se pierde 0'2-0'3%mcfw al día. Si se mejoran las condiciones con más frío en una bodega de humedad justa, podría llegar a ralentizarse el proceso de secado, pero en la mayoría de las condiciones de un proyecto pequeño en España, las bellotas progresivamente se secan.

Pero veamos qué necesita una bellota para promover su almacenamiento a medio plazo:

- Hay que estabilizar la humedad y que no siga secándose. Debemos intentar mantener la humedad de las bellotas por encima de 40% mcfw.
- Necesitamos que no germine. Para ello el %mcfw debe estar más bajo de 44%. Idealmente no superior al 42%.
- Temperatura baja: Cuando bajamos la temperatura a 4°C, la respiración (metabolismo) de las bellotas es muy lenta y también se ralentiza la acción de los microorganismos saprófitos (no olvidemos que tenemos sacos de materia orgánica húmeda y viva). Cuanto más nos acerquemos a 1°C, más efectivo será el almacenamiento (Por debajo de 0°C requiere cuidados especiales). Cuanto más alta sea la temperatura del almacenamiento (>8°C), mayor respiración y acción de microorganismos, y se va perdiendo viabilidad durante el almacenamiento.

La solución académica es almacenar en bolsas zip, de polietileno de baja densidad (PEbd) de 30-50 micras de espesor (las bolsas zip de las tiendas multiprecio), bellotas entre 40-42% mcfw entre 1 y 4°C. Este plástico permite el intercambio gaseoso y pueden sostener el lento ritmo de respiración a bajas temperaturas. El PEbd limita el intercambio hídrico (no totalmente) y mantiene estable la humedad de las bellotas a lo largo de los meses. Las bajas temperaturas limitan la acción de los microorganismos. Este almacenamiento incluso mejora la germinación durante los 2-5 meses desde el inicio del almacenamiento. Con 1 año de almacenamiento se reduce al 60% de germinación. Se pueden almacenar casi 3-4 kg de bellotas en una bolsa zip dentro de una nevera doméstica.

Previamente al embolsado, las bellotas requieren un proceso de eliminación de flotantes, desinfección (lejía al 10% 15 min), secado superficial y ajuste de humedad de almacenamiento (secarlas extendidas hasta el %mc deseado). Dedicamos un apartado especial a las cuestiones de cosecha y ajuste de humedad de almacenamiento. Anticipar que no siempre es posible almacenar bellotas entre 40 y 42% mcfw, ya que por los diferentes grados de maduración de los árboles y por logística de la cosecha, se cosecharán bellotas con menos del 40%mc.

¿Qué es la estratificación fría?

El proceso que hemos descrito de almacenar las bellotas en una bolsa de PEbd a 4°C, no es una estratificación fría (EF).

Una EF es mezclar las bellotas con un sustrato húmedo (en un tupper o bolsa plástica) y almacenarlo a 4°C. Con esto se consigue que las bellotas se re-hidraten, osea, se encaminen hacia la germinación. En la lenta rehidratación de las bellotas, cuando alcancen el 44% mcfw, las bellotas empezarán una germinación lenta (derivada por el frío). Se puede observar cómo se abre la punta de la cubierta y con los días se va alargando muy lentamente la raíz (mm por día, frente a cm por día en germinación a 20°C). La EF se utiliza para encaminar a las bellotas hacia la germinación, pero ralentizando el proceso de emergencia, de tal manera que cuando, tras 2-4 semanas de frío, sembramos las bellotas a una temperatura mayor (10-20°C), germinan todas muy rápidamente. La EF es un tratamiento pregerminativo. Sirve para iniciar la germinación de la semilla en laboratorio, para que cuando la sembremos en campo germine más rápido y más uniformemente.

El siguiente estudio (*Sergio Pasquini, 2015*), compara estos dos métodos de “tratar” con las bellotas. En las bolsas con turba húmeda las bellotas tuvieron una EF. En las bolsas con bellotas al 41%mc se almacenaron sin sustrato. Cada 2 meses de almacenamiento se realizaron pruebas de germinación (gráfica 4). En ambos casos hay un aumento de la germinación tras almacenamiento de 3-6 meses, pero en el caso de la turba las bellotas germinaron durante el almacenamiento. Tras 8 meses de almacenamiento a 41%mcfw empieza a disminuir la viabilidad de las bellotas.

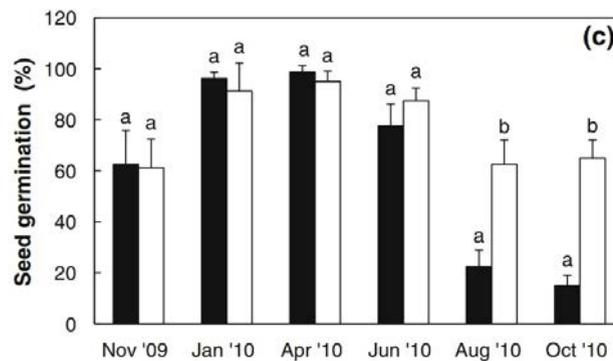


Gráfico 4. Almacenamiento de bellotas de *Q. ilex* en bolsas PE a 41%mcfw (barras blancas) y en bolsas con turba húmeda (barras negras), ambas a 3°C (*Sergio Pasquini, 2015*)

Resumen almacenamiento óptimo

- en bolsas de PEbd de 50 micras (bolsas de 250x350mm con 3-4 kg de bellotas).
- limpiar las bellotas de cúpula y hojas (mismo día o al siguiente de la cosecha).
- retirar las flotantes, desinfectar bellotas (10% lejía 15 min) y secar al 40-42%mcfw (si ya tienen %mc menor de 42%, sólo secar superficialmente).
- introducir las bellotas en bolsas de PE y guardar a 1-4°C.
- idealmente, cada bolsa necesita espacio para el intercambio gaseoso (no amontonar las bolsas).
- si almacenamos entre 42% y 44%mcfw se desarrollan más microorganismos y germinarán bellotas.

La desinfección

La desinfección se realiza con 10-20% lejía (100-200ml en 900-800ml de agua) durante 10-20 min (dependiendo del estado de las bellotas) y aclarar con abundante agua.

Si durante el almacenamiento (tras 4-6 meses) se observan hongos creciendo en el culo de las bellotas, se puede extraer las bellotas, desinfectarlas de nuevo, secarlas superficialmente, y volverlas a almacenar en nuevas bolsas de PE.

Las bellotas almacenadas por debajo del 40%mcfw no se almacenan óptimamente y tienden a desarrollar más hongos que las almacenadas al 40-42%mc.

La lejía que usamos es hipoclorito de sodio al 3,5% de cloro activo, sin aditivos (es decir la utilizada para potabilización de agua).

Otros detallitos

- Las bellotas con gusano en las que éste no se haya comido el embrión, pueden germinar (se ha comido en endospermo, pero no la parte de la punta de la bellota que es donde se encuentra el embrión). Aunque estas bellotas tienden a desarrollar hongos si se almacenan, pueden servir para sembrar inmediatamente tras la cosecha. Para el protocolo de almacenamiento, hay que retirar estas bellotas, con la técnica de eliminar las flotantes.
- No se recomienda la rehidratación de bellotas antes del almacenaje. Si las bellotas alcanzaron el 36%, se deberán almacenar a esta humedad, en vez de rehidratarlas hasta el 40-42% mcfw y almacenarlas en ese punto. Esto no lo hemos comprobado, ni hemos visto ningún estudio para *Quercus ilex*, pero se recomienda no hacerlo. Sabemos que hay otras especies de *Quercus* que si le puede sentar bien esa rehidratación como forma de reajustar el %mcfw antes del almacenamiento.
- En Semillistas estamos cosechando estos años unas 30000 bellotas/año, que necesitamos almacenar 4-5 meses (para esperar las lluvias o para las siembras tardías en altitud mayor de 1400 mts). Para almacenar esta cantidad de bellotas nos apoyamos en las cámaras frigoríficas de los Braojos de Orgiva, una empresa local dedicada a la distribución de frutas y verduras.
- No es posible almacenar bellotas en bolsas de PE a temperaturas altas. La recomendación es 1-4°C. A partir de ahí, a temperaturas mayores, es posible que haya una progresiva pérdida de viabilidad. Un año en Semillistas tuvimos que almacenarlas a 6-7°C y no observamos pérdida de viabilidad a los 4 meses de almacenamiento. Hay que tener cuidado con que exista demasiada actividad metabólica en un recipiente así de cerrado.

2.4. Hidratación de las bellotas almacenadas

Hidratación bellotas almacenadas 8 meses.

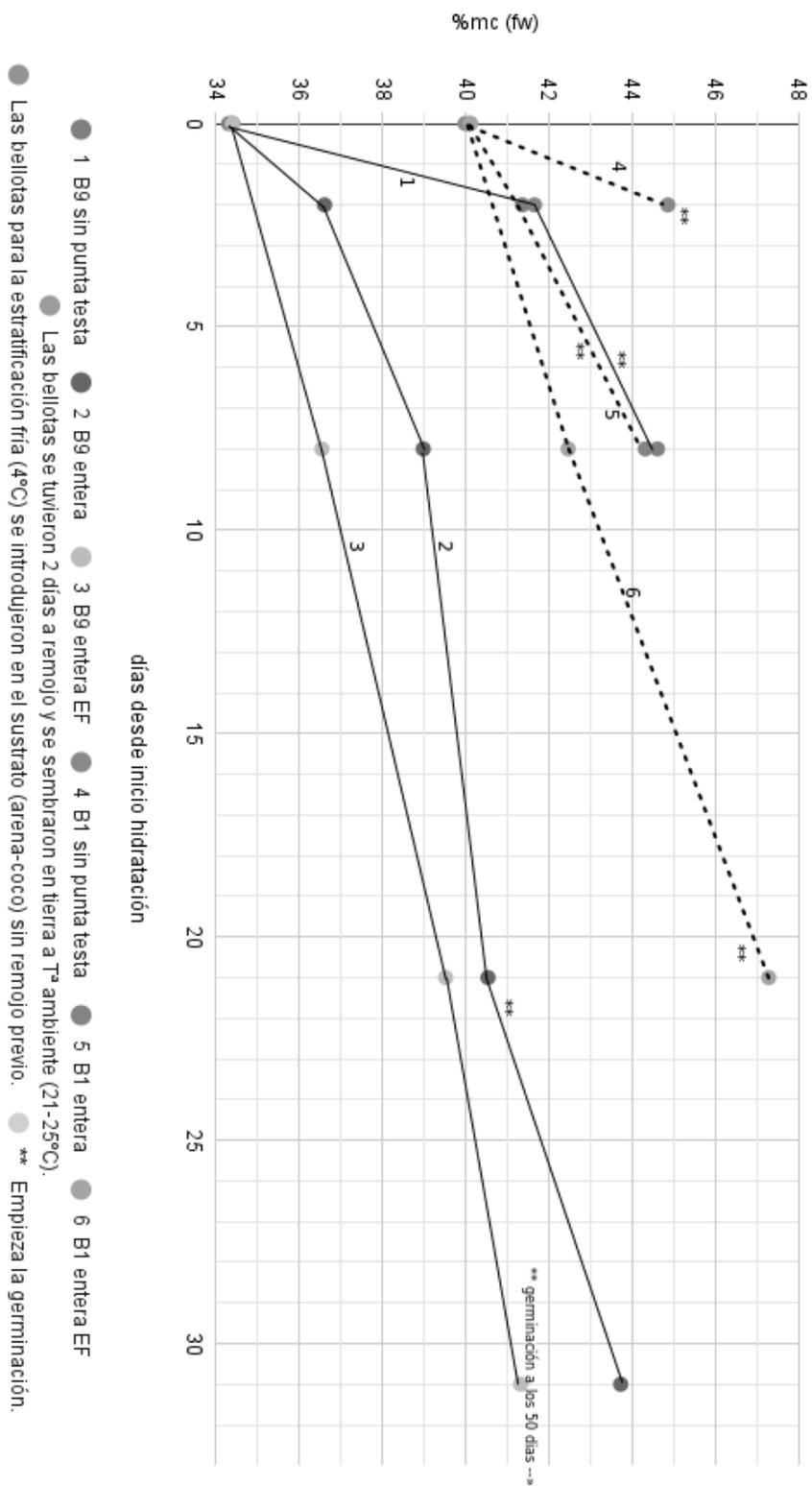


Gráfico 5. Dinámica de rehidratación de bellotas de Q. ilex, en 6 casos.

En este estudio llevado a cabo por Semillistas en 2022, pretendíamos comprender el proceso de germinación de bellotas que se almacenaron a diferentes contenidos de humedad. Es decir, sabíamos que porcentaje máximo de germinación se reduce al disminuir el %mc de almacenamiento, pero no sabíamos cómo es el proceso de germinación a diferentes %mc.

En el gráfico se muestran a lo largo del tiempo la humedad de 6 grupos de 25 bellotas cada uno. Los factores del estudio fueron:

(Bellotas almacenadas al 40 y 34%mcfw) X (prueba de germinación de bellotas enteras a 20°C, bellotas enteras a 4°C y bellotas escarificadas a 20°C)

Las bellotas escarificadas consistieron en la eliminación de un trozo (1cm) de la cubierta (testa) por la parte de la punta de la bellota (“sin punta testa”).

Las bellotas procedían de un almacenamiento de 8 meses a 4°C.

Lo esencial del estudio fue descubrir que las bellotas con bajo %mc (34%mcfw) tardaron 22 días en empezar a germinar a 20°C, frente a los 5 días que tardaron en germinar las bellotas almacenadas al 40%mcfw. Y a esto añadir, que las bellotas almacenadas al 34%mc germinaron un muy bajo porcentaje.

Al observar la gráfica 5:

- Las bellotas almacenadas con bajo nivel de humedad (34%) tardaron 30 días a 20°C y 50 días a 4°C en adquirir en torno al 44%mcfw. Si previamente se elimina la testa se hidratan muy rápidamente. Estas bellotas con humedad baja son muy propensas a desarrollar hongos durante el almacenamiento. Tardan mucho en rehidratar y germinan un % muy bajo. La EF es un método seguro (control de hongos) para rehidratar estas bellotas.
- Las bellotas con 40%mcfw, se rehidratan hasta el 44%mc en 6 días a 20°C. La rehidratación es un poco más lenta a 4°C que a 20°C. Si eliminamos la testa, se necesitan menos de 2 días para llegar al 44%.

La eliminación de la testa no es práctica para un proyecto. Sería más práctico el corte de 0,5 cm del culo de la bellota. Esto también provoca una rápida rehidratación. Pero se introducen otros problemas derivados de dejar el endospermo sin protección ¡Microorganismos a comer bellota! Las técnicas derivadas de cortar el culo de la bellota para acelerar la hidratación (en EEUU ya están diseñando una máquina para que corte automáticamente bellotas), necesitan de biocidas para controlar patógenos. En Semillistas no hemos profundizado en estas técnicas por que son necesarios fitoquímicos.

Lo que nos muestra este estudio es:

- La cubierta de la bellota es el primer limitador para la rehidratación.
- Una vez la bellota se ha rehidratado en torno al 44%mcfw, inicia la elongación de la raíz.
- Cuanto más seca esté la bellota, más tardará en alcanzar el 44%mcfw.

- El ritmo de rehidratación de bellotas es similar en bellotas almacenadas a baja y óptima humedad (aprox. 0'5%mc/día).
- Rehidratar a 4°C es un poco más lento que a 20°C.
- Nos da información sobre cómo debemos pregerminar las bellotas antes de sembrarlas en campo. Esto es, cuánto tiempo de pregerminación necesitan para empezar a germinar, dependiendo del contenido de humedad que tengan las bellotas durante el almacenamiento. Más adelante profundizaremos en esto. Por ahora decir que la siembra en campo que consideramos ideal es aquella en que las bellotas se siembran muy cerca del 44%mcfw, e, independientemente del estado de las bellotas durante el almacenamiento, deberíamos lograrlo, si no, tendremos el problema que exponemos en el siguiente apartado.
- En el gráfico 3 (pág. 10), se puede observar que las bellotas de Inglaterra y del sur de Francia tenían una tolerancia a la desecación diferente. Las de Francia podían almacenarse a 32%mc conservando el 70% de germinación (Inglaterra, sólo 15%). Aunque las de Francia conserven la viabilidad a %mc bajos, es costoso rehidratarlas hasta que alcancen el 44%mcfw.
- Las bellotas de *quercus ilex* tienen una germinación trifásica (Romero, 2018), es decir, FI de hidratación, FII y FIII de emergencia de la raíz. Podemos intuir del gráfico 5, que las bellotas, tras un remojo, permanecen en FI desde el %mc de almacenamiento hasta que están en torno al 44%mcfw. Permanecen unas 24h en FII (Romero, 2018) y rápidamente entran en FIII. Esta hipótesis, o manera de ver la germinación de las bellotas, ayuda a relacionar los procesos de priming de las semillas ortodoxas con los procesos de almacenamiento de las semillas recalcitrantes.

2.5. Germinación de bellotas en campo

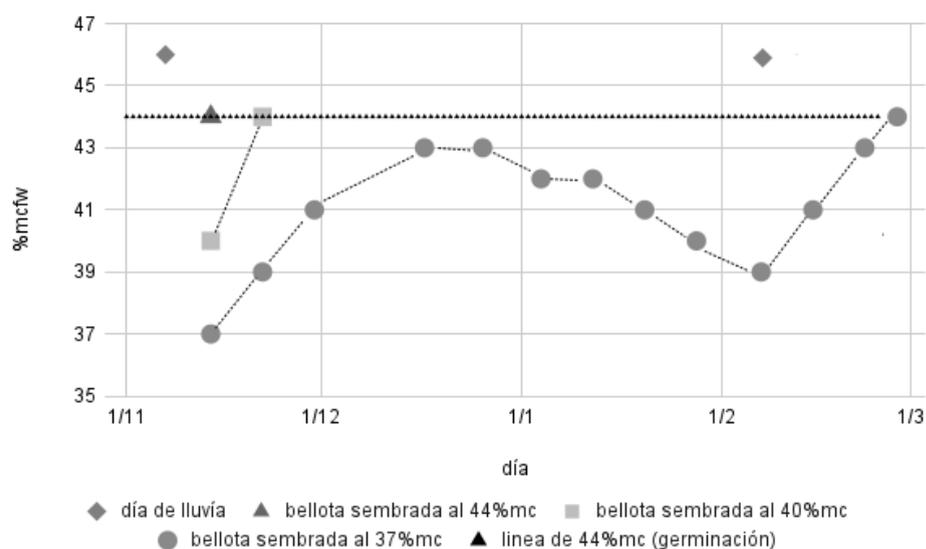


Gráfico 6. Gráfico hipotético de la dinámica de la hidratación de las bellotas sembradas en campo a diferentes %mcfw, con dos eventos de lluvia, en noviembre y en febrero.

Dependiendo de las lluvias, la exposición del suelo, las nodrizas y la humedad inicial de las bellotas, es posible que las bellotas sembradas no alcancen rápidamente el 44%mc necesario para germinar.

Las bellotas sembradas a más del 40%mc alcanzarán rápido el 44%mc. También podrían sembrarse al 44% si se realiza un tratamiento germinativo antes de la siembra.

En el gráfico 6, las bellotas sembradas al 37%mcfw no consiguen germinar con la primera lluvia. Antes de alcanzar el 44%mc empiezan a secarse de nuevo (debido a que el suelo superficial se va secando). Cuando en febrero vuelve a llover, estas semillas se rehidratan y llegan en marzo al 44%mc.

Así, si tenemos bellotas almacenadas con bajo %mc y se siembran en ese estado, no podremos asegurar la germinación inmediata. Estas bellotas estarán expuestas al ritmo de deshidratación del suelo, de manera que es probable que las bellotas no lleguen a germinar y vuelvan al proceso de secarse. Este es un problema típico en los pequeños proyectos de reforestación. No almacenan óptimamente las bellotas y éstas se encuentran en un nivel muy bajo de %mcfw en el momento de sembrarlas. Aunque se las tenga 2 días a remojo, seguirán teniendo un nivel bajo de %mcfw y tardarán mucho tiempo en germinar.

Es importante asegurar la germinación inmediata tras la siembra para que la raíz de la bellota empiece a profundizar lo antes posible antes del verano. En el caso hipotético mostrado, las bellotas con bajo contenido de humedad podrían haber empezado a desarrollar la raíz en noviembre, pero al no alcanzar el 44%mcfw, esperarán a las lluvias de febrero para hacerlo.

Las bellotas sembradas a más de 40%mc pueden sembrarse a poca profundidad (3 cm), ya que rápidamente germinarán (si el suelo se seca superficialmente no será un problema porque la raíz ya

habrá profundizado). Las sembradas al 37%mc deberían sembrarse a 6 cm de profundidad, para intentar mantener la humedad del suelo alrededor de la bellota hasta que pueda rehidratarse completamente y lograr germinar. Cuanto más profundo se siembren las bellotas, menos aire tendrán y se ralentiza aún más la germinación. Popularmente se pisa y aprieta el hoyo donde se han sembrado bellotas, para que el suelo se seque menos, aunque la respiración disminuya.

En resumen, almacenar bellotas con %mc bajo, no sólo reduce la viabilidad de las bellotas, sino que retrasa su germinación en campo, a no ser que realicemos un tratamiento pregerminativo antes de sembrarlas en campo.

2.6. Emergencia de bellotas en campo

La germinación ocurre cuando la raíz rompe la cubierta y empieza a elongarse. La emergencia ocurre cuando vemos el tallo asomarse por encima del suelo.

Las bellotas tienen germinación hipogea, esto es, el interior de la bellota no se convierte en los primeros cotiledones, sino que de la bellota surge la raíz hacia abajo y el tallo hacia arriba. La bellota se queda bajo el suelo enganchada a la planta durante 1-2 años.

¿Cuándo ocurre la germinación y cuándo la emergencia?

Germinación y emergencia de *Q. ilex* tras una siembra en campo con bellotas pregerminadas cerca del 44%mcfw (ensayos de Semillistas):

Siembras	semanas del 1º mes tras la siembra				2º mes	3º mes	4º mes	5º mes	6º mes
	1s	2s	3s	4s					
a 10-20°C	Germinación		Emergencia						
a finales de febrero a 1100 mts	Germinación				Emergencia				
en diciembre a 1600 mts	Germinación								Emergencia

Aunque la emergencia sea tardía, la raíz se desarrolla desde el primer momento tras la siembra, aunque a diferente velocidad dependiendo de la Tª.

Cuanto más frío, el tiempo necesario para completar la germinación aumenta, la velocidad de crecimiento de la raíz disminuye y la emergencia se retrasa.

No parece relevante el momento de la emergencia para la supervivencia tras el primer verano. Las bellotas sembradas en diciembre y que emergieron en junio, tuvieron una supervivencia del 88% tras el verano. Lo importante en los *Quercus* es el desarrollo de la raíz, que se ve favorecido por una semilla tan grande como es la bellota, y le aporta nutrientes.

Detallitos:

- ¿Por qué las bellotas sembradas a 10-20°C tardan 2 semanas en completar la germinación si se siembran cerca del 44% mcfw? Las bellotas de un mismo lote no tienen el mismo %mcfw. Unas tendrán un valor menor que la media y otras un valor mayor. Así, sembrar cerca del 44% mcfw asegura que gran parte de las bellotas podrá germinar en unos pocos días tras la siembra. Pero otra parte, con %mcfw menor que la media del lote, tardarán algo más en alcanzar el 44% mcfw.
- En zonas de mucho frío (como la siembra en diciembre a 1600 mts), las siembras pueden retrasarse para cuando las temperaturas aumenten o cuando el suelo se descongele. En nuestro caso, se sembraron antes de las heladas, y el suelo se congeló de enero a marzo. La germinación de estas bellotas fue menor (45%) que las bellotas sembradas a 1100 mts en febrero (65%). Esto podría deberse a daños en las bellotas debido a las fuertes heladas.

2.7. Germinación de bellotas en laboratorio

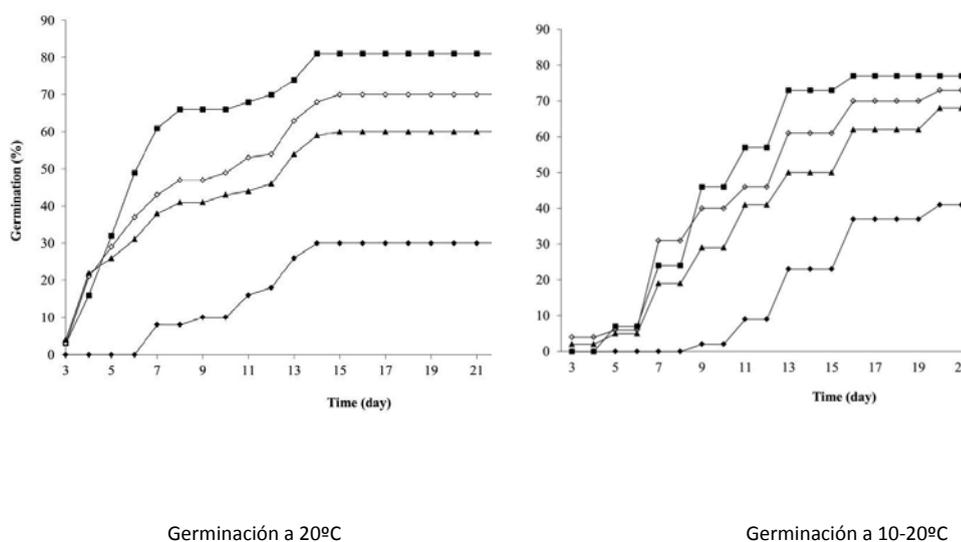


Gráfico 7. Germinación tras cosecha (Caliskan, 2014)

Las distintas líneas de germinación corresponden a diferentes procedencias geográficas. La germinación a 10°C por la noche y 20°C por el día, es un poco más lenta (2-3 días) que a 20°C. Por debajo de 10°C las bellotas germinan más lentas, pero sobre todo, una vez han germinado, la raíz crece muy despacio.

Si las bellotas están cerca del 44% mcfw cuando se siembran en un sustrato húmedo a 20°C, la germinación es rápida y se completa (en todas las bellotas) en menos de 2 semanas. En el estudio de Caliskan no hay información del %mc que tienen las bellotas en el momento en que se realiza la prueba de germinación.

2.8. Crecimiento de la raíz

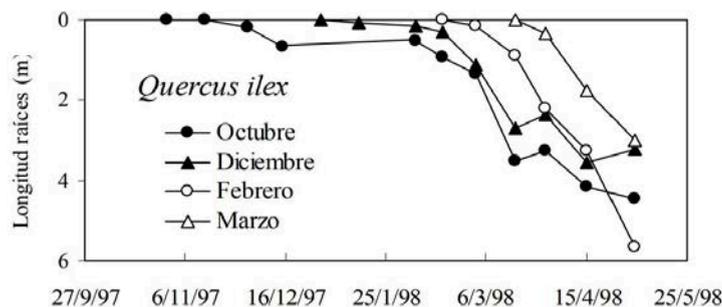


Gráfico 8. Crecimiento raíces (Corchero, 2002).

Utilizando plantones (Corchero, 2002): El gráfico 8 se refiere al crecimiento de raíces (suma de la longitud de raíces cortas de cada plantón) desde un plantón trasplantado en la fecha indicada. Se observa que hasta marzo apenas crecen las raíces.

Utilizando bellota directamente en un contenedor largo (Pemán, 2008): En una siembra de bellotas, cerca del 44% mcfw, en contenedor de 1 m de profundidad, la raíz supera los 30 cm al mes de siembra, los 60 cm a los dos meses y más de 1 m antes de llegar el verano. Durante el verano no deja de crecer la raíz, aunque muy lentamente. Este estudio no muestra los datos de la temperatura del ensayo.

No tenemos datos académicos concluyentes sobre el efecto de la fecha de siembra en el desarrollo radicular de una bellota sembrada directamente. La recomendación es sembrar en campo aunque el tiempo sea frío ($\ll 5^{\circ}\text{C}$). La raíz se desarrollará lentamente a la espera de la primavera.

2.9. Tratamientos pregerminativos

En función del estado de las bellotas durante el almacenamiento será necesario hacer alguno de los siguientes tratamientos pregerminativos, con el objetivo de sembrar en campo bellotas que estén lo más cerca posible del 44% mcfw, y así asegurarnos que la germinación ocurrirá rápida y exitosamente.

La secuencia de trabajo será:

1. tenemos bellotas almacenadas a %mcfw conocido.
2. en función de cuándo queramos sembrar, se saca una cantidad de bellotas del almacenamiento y se le realiza su tratamiento pregerminativo.
3. cuando acabe el tratamiento pregerminativo se siembran las bellotas en campo.

Tabla de tratamientos pregerminativos recomendados en función del %mcfw durante el almacenamiento:

bellotas almacenadas	tratamiento recomendado
42%mcfw	2-3 días de remojo a 4 ó 20°C
40%mcfw	- 7 días en sustrato húmedo a 15-20°C - o EF 4°C durante 10-15 días - o 5-6 días de remojo a 4°C
38%mcfw	- EF 4°C durante 20-30 días - largo remojo aireado a 4°C
36%mcfw	EF 4°C durante 30-40 días
34%mcfw	EF 4°C durante 50 días, poco rentable por la pérdida de viabilidad

Más de dos días de remojo es contraproducente para la bellota ya que no puede respirar y se promueve fermentación anaerobia. A partir de 2 días de remojo, si se quiere seguir hidratando las bellotas hay que introducirlas en un sustrato húmedo (a 20°C o 4°C) o darle aireación al remojo (bomba aire de pecera). Nuestra experiencia en el momento de escribir el manual es que es posible rehidratar con un remojo, por lo menos 5 días a 4°C con resultados comparables a la EF. Con un remojo aireado seguramente podremos alargar más el periodo de remojo. Nuestro empeño en utilizar el remojo, en vez de la EF, es que requiere mucho menos espacio para pregerminar la misma cantidad de bellotas.

Algunas bellotas durante el almacenamiento habrán sido casa de gusanos (aunque hayamos retirado las flotantes antes de almacenarlas; en el momento de almacenar el gusano apenas había comido o estaba en estado de larva todavía, por eso no flotaba la bellota). Por tanto, es necesario poner las bellotas en agua tras almacenamiento y retirar las flotantes. Estas flotantes podrían germinar y dependerá del gusto de cada cuál si usarlas (no germinarán todas debido a que parte de ellas tendrán el embrión comido).

Al sacar las bellotas del almacenamiento es muy probable que necesite una desinfección de lejía (10% 15 min) ya que el culo de algunas bellotas habrá desarrollado hongos. Se pueden cortar algunas bellotas para ver si los hongos han llegado al endospermo o si se han quedado en la testa. Es posible que en las bellotas de bajo %mc de almacenamiento, los hongos hayan traspasado la cubierta. Además, al cortar las bellotas veremos si mantienen un color blanco (« 40%mcfw) o se han amarilleado y se han oscurecido partes (« 40%mcfw). Observar las imágenes del punto 2.20.

En caso de realizar un tratamiento pregerminativo largo (y se observe desarrollo de hongos), se puede realizar otra desinfección antes de sembrar. En el caso no deseable de que las raíces ya han salido (por su delicadeza al transportarlas y sembrarlas), la desinfección se puede hacer igualmente (reducir al 5% 10 min y aclarar bien). Si se observa un desarrollo alto de hongos se recomienda lavar frotando las bellotas y desinfectar con más potencia (hasta 20% lejía 30 min).

Se prefiere la EF (4°C) para promover la germinación en las bellotas de bajo %mc (es decir, hacer que las semillas alcancen el 44%mcfw). Si se introducen las bellotas en sustrato húmedo a 20°C para hidratarlas, hay riesgo de proliferación de microorganismos, si el tiempo a 20°C es largo, o si no se han cuidado detalles de desinfección de sustrato, recipiente, bellotas y agua. A 4°C es más seguro.

Para realizar una EF se necesita utilizar un volumen 3 veces mayor de sustrato que el de bellotas. La humedad del sustrato tendrá que estar a capacidad de campo (50% de la humedad de saturación del sustrato aprox o prueba del puño). Si el %mc de las bellotas es bajo, poner atención a que el sustrato tiene suficiente humedad al cabo de varias semanas, ya que es posible que las bellotas, en su proceso de rehidratación, hayan absorbido toda la humedad del sustrato.

La logística de las siembras de una organización debe tener en cuenta que se necesitará un tiempo para hacer la EF de las bellotas. Si llueve lo suficiente y se puede sembrar, las dos primeras semanas se puede empezar a sembrar con las bellotas que tengan en el almacenamiento el %mcfw cercano al óptimo (con un remojo). Las bellotas almacenadas con bajo %mcfw se pueden poner en EF en el momento de la lluvia y sembrarlas 3-4 semanas más tarde.

En resumen, es necesario saber a qué contenido de humedad se encuentran las bellotas para elegir el tratamiento pregerminativo que más se ajuste a nuestro caso. Para este tratamiento se prefiere un remojo en agua a 20°C (2 días) o remojo en agua a 4°C (5-6 días) o una EF a 4°C con sustrato húmedo.

2.10. La fecha de siembra

Las bellotas de *Q. ilex* se recogen en noviembre (octubre y diciembre también, dependiendo de altitud, T^a, etc).

Las siembras se pueden realizar desde la cosecha hasta una fecha que depende de la altitud (es decir, de la T^a media). Dicho de otra manera, cuanto antes empiece el verano, antes debería sembrarse, ya que el verano llega antes a menor altitud. Para hacerse una idea, las siembras se realizan:

- 0 - 300 m.s.n.m. : entre noviembre y diciembre
- 300 - 800 m.s.n.m. : entre noviembre y enero
- 800 - 1200 m.s.n.m. : entre noviembre y febrero
- 1200 - 1600 m.s.n.m. : entre febrero y marzo (cuando se descongele el suelo)

Cuanto antes se siembre, mejor desarrollada estará la raíz para afrontar el verano. Si la T^a media es menor de 5°C la raíz crece muy lentamente, y se puede retrasar la siembra.

Pero la fecha de siembra depende de las lluvias. Siempre hay que sembrar con suelo húmedo en superficie y en profundidad. Necesitamos almacenar correctamente las bellotas hasta las buenas lluvias. Esta es la clave en ecosistemas mediterráneos de lluvias esporádicas. Hasta que el suelo no tenga humedad suficiente para que la bellota pueda hacer crecer su raíz hacia la profundidad, es muy arriesgado sembrar (ya que no sabemos cuando volverá a llover). La bellota podrá germinar, pero si no ha llovido suficiente, no podrá penetrar profundamente en el suelo. Dependiendo del tipo

de suelo, altitud, fecha, etc. harán falta unos 100 litros de lluvia lenta, como mínimo. Un ejemplo de esto:

- Si en noviembre llueven 50 litros y sembramos, las bellotas germinarán pero no tendrán humedad en la profundidad del suelo para que la raíz penetre. En ese caso, si vuelve a llover en enero, la siembra será exitosa ya que antes de que la raíz alcance el suelo seco, éste se empapará con las nuevas lluvias. Pero si no lloviera hasta mayo, la raíz no podrá empezar a desarrollarse en profundidad hasta mayo, y hasta entonces dará vueltas por la tierra húmeda, pero sin profundizar. A las puertas del verano, aunque hayan germinado bien, la supervivencia será escasa. Por tanto, aunque lluevan 50 litros en noviembre deberíamos esperar a ver cómo se sigue recargando el suelo de humedad. En nuestro ejemplo, si lloviera en enero sembraríamos en ese momento. Si lloviera en mayo, dejaríamos las siembras para el siguiente otoño/invierno, aunque ello signifique un año sin siembra y echar a perder la cosecha de bellotas (atención: con un buen almacenamiento podríamos salvar 50-60% de las bellotas).
- Si el suelo está muy expuesto (falta de vegetación), tiene orientación sur, está a poca altitud o es muy arenoso, éste se secará rápido en superficie. Hay que sembrar en estos casos lo antes posible después de las lluvias. Una vez haya germinado, la raíz profundizará aunque superficialmente el suelo esté seco.

2.11. Obtención rápida del peso seco de una muestra de bellotas con horno microondas

Método de Leslie F. Backer (Backer, 1987):

1. En primer lugar, seque una toalla de papel. (La cantidad de humedad en la toalla de papel es muy pequeña y no supondrá una gran diferencia si no se realiza este paso).
2. Pese la toalla de papel con una balanza y anote su peso (P_{papel})
3. Con la toalla sobre la balanza, ponga la/s bellotas sobre la balanza y anote el peso (P_{fresco}). (Mirar capítulo 16 para elección de báscula).
4. Corte la bellota en rodajas de 2-3mm, cuidando que ningún pequeño trozo se pierda. Este paso sólo es para semillas grandes, como las bellotas.
5. Coloque la toalla y los trozos de bellota en el horno microondas.
6. Caliente en el microondas durante intervalos de cuatro minutos. Cada cuatro minutos; saque la muestra y pésela. Cuando la diferencia de peso sea pequeña, empiece a pesar a intervalos de dos minutos hasta que no haya ningún cambio de peso. La falta de peso indica que se ha eliminado la humedad (P_{final})
7. Si se realizan varias mediciones seguidas en el microondas, compruebe si la bandeja de vidrio del microondas se está calentando. Si es así, deje que la bandeja se enfríe antes de realizar

otra prueba. Si una muestra empieza a humear o aparece carbonizada, inicie otra prueba (con el microondas a menos potencia) después de que el microondas y la bandeja se enfríen.

8. Calcule:

- el peso seco: $P_{seco} = P_{final} - P_{papel}$.
- el %mc fw = $(P_{fresco} - P_{seco}) / P_{fresco} * 100$

Cuando saque la muestra del horno a la báscula observará que el peso aumenta poco a poco. Al estar la muestra muy caliente, absorbe rápidamente humedad del aire. Recomiendo que cada cual establezca su protocolo de actuación. Por ejemplo: 1.- sacar la muestra rápido y poner a pesar; 2.- tras las oscilaciones iniciales, observar el peso mínimo registrado desde el que empieza a aumentar; 3.- anotar ese peso.

El método preferido para calcular el %mcfw es utilizando un horno de precisión para mantener las bellotas a trozos a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 17h. En Semillistas hemos desarrollado el hardware y software necesario para transformar un horno de cocina doméstico en un horno de precisión de laboratorio¹⁵. Necesitará la ayuda de un informático para hacerlo.

2.12. Cálculo del contenido de humedad en semillas

Vamos a explicar primero el cálculo del %mc en cualquier semilla y en el siguiente capítulo hablaremos de las bellotas. Recomendamos jugar un poco con estos procedimientos, antes de tener la urgencia y la necesidad. Pueden probar con las lentejas que tengáis en casa.

Estamos realizando medidas precisas. Si una semilla se pierde, si un trocito de bellota se extravía, las mediciones saldrán alteradas. Se requiere orden y atención. Con una hoja de cálculo podemos ahorrarnos tiempo.

Ejemplo de juego con cálculos de %mcfw de un conjunto de semillas: “Calcular el aumento de humedad de una muestra de semillas a remojo”:

1. Tenemos un conjunto de semillas en una bolsa plástica. Hemos calculado su %mcfw de almacenamiento con una pequeña muestra de semillas, por ejemplo %mcfw = 9%. Esto lo hacemos con el método de microondas (capítulo 13) o en un horno a 103°C durante 17 horas.
2. Podemos coger otra muestra de semillas de la bolsa y ver cómo aumenta su %mc si lo ponemos a remojo o si lo dejamos al aire.
3. En el momento de sacar esa muestra de semillas de la bolsa su %mcfw es 9%. Medimos su peso fresco en ese momento (al salir de la bolsa, antes del remojo) $P_{fresco1} = 2,5$ gr. Sabiendo esto, podemos calcular el peso seco de esa muestra de semillas ($P_{seco} = 2,275$ gr), utilizando

¹⁵ Toda la documentación está en <https://gitlab.com/semillistas/seedlab>

las fórmulas del capítulo 3,. El peso seco permanecerá constante mientras las semillas se hidratan o cogen humedad del aire.

4. Introducimos las semillas en agua.
5. Cada cierto tiempo podemos pesar la muestra de semillas y calcular el nuevo %mcfw. Por ejemplo, a las 2h del remojo, después de secar las semillas superficialmente con una toalla de papel (para eliminar el agua adherida a la superficie de la semilla), se pesan ($P_{\text{fresco2}} = 2,6$ gr). Y se calcula el nuevo %mcfw, ya que sabemos el P_{seco} que tienen ($\%mcfw=12,5\%$).

Resumen:

1. medimos el %mcfw de la bolsa almacenada ---» 9%mcfw
2. pesamos una muestra ---» $P_{\text{fresco1}} = 2,5$ gr
3. calculamos el peso seco de la muestra ---» $P_{\text{seco}} = 2,5 * (1-9/100) = 2,275$ gr
4. después de hidratar 2 horas la muestra, y secar superficialmente, pesamos el nuevo peso fresco ---» $P_{\text{fresco2}} = 2,6$ gr
5. calculamos el %mc nuevo de la muestra ---» $\%mcfw = (2,6-2,275)/2,6 * 100 = 12,5\%$

Detallitos:

- Para el cálculo, tanto del %mcfw en microondas o horno, cómo del seguimiento del %mcfw de unas semillas a remojo, es prudente realizar varias réplicas, para prevenir errores y averiguar el grado de desviación de la media que tenemos.
- Si la muestra de la que queremos hacer un seguimiento de su %mcfw, la ponemos a germinar y entra en fase II, la respiración de la semilla (consumo de azúcares) hará que el peso seco de las semillas disminuya con el tiempo y no podremos utilizar el método anterior para hallar el valor del nuevo %mcfw después de varios días en fase II. Esto depende de la precisión que queramos y del ritmo de respiración de cada especie. En una semilla pequeña, tipo pino, el error que introducimos en el cálculo del %mcfw tras 5 días en fase II, si utilizamos el peso seco inicial de las semillas como constante, es del orden de 0,5%mcfw.

2.13. La medición de %mcfw de las bellotas

Para medir el %mcfw de las bellotas en el momento de la cosecha se pueden seguir varias estrategias, dependiendo de cuándo calculemos el %mc. Además, podemos calcular en microondas el %mcfw de todas las bellotas juntas o se puede calcular el %mcfw de cada bellota por separado (así tendremos una idea de la variabilidad de %mc del conjunto de bellotas cosechadas). Si hacemos la medición del %mcfw con bellotas por separado, podremos calcular la media y la desviación estándar de cada lote. Para obtener una buena información estadística hay que realizar el cálculo del %mc con al menos 25 bellotas. Pero esto dependerá de la precisión que necesitemos y de las necesidades de cada momento.

Medición del %mcfw en el momento de la cosecha

Estrategia 1:

1. tras la cosecha tenemos las bellotas por lotes (de cada árbol por separado o juntas).
2. limpie de restos de hoja y cúpula de cada saco de bellotas.
3. desinfecte con lejía las bellotas.
4. extienda las bellotas para secado (al sol no!!) y espere a que sequen superficialmente (ventilador y remover las bellotas)
5. separe 2 grupos de 10 bellotas (G1 y G2) y séquelas superficialmente si quedan restos de agua.
6. pese G1 (PFG1) y deje secándose junto a las bellotas extendidas (que no se mezclen).
7. calcule el %mcfw de las otras 10 bellotas (G2) en microondas o horno (todas juntas o por separado). Obtenga la media para el siguiente paso.
8. suponemos que la media del %mcfw de G1 y G2 al inicio era la misma, así que ya podemos calcular el peso seco de G1 (del conjunto de bellotas) y calcular así el %mcfw mientras se seca el lote:
 - 8.1. el %mc de G1 será el mismo que en G2 ---» $\%mcfwG1 = \%mcfwG2$
 - 8.2. calculamos el peso seco de G1 ---» $PSG1 = PFG1 * (1 - \%mcfwG1 / 100)$
 - 8.3. a intervalos de tiempo, pesamos las bellotas G1 ----» $PFG1nuevo$
 - 8.4. y calculamos el nuevo %mcfw---» $\%mcfw = (PFG1nuevo - PSG1) / PFG1nuevo * 100$
9. cuando G1 tenga el %mcfw adecuado, almacene el lote en bolsas de PE a 4°C (al almacenar las bellotas deben estar secas superficialmente, sin restos de agua).

La medición en microondas es rápida, se puede hacer mientras las bellotas están extendidas secándose superficialmente.

Estrategia 2

Se evitan sorpresas si nada más recibir las bellotas de la cosecha se calcula el %mcfw. Así, al día siguiente, cuando se proceda a la limpieza, ya tenemos datos para tomar decisiones. Se pueden dar estas casuísticas:

1. el %mcfw es superior al 43%: se procede como explica la estrategia 1.
2. el %mcfw está entre 40% y 42%: se procede como anteriormente, pero no es necesario calcular %mcfw nuevamente. Inmediatamente después de que las bellotas extendidas se sequen superficialmente tras la desinfección, se embolsan. El secado superficial debe estar completo. Ya que las bellotas extendidas pierden 1,5%mc al día, darles unas pocas horas de secado para asegurarse que superficialmente están bien secas.
3. el %mcfw está entre el 36% y el 40%: las bellotas no podrán almacenarse óptimamente. Se procede como el caso “entre 40 y 42%”. Al recibir estas bellotas de la cosecha, podemos almacenarlas bien tapadas con plástico para evitar que se sequen más. Si es poca cantidad, mejor embolsar, meter en la nevera.
4. el %mcfw es menor del 36%: proceder como en el caso “entre 36 y 40%”. Hay riesgo de que el % de germinación tras almacenamiento sea muy bajo.

Al haber realizado un seguimiento del %mcfw sabremos a qué %mcfw hemos almacenado las bellotas. En el caso de cosecha de grandes cantidades de bellotas, podemos realizar una medición de seguridad, volviendo a medir el %mcfw unas dos semanas después de iniciar el almacenamiento. Con este dato asegurado podremos elegir cómo pregerminamos las bellotas para sembrarlas en campo.

2.14. Elección de la báscula

Las básculas pueden adquirirse con diferentes grados de precisión, coste y fiabilidad. Desde 0,1 mg con calibración manual a 1000€, hasta 1 mg sin calibración a 20€. Para el uso en un pequeño proyecto de reforestación con bellotas, podemos optar por las básculas baratas, pero tendremos que tener en cuenta el error que introducen, que depende, además de su precisión, del peso de la muestra.

Para hacerse una idea, mostramos unos ejemplos de errores, en función de la cantidad de semilla pesada (PF) y la precisión de la báscula:

Error en %mcfw	peso muestra PF (g)									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	2	5	10
0,0001	0,1950	0,0975	0,0650	0,0488	0,0390	0,0279	0,0195	0,0098	0,0039	0,0020
0,001	1,950	0,975	0,650	0,488	0,390	0,279	0,195	0,098	0,039	0,020
0,01	19,50	9,75	6,50	4,88	3,90	2,79	1,95	0,98	0,39	0,20

Calculado con método de propagación de errores de las derivadas parciales, asumiendo el caso peor.

Por ejemplo, si hemos medido un %mcfw del 8,3% con una báscula de 0,001g en una muestra de 1 gramo, nuestra medida quedará %mcfw=8,3 ± 0,195 %.

En la tabla se muestra en marrón el error asumible para nuestros cálculos. Dependiendo de la necesidad de nuestro cálculo sería posible asumir un error de 0,2% o mayor.

Una bellota pesa entre 2 y 10 gramos. Si pesamos bellotas individualmente necesitaremos una báscula 0,001 g. Si pesamos un conjunto de bellotas, con una báscula de precisión de 0,01 g será suficiente.

En el mercado chino hay básculas de 0,001 g que miden hasta 50 g máx y otras de 0,01 g que miden hasta 300 g. Ambas rondan los 20-30€. Aunque estas básculas no tienen calibración manual, para el uso en el ajuste de la humedad de las bellotas no necesitamos más. En todo caso, para ganar precisión, antes de ir a las básculas más caras, podemos comprar pesas de precisión para saber el error que están introduciendo nuestras básculas baratas.

2.15. Elección del micrositio de siembra

En las zonas semiáridas del monte mediterráneo se mejora enormemente la supervivencia si sembramos las bellotas bajo en amparo de arbustos o plantas nodrizas. Una planta nodriza es cualquier herbácea o arbusto que ejerza un efecto facilitador en la supervivencia de otra planta que nace y crece al amparo de la primera. Lo que ocurre en forma de facilitación en el mediterráneo se convierte, en ambientes de clima atlántico o noreuropeo, en competencia.

La facilitación se da a varios niveles (en comparación a la siembra sobre suelo desnudo):

- reducción de la pérdida de humedad del suelo por efecto de la sombra de la nodriza.
- protección del sol directo durante el verano.
- mejora de las características climáticas del micrositio.
- protección de la plántula joven de los herbívoros.
- acceso rápido a las endomicorrizas de la nodriza.
- mejor microbiota en el suelo bajo la nodriza.

Cada especie puede tener nodrizas que le vengan mejor que otras, en función de sus necesidades. La mejor forma de elegir las “nodrizas perfectas” para una especie que queramos sembrar es la observación de la regeneración natural en la zona limítrofe de nuestro ecosistema de referencia. En altura (a más de 1000 m), las encinas nacen en el interior de los piornos. Más abajo les encanta crecer dentro de las retamas. No siempre podremos sembrar con esas nodrizas, pero nos darán una idea de las condiciones que prefieren las plantas que queremos introducir. En el caso de la encina, pinchos o ramas bajas que protejan la bellota de los jabalís, dejar pasar el 60% de la luz del sol (retama), lo más escondida posible de los herbívoros durante los primeros años, etc...

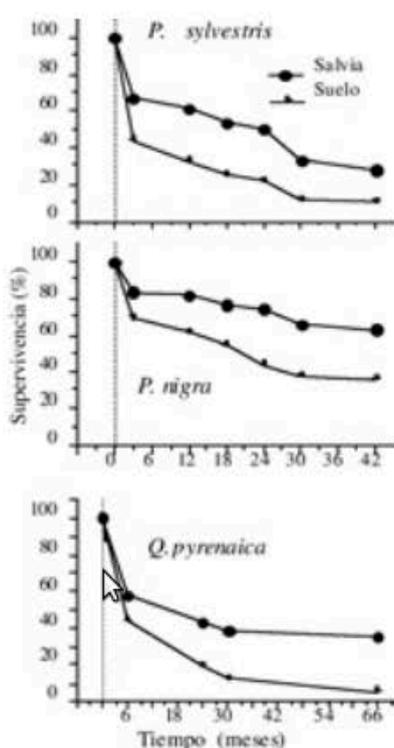


Figura 1. Porcentaje de supervivencia de los plantones de *Pinus sylvestris*, *P. nigra* y *Q. pyrenaica* bajo matorral (*Salvia*) frente a la técnica tradicional (*Suelo*) a lo largo del periodo de muestreo (cuatro años para *P. sylvestris* y *P. nigra*; seis años para *Q. pyrenaica*)

El siguiente texto y figura son de un estudio realizado en Sierra Nevada (Castro 2004) que demuestra el efecto facilitador para el caso de la supervivencia de una reforestación realizada con el método de trasplante de plantas criadas en vivero. El texto del estudio dice:

“La supervivencia de los plantones también dependió de la planta nodriza. El efecto varió desde un elevado incremento de la supervivencia bajo leguminosas y matas ($d+=1,74$ y $d+=0,98$, respectivamente), hasta un efecto negativo de las cistáceas ($d+=-1,52$), único grupo que no favoreció la supervivencia de los plantones. En cuanto a los gradientes ambientales, la facilitación por los matorrales fue mayor a baja altitud ($d+=1,90$) que en cotas altas ($d+=0,80$), mayor en la solana ($d+=1,52$) que en la umbría ($d+=0,90$), y mayor en los años secos que en el año lluvioso”.

Las nodrizas pueden ser muy espesas en el caso de la encina. Si tienen poca luminosidad (menor del 60%)

tardarán más tiempo en crecer, pero tendrán más posibilidades de sobrevivir el primer verano. Si una nodriza es alta (p.e. una aulaga de 1 m de alto), la encina estará bien protegida y crecerá lentamente hasta que supere esta altura y reciba más luz. Este también es el caso de la siembra de bellotas en pinares de repoblación donde haya poca diversidad de especies. En este caso, las encinas crecerán lentas bajo la sombra de los pinos, pero su sistema de raíces se hará extenso. Cuando los pinos caigan (p.e. por nevadas, vientos o talas), estas pequeñas encinas crecerán rápidamente. Se dice que una encina puede vivir 200 años esperando que el pino que le hace sombra caiga. Esta labor de bellotear pinares de repoblación es una tarea casi infinita en la península ibérica.

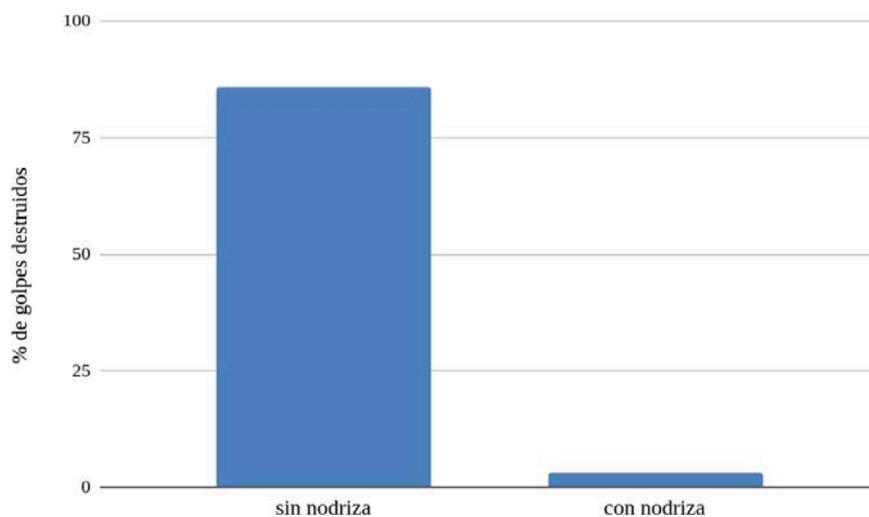


Gráfico 9. % de golpes destruidos de bolina, 6 meses tras la siembra (Semillistas 2021).

En Semillistas usamos el lado norte de las nodrizas para realizar las siembras. Sobre todo para conservar mejor la humedad del suelo los meses posteriores a la siembra.

Además de las nodrizas individuales, tenemos el concepto de isla. El monte mediterráneo en proceso de regeneración es un conjunto de islas de matorrales. Cada isla está compuesta de varias especies que crecen juntas y revueltas. Entre estas islas hay pasillos por donde caminan los grandes animales del bosque (zorros, jabalís, cabras). En estos pasillos, si sembramos, será rápidamente pisoteado y destruido (gráfico 9).

En las nodrizas, individuales o islas, hay zonas especiales del monte que llamamos “zonas no tocadas”. Por ejemplo, 1m² de aulagas secas semiaplastadas donde claramente se ve que ningún animal ha pasado durante años. O el mulch de debajo de un romero que no se ha movido por jabalís en años. La observación de estos lugares asegura la permanencia de la nueva planta.

Por último, una vez elegido el micrositio, podemos simplemente sembrar o realizar un pequeño alcorque. Debido a la alta posibilidad de lluvias torrenciales en el mediterráneo, las zonas con pendiente, los suelos arcillosos, las zonas con escasa vegetación, tendrán mucho más aporte de agua si realizamos un pequeño alcorque o incluso una pequeña zanja de infiltración. No hablamos de grandes zanjas o sistemas de keyline, más bien algo parecido al sistema Zai subsahariano, pero en un

suelo lleno de nodrizas. En Semillistas estamos realizando estas zanjas en el lado de la nodriza que facilita al caballón de la zanja sujetarse en el tronco o ramas de la nodriza, y sembramos la bellota en el lado norte de la nodriza, fuera de la zanja. La elección de realizar o no alcorque, o de poner más esfuerzo en una zanja, dependerá de cada parcela, de la intuición del sembrador o de ensayos previos en la zona. Estos pequeños alcorques o zanjas tienen sentido para mejorar la supervivencia el primer y segundo año, y no resistirán más allá de los primeros años. Por eso le estamos llamando pequeñas zanjas y deben ser fáciles y rápidas de realizar.

2.16. Predación por ratones y jabalís

Ecología de la dispersión

Antes de hablar de siembra humana, hablaremos de la relación de las bellotas con roedores y jabalís. En zonas secas, cuando la bellota cae de la encina muere en poco tiempo. Así, la dispersión de las bellotas depende de la acción de los arrendajos y roedores, que cogen las bellotas y las entierran en su territorio vital para posterior consumo. Los arrendajos pueden llevar bellotas lejos de la encina madre. Los ratones extienden el límite del bosque poco a poco. Pueden encontrarse más información sobre la ecología de la dispersión de bellotas por ratones en (Muñoz 2011), (Sunyer 2015), (Sunyer 2016), (Villalobos 2020), (Gomez 2002).

Una interesante curiosidad es la interacción entre el curculio y el ratón (Perea 2012). El Curculio Elephas es el gorgojo de las bellotas. Ponen los huevos en la bellota, al nacer se alimenta de ella y engorda en el típico gusano gordito. Este gusano sale de la bellota haciendo un agujero bien visible en la testa, y se entierra en el suelo, para seguir su ciclo metamórfico hasta que al año siguiente vuelve a convertirse en gorgojo que vuela para poner huevos en otra bellota. Perea observó que los ratones, cuando van por la noche a comer bellotas caídas bajo la encina, prefieren comer bellotas con gusano. Cuando se han llenado la tripita, escogen bellotas, preferentemente con gusano, para llevarlas a esconder enterradas en el territorio cercano. Muchas de estas bellotas que esconden, son consumidas por los mismos u otros ratones a lo largo del invierno. Pero otras escapan y logran germinar. La curiosidad es: en la historia de nuestros bosques, la probabilidad de que la nueva encina proceda de bellota con gusano es mayor que de bellota sin gusano. En estos tiempos de regeneración antrópica, no es así.

Los ratones y jabalís encuentran las bellotas por su olor (Engman 2020). Parece que el sentido ecológico de que las bellotas generen volátiles es el de llamar microorganismos. La supervivencia de la pequeña encina dependerá de la rápida simbiosis que realice con endomicorrizas. Sin olores, las esporas no reciben la llamada para germinar. Se dice que una bellota permanece unida a la encina hasta dos años tras la germinación, emitiendo volátiles y suministrando nutrientes. En Semillistas nos parece esencial entender el periodo de emisión de volátiles, ya que determina el tiempo que debemos mantener las barreras físicas para los jabalís.

El olor de las bellotas es bastante apreciable por humanos cuando están en proceso de germinación, es decir, cuando están rehidratándose. En cambio, cuando están secándose, no podemos detectar su olor. En EEUU se estudió una ardilla que sólo encontraba bellotas cuando estaban en proceso de rehidratación. En ningún país mediterráneo hay estudios al respecto. Una vez, en Semillistas,

sembramos bellotas en suelo seco para chequear la existencia de roedores, y las bellotas no fueron predadas hasta después de una lluvia. No estamos seguros, pero cabe la posibilidad de que las bellotas no emitan volátiles si no están en camino hacia la germinación.

Antes de cerrar este apartado de ecología de la dispersión, nos atrevemos a lanzar una hipótesis, para dar valor a los jabalís en cuanto a su papel en el ecosistema. A primera vista, los jabalís son devoradores de bellotas y parece que dificultan su regeneración natural. Pero al comer las bellotas bajo una encina, y remover el suelo, también están ingiriendo gran cantidad de esporas de endo y ectomicorrizas. Después depositan las heces repartidas por todo el ecosistema. Si no hicieran esta labor, no habría esporas endomicorrícicas en zonas sin encinas, ya que estas esporas no se dispersan de forma aérea como las ectomicorrizas. Los jabalís son, en nuestra hipótesis, los grandes dispersores de esporas de endomicorrizas.

Restauración

Cuando nos enfrentamos a la siembra directa, además de la gestión adecuada de las bellotas para asegurar su germinación, el gran problema es su apetecibilidad por parte de numerosa fauna. Vamos a referirnos a los ratones y jabalís, que son los que forman parte de nuestra experiencia.

Normalmente hay muchos ratones en el monte. De media pueden haber 1000 por ha. Hay zonas donde no hay (temporalmente) y otras donde siempre habitan. Antes de realizar una siembra, es prudente realizar un muestreo de la zona de actuación. En Sierra Lujar, sembramos donde sembramos, los ratones consumen TODAS las bellotas en menos de 3 días. A veces, incluso los jabalís son más rápidos que los ratones. Un muestreo consiste en la siembra de unas pocas bellotas y en su observación durante los días siguientes.

Para realizar un muestreo, se debe hacer durante las fechas de siembra. La población de ratones en el mediterráneo es mínima en verano (al contrario que en el norte de Europa). Hasta que no llueva en otoño y se abran posibilidades para la alimentación de los ratones, éstos permanecen en mínimos poblacionales. Así, no podemos realizar muestreos en verano. Debemos hacerlos en la misma época de siembra (si hay lluvias, en otoño, invierno y primavera). El muestreo debería extenderse a zonas limítrofes de nuestra zona de actuación, ya que es probable que no tengamos ratones en nuestra zona, pero que, tras la siembra se desplacen desde zonas cercanas.

Si no ha llovido mucho, no habrá muchos ratones (y tampoco podremos sembrar, ya que esperaremos las buenas lluvias). Cuando llueva, quizá podamos sembrar sin muchos ratones inicialmente. Pero los jabalís estarán hambrientos y olerán bellotas desde muy lejos. En Sierra Lujar, los años de escasas lluvias y escasa producción de bellotas y otros alimentos para jabalís, ninguna siembra duraba más allá de una sola noche. Incluso eran capaces de destruir con sus dientes malla de alambre que protegía bellotas en su interior. Cuando hay buenas lluvias y comida en el monte, nada de esto ocurre.

Antes de ver las opciones que tenemos para frenar a los predadores, vamos a ver aquello que no funciona:

- repelentes. Sin ninguna solución a nivel académico todavía. Se ha probado incluso olor de depredadores (visón) para ratones, sin resultados claros. La cayena (capsaicina) provoca un cierto efecto repelente, pero disminuye la germinación de las bellotas al 50% y retrasa la

germinación (Villalobos 2019) (Birkedal 2010). También existe el RTA50 (aceite empireumático), para alejar a los jabalís de una zona. Es un olor persistente, pero que necesita continuas aplicaciones. No es efectivo 100%.

- barreras de olor. Sin ninguna solución a nivel académico todavía. Se sabe que el biochar hace de barrera de olor, pero todavía no se han obtenido soluciones.
- tóxicos. Los principios activos de la adelfa, el torvisco pueden matar ratones y jabalís, además de entrañar mucho riesgo en humanos. Está prohibido su uso. En el pasado se utilizaban venenos para acabar con las poblaciones de roedores antes de una siembra.

La única forma de frenar ratones y jabalís, de momento, son las barreras físicas (las soluciones que buscamos pueden servir sólo para ratones, sólo para jabalís o para ambos al mismo tiempo):

- Protector de Reque (Reque 2015) (Foto 2 del punto 2.21). Lenta construcción, muy caro. No requiere extraer el protector posteriormente. Su funcionamiento se basa en:
 - protector frente ratones debido a tener las bellotas encerradas en una malla metálica. El ala inferior facilita que el ratón no acceda, ya que cuando un ratón se mueve en vertical hacia abajo y topa con un obstáculo, se retira de la búsqueda sin insistir. Esta forma de comportamiento podría derivar en otro tipo de dispositivos sencillos para impedir el acceso al ratón, por ejemplo, un prisma (medio seed shelter) con ala inferior. Los ratones no tienen memoria, el protector se verá atacado sucesivamente a lo largo del tiempo por multitud de ratones.
 - protector frente a jabalí debido a su memoria. El jabalí desentierra el protector, pero no puede acceder a las bellotas y mientras lo intenta se pincha el paladar con los alambres. Cuando desentierre unos pocos más aprenderá que no sirve de nada y dejará de desenterrar dispositivos. Es necesario enseñar a todos los jabalís que habitan el territorio de la zona de actuación. En Semillistas lo probamos en la Alpujarra (tierra de abundancia de comida) y funcionó. Montamos 300 unidades y las sembramos en Sierra Lujar. Ese año los jabalís estaban hambrientos por la falta de lluvias y cortaron alambres con sus dientes.
- Solución semillistas para ratones (ver punto 2.21). Materiales baratos (0,3€/unid), lenta instalación (5-7 min), cuidados posteriores (requiere extraer el protector posteriormente). Se basa en el comportamiento del ratón al no insistir cuando encuentra un obstáculo. Hemos descartado esta solución por el coste elevado en la instalación.
- Seed shelter (Foto 3 y 4, punto 2.21). Patente de la UGR (Castro 2015). Material no biodegradable (polipropileno). Una única empresa (Grupo Sylvestris) tiene los derechos de comercialización (0,43€/unid). Preparación previa (montaje y llenado de sustrato y bellotas previo a la siembra). Fácil instalación en campo, y no requiere extraer el protector posteriormente. Es un protector que funciona perfectamente con ratones y tiene la gran ventaja de tener una fácil instalación, muy similar a sembrar una bellota. Todavía no se ha encontrado un material biodegradable que resista a los ratones. En Semillistas estamos probando durante 2024 con cartón prensado.

- Piornos (Foto 6, punto 2.21). En experimentación en Semillistas para frenar jabalís. Requiere seed shelter para que pueda ser instalado dentro del piorno fácilmente. Así, este método servirá para ratones y jabalís en zonas altas donde existan estas estructuras arbustivas. Relativa fácil instalación (pincha una mijilla, necesario utilizar protectores de manos y brazos - materiales tipo “cordura”). El trabajo que estamos afinando es la forma de instalación, bien metido sin romper el piorno, para que el jabalí decida no dañar su hocico con los pinchos del piorno. Por ahora, los resultados están siendo satisfactorios.
- Pastor eléctrico para jabalís. El truco de los señuelos es la manera 100% efectiva para que un pastor eléctrico funcione para jabalís (Foto 1, punto 2.21). Sin señuelo, el jabalí atraviesa los pastores sin ningún problema, ya que su gruesa piel y duro pelo es una “armadura”. El señuelo hace que se acerque lento, con miedo, para averiguar qué ocurre con ese elemento extraño. Al acercarse al señuelo, lo hace con su hocico, su punto vulnerable, y es ahí donde le da la descarga. Recordamos que un pastor eléctrico homologado no deja ninguna secuela, solo un dolor agudo, y éste se guarda en la memoria. La desventaja del método es su coste de instalación y mantenimiento. Estamos estudiando cuánto tiempo hay que dejar el pastor activo hasta que los jabalís se desinteresen por las bellotas. Utilizamos un sensor del voltaje del pastor, conectado a internet, para actuar rápido y reducir en costos de mantenimiento (Fence alarm de Luda.Farm; también estamos empezando a diseñar un dispositivo open source que cubra mejor nuestras necesidades de monitoreo).

A continuación podéis ver los costes de alguno de los sistemas descritos. Son los costes operativos más los costes organizativos. El % supervivencia indica la supervivencia respecto del nº de semillas sembradas (que hemos definido como tipo 2 en el punto 2.18). El coste está calculado para una parcela de 3 ha, a pie de pista o carretera, a una distancia de 45 min del punto de reunión con los trabajadores, incluyendo salarios, costes de seguridad social y costes indirectos de la organización. Está calculado según dos proyectos ejecutados en 2023 en Sierra Lujar, a 1000 y 1600 m.s.n.m.

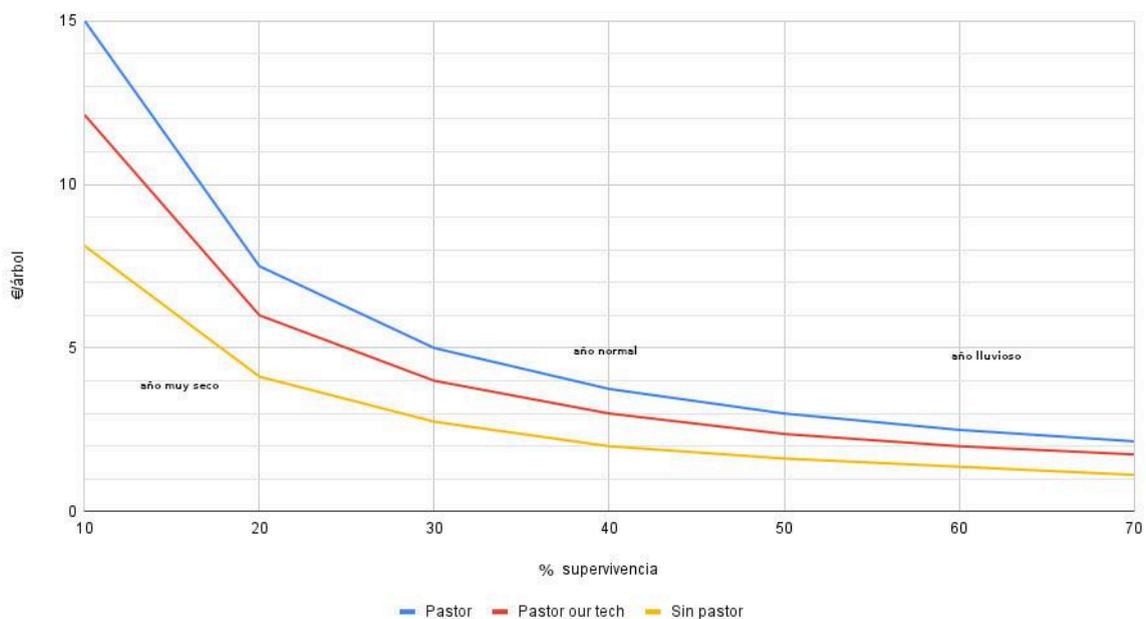


Gráfico 10. Coste de la siembra de bellotas para 3 ha (Semillistas).

línea azul-pastor : pastor eléctrico, seed shelter, monitoreo remoto comercial

línea roja- pastor our tech: pastor eléctrico (normativa CE), nuestro protector de ratones y nuestro monitoreo remoto. Es una estimación, ya que todavía no tenemos finalizado el desarrollo de estas soluciones.

línea amarilla-sin pastor : caso piornos, con seed shelter.

Otras posibles opciones o líneas de investigación, en la predación de ratones y jabalís:

- Observación de los movimientos de las poblaciones de jabalís y rastreo de zonas sin ratones. Hemos observado que los jabalís utilizan las pistas y sendas humanas como autovías para sus desplazamientos. Sembrar lejos (más de 100-200 m) de estas vías aumenta las posibilidades de éxito. Pero es muy arriesgado, ya que no deben acercarse a la zona durante 1-2 años.
- Lana de acero para ratones. En construcción se utiliza este material para frenar ratones. Es un material barato y biodegradable. Los finos hilos de acero cortan los labios del ratón cuando intenta pasar y el roedor desestima seguir avanzando. En Semillistas hemos encerrado bellotas con sustrato húmedo en el interior de una bola de lana de acero con buenos resultados contra la predación, pero el aire que queda en el interior de la lana impide que la raíz atraviese los hilos de acero y se queda enrollándose en el poco sustrato que tiene dentro de la bola de lana. Creemos que es prometedor, pero necesita investigación, por ejemplo: se podría diseñar un material de celulosa con fibras de lana de acero.
- ¿Podemos hacer algo para eliminar un olor durante 2 años?. Esta vía necesita de más investigación académica para acercarse a soluciones viables. El biocarbón podría usarse como barrera del movimiento de los volátiles. Nuestra experiencia intentando enmascarar el olor no ha sido satisfactoria (RTA50, aceites esenciales...)
- ¿Cómo aprovechar que un ratón pueda comer la bellota (por ejemplo tras el primer verano de la plántula) y así el jabalí ya no actuará? Para reducir los costes del pastor eléctrico necesitamos reducir el tiempo que está instalado y mantenido. Si, tras el primer verano, quitáramos (desenganchando) la bellota de la plántula sobrevivida, el jabalí no daría problemas. Pero esto es muy caro hacerlo manualmente. Si el protector de ratones permitiera proteger la bellota durante un tiempo y luego se degradase, los ratones podrían eliminar las bellotas, y ya no necesitaríamos mantener el pastor eléctrico para los jabalís.
- Seed shelter con material biodegradable. Introducir polipropileno en el ecosistema no es una solución para nosotros, aunque temporalmente pensamos utilizarlo. Estamos buscando soluciones con geotextil, cartón prensado, etc...

2.17. Pequeña introducción al uso de microorganismos en la restauración forestal

No nos atrevemos a hablar extensamente de microorganismos, ya que es demasiado complejo y tenemos escasa experiencia. Por eso reducimos este punto a dos aspectos breves. Dejamos en la

bibliografía algunos documentos que nos parecen básicos para aproximarse a este mundo, así como unos estudios académicos interesantes:

- Brundrett, 1996. Es la biblia de los microorganismos simbiotes.
- Restrepo, 2007. Facio, 2017. Simón, 2014. Bioreactores, microorganismos de montaña, aplicaciones para agricultura, etc
- Biotecnología para la extracción de comunidades microbianas del suelo sano (liofilizado) para la introducción en suelos perturbados. Postincendio en los Guajares (Vilchez 2023) y post minería en Australia (infinidad de autores).
- Tichavsky, 2018. Holohomeopatía.
- Independencia ectomicorrízica (Oria 1991) (Jalón 2020)

Turismo de microorganismos

Con el auge de este conocimiento y los beneficios que trae, las grandes multinacionales agrícolas están criando microorganismos del suelo en Canadá, que son de origen de Nueva Zelanda y vendiendolos a agricultores de la India. La globalización se ha comido la ética y los cuidados de aspectos que todavía no sabemos las consecuencias.

Desde nuestro punto de vista, igual que cuidamos de la procedencia de la genética de nuestros árboles y arbustos, debemos hacer lo mismo con la genética de hongos, bacterias y demás seres diminutos.

Extracción de endomicorrizas

A cada especie vegetal le gusta micorrizarse con hongos específicos para esa especie. Las ectomicorrizas propagan sus esporas por el aire. Pero las endomicorrizas esporulan en el interior de las raíces de la planta huésped. Si el ecosistema está degradado o en una etapa inicial de la sucesión vegetal, es difícil que tenga las endomicorrizas necesarias para acoger los árboles y arbustos que queramos introducir. En Semillistas envolvemos las semillas con estas esporas endo (específicas de cada especie vegetal y de procedencia local) antes de sembrarlas para aumentar las posibilidades de una simbiosis óptima lo antes posible.

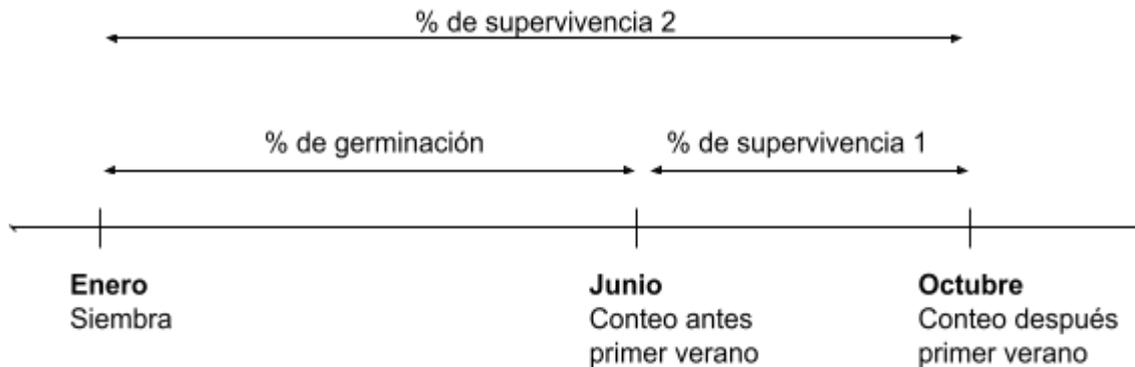
Las esporas endomicorrízicas las cosechamos de las raíces finas y superficiales de diferentes plantas de la especie que queremos introducir. Elegimos un lugar sano del bosque local, hacemos un pequeño agujero cerca del tronco. Colectamos raíces finas y suelo (las viejas raíces finas forman parte de la materia orgánica del suelo superficial) en muy poca cantidad. Esto lo hacemos para los pinos, lentisco, aladierno, etc. Cada especie vegetal con sus simbiotes específicos. Trituramos las raíces y cribamos el suelo. El polvo resultante es con el que envolvemos las semillas.

2.18. Estudios de siembra directa y plantación de Quercus

Se muestran dos estudios en Andalucía que muestran la efectividad de la siembra directa de bellotas en comparación con la plantación, además de los datos de las siembras de Semillistas en 2023.

Debemos distinguir diversas formas de calcular la supervivencia:

- % de supervivencia (tipo 1) de plantas vivas tras el verano respecto al número de plantas vivas antes del verano.
- % de supervivencia (tipo 2) de plantas vivas tras el verano respecto al número de semillas sembradas.
- % de germinación (plantas vivas antes del verano respecto al número de semillas sembradas)



En Semillistas optamos por utilizar el % de germinación (que alude al éxito de nuestras decisiones en cuanto al proceso de almacenamiento, fecha de siembra y micrositio de siembra) y el % de supervivencia 1, que da una idea real de la supervivencia respecto a las plantas vivas antes del verano y que depende de una combinación de nuestras decisiones y del clima de ese año. El % de supervivencia 2 no lo usamos porque mezcla dos procesos casi independientes: germinación y atravesar el primer verano.

Experiencia de regeneración de encinar en la sierra norte de Sevilla. (Tejeiro, 2004).

% de supervivencia tipo 2, de 288 semillas o plántulas tras X meses tras siembra o plantación. El mes

	Mes 0	Mes 8	Mes 16	Mes 41
Bellotas	100	41,07	38,39	29,91
1 savia	100	34,82	27,68	18,30
2 savias	100	28,57	14,73	8,48

0 corresponde a noviembre y se sembró sobre suelo desnudo de vegetación.

Dehesa en Sevilla a 300 m.s.n.m. Cavado manual. Sin riego en verano.

Hay que interpretar bien los datos. Las bellotas vivas el mes 8 corresponden a las que realmente germinaron (medición antes del primer verano) y por tanto la supervivencia a los 41 meses es 29,9% respecto a las semillas sembradas, pero un 78,8% respecto a las que realmente germinaron. En cambio, en el caso de plantación a 1 savia, al mes 8 sólo sobrevivían el 34%, o 18% al mes 41. Es decir, si comparamos la supervivencia tipo 1 tendremos una supervivencia de 78,8% en la siembra y de 18,3% en la plantación.

Siembras profundas con ayuda de tubos protectores. Resultados de ensayos comparativos de siembras y plantaciones bajo condiciones áridas en Vélez-Rubio. (Egaña, 1997)

	6 + 9 cm + tubo	6 cm + tubo	6cm sin tubo
siembra	56%	13%	0%
plantación	51%	14%	4%

Siembra en Vélez Rubio a 1000 m.s.n.m. Pendiente 20%, orientación oeste. Subsolado a 50 cm. Sin riego. El cuadro indica la supervivencia tipo 2, a 1 año tras la siembra. El año de estudio sólo llovieron 100 litros en octubre. Se sembró en enero sobre suelo desnudo.

La siembra profunda (primera columna) se realiza a 9 cm bajo la superficie del suelo (se realiza un hoyo de 9 cm y a partir de ahí se siembran a 6 cm bajo este nuevo nivel del suelo).

Al igual que el ejemplo anterior, hay que tener en cuenta que no todas las semillas germinaron y el % de supervivencia mostrado es en relación al total de bellotas sembradas, no a las bellotas que sí lograron germinar. El dato de % de supervivencia tipo 1, no podemos obtenerlo en este caso.

La baja supervivencia de las siembras no profundas (0-13%) se debe, probablemente, a la no germinación, en vez de a la no supervivencia tipo 1, ya que la siembra fue 3 meses después de la lluvia y el suelo a 6 cm de profundidad hipotetizamos que estaría demasiado seco .

Del mismo modo, la alta supervivencia de las siembras profundas puede ser debido a alta germinación (a esa profundidad sí había humedad para completar la germinación), más que una alta supervivencia de las plantas que sí germinaron.

Es importante saber a qué se refiere el % de supervivencia para un buen análisis de datos.

Siembra en Sierra Lujar (Semillistas 2023)

	Olías (1000 m.s.n.m)			Cumbre (1500 m.s.n.m)
	Zona muy rocosa	Zona menos rocosa	Toda la parcela	Toda la parcela
% germinación	61	63,4	66,7	41,1
% superv 1	29,4	77,9	59,6	86,1
% superv 2	17,8	49,4	39,7	35,4
golpes muestreados	14	82	578	123

Las lluvias de este ciclo hidrológico (2022/23) fueron de 15 litros en noviembre, 235 litros en diciembre de 2022 y 106 litros a finales de mayo/principios de junio de 2023 (datos SAIH Hidrosur para la cumbre de Sierra Lujar).

Características Olías

- La zona menos rocosa tiene unos 30-40 cm de profundidad antes de llegar a un lecho de roca fracturada. La zona más rocosa tiene esta roca fracturada emergida en superficie.
- Suelo con presencia de arcilla y orientación NE. Densa cobertura de esparto, romero, jaras y aulagas principalmente, con alguna encina dispersa.
- Se instaló pastor eléctrico para jabalís y protectores de cono y malla para ratones.
- Las bellotas se almacenaron con %mcfw=39% de media. Antes de la siembra tuvieron entre 2 y 6 semanas de estratificación fría.
- La siembra se realizó entre finales de febrero y primeros de marzo de 2023, sobre suelo húmedo a unos 4 cm de profundidad.
- A excepción de unas pocas siembras, el micrositio de siembra fue en el interior de las islas arbustivas, preferentemente en su lado norte.

Características Cumbre

- Zona de roca fracturada emergida en superficie.
- Suelo con presencia de arcilla y orientación N. Densa cobertura de piornos y salvia.
- Sin protección para predación. De todas las zonas en las que se sembró en la cumbre, ésta fue la única donde ni ratones ni jabalís actuaron.
- Las bellotas se almacenaron con %mcfw=39% de media. Antes de la siembra tuvieron 2 días de remojo.
- La siembra se realizó el 22 de diciembre de 2022, sobre suelo húmedo a unos 6 cm de profundidad en el interior de las nodrizas.

La germinación fue mejor en Olías que en la cumbre, probablemente debido a:

- la estratificación fría realizada para las bellotas de Olías.
- las fuertes heladas de enero y febrero en la cumbre, que congelaron el suelo hasta 3 cm de profundidad. Esto quizá restó viabilidad a las bellotas en germinación.

La supervivencia tipo 1, en la cumbre, fue algo mayor debido a la altitud, lo que supone un verano más corto. La supervivencia tipo 1 en Olías estuvo condicionada a la profundidad del suelo.

2.19. %mcfw bellotas en la cosecha

Para finalizar la exposición de la experiencia de Semillistas durante los últimos años, vamos a hablar sobre el contenido de humedad de las bellotas en el momento de la cosecha. Es algo que todavía no hemos podido explorar en profundidad, pero que presentamos como tentativa para la comprensión. Es decir, mostramos nuestra frontera del conocimiento respecto a una cosecha óptima. Estamos seguros que en sucesivos años tendremos propuestas más comprensibles y mejor organizadas.

El objetivo de este capítulo es comprender mejor en qué estado están las bellotas en el momento de la cosecha, para decidir mejor cuándo cosechar y la forma de almacenamiento. La variabilidad genética de cada encina lleva a una gran disparidad de casos posibles en la maduración de las bellotas. En este apartado analizaremos algunos casos para facilitar la comprensión de esta variabilidad y así, que cada proyecto pueda tomar sus propias decisiones.

Se deben recoger del árbol (no del suelo, ya que probablemente estarán demasiado secas) y que todas las bellotas estén maduras (con poco verde y mucho marrón, así nos aseguramos que ya han bajado del 44%mcfw) (si se cosecha bellotas al mismo tiempo verdes y marrones, hay que dejar que se sequen por debajo del 44%mcfw). El momento de la cosecha es crítico, cuando están maduras caen del árbol. Cada árbol tiene un momento de maduración diferente, y es importante recoger bellotas de árboles de distintas fechas de maduración (variabilidad genética del momento de la floración). La importancia de esto se debe a asegurar la producción de bellotas en la zona que estamos regenerando, ya que el cuajado de las flores puede verse afectada por heladas tardías o exceso de humedad. Así, asegurar un amplio margen de floración dará resiliencia al ecosistema que estamos ayudando a regenerarse. En Semillistas recogemos como mínimo, bellotas maduras a principios y a finales de noviembre.

Vamos a analizar los datos de contenido de humedad de diferentes lotes, cada uno con bellotas cosechadas de varios árboles que juntamos en un mismo lote si las características del color externo es similar. En los gráficos se muestra, para cada lote, la media del %mcfw, así como la desviación estándar. Las medidas se realizaron a partir de bellotas individuales, para poder hacerse una idea del margen de %mcfw que tiene un lote.

La recomendación de la medida de %mcfw de un lote para decidir el tiempo de secado previo antes del almacenamiento en bolsas de PE, es realizar el cálculo con un conjunto de bellotas, para así obtener la media del lote. El análisis que presentamos (con medición de bellotas individuales) tiene el objetivo de comprender mejor cuál es el estado de las bellotas en el momento de la cosecha, más que ayudarnos a tomar decisiones sobre el almacenamiento.

El primer conjunto de lotes que vamos a ver, se recogió a finales de noviembre de 2023. Las bellotas se mantuvieron en sacos de papel a 15-18°C hasta la limpieza (en todo el proceso desde el árbol hasta la medición del %mcfw estimamos que no se ha perdido más de 0'5%mc). Durante la cosecha se mezclaron las bellotas de diferentes árboles con características similares de maduración (color exterior).

En el gráfico 11 distinguimos distintos tipos de bellotas individuales:

- “m”: 100% marrones.

- “pv”: marrones con punta verde (menos del 10% de la cubierta de la bellota verde).
- “25% v”: verdes amarronadas con 20 al 30% de la cubierta de la bellota verde.

Características de cada lote:

- A1 50-70% están verdes amarronadas, resto “m” y “pv”
- A2 95% son “m”, de las cuales el 20-30 % son “pv”. El resto 5% son verdes amarronadas.
- A3 99% son “m”, y 1% de “pv”.
- A4 15% verdes amarronadas, el resto (85%): 50% “m” y 50% “pv”.

(verde amarronadas significa que el lote tiene bellotas con la cubierta desde el 100% verde, hasta el 15% verde. Una bellotas con menos de 10% verde le llamamos punta verde)

Se midió el %mcfw de bellotas individuales (justo tras la limpieza), de 10 a 15 bellotas de cada lote, excepto A2pv y A4m, que sólo se midieron 5 bellotas. Se usó una báscula de 0,1 mg de precisión. Sabemos que para hacer este análisis deberíamos usar más bellotas, pero los recursos económicos de Semillistas son muy limitados.

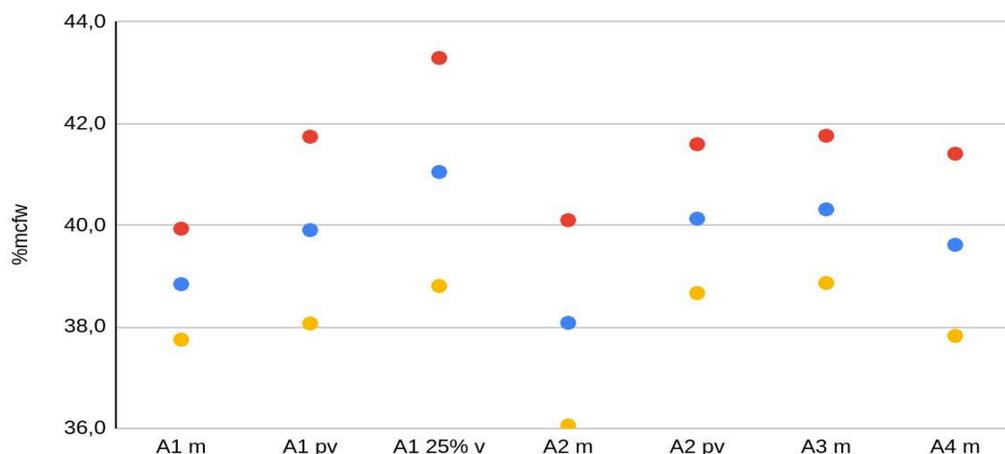


Gráfico 11. Media (azul) y desviación estándar (rojo-amarillo) del %mcfw de bellotas tras 1 día desde la cosecha. (Semillistas)

El lote A1 tiene bellotas en estados de maduración bastante diferentes. Las bellotas que ya están marrones tienen en torno al 39% mcfw, las de punta verde ~40% mcfw y las que tienen un 25% verde, ~41% mcfw. El lote tenía bellotas verdes amarronadas con mayor % de verde, de las que no se midió el %mcfw, pero que sabemos que es mayor (43-48% mcfw). Este caso es el más complejo en la decisión de cuánto dejar las bellotas secar antes del almacenamiento, ya que existe mucha disparidad entre las bellotas del lote. Debido al alto % de bellotas verdes, decidimos dejarlas secar 2 días extendidas y luego almacenarlas (en promedio perdieron 3% mcfw). Así, nos aseguramos que la mayoría de las verdes amarronadas han bajado del 44% mcfw, aunque las marrones se queden en %mcfw bajo.

El lote A2 es más homogéneo. Las marrones tienen 38% mcfw de media, mientras que las de punta verde tienen 40%. Almacenar estas bellotas en ese instante.

El lote A3 es más homogéneo todavía. Todas son marrones y se encuentran entre 39% y 42%. Tienen más %mcfw que las marrones del lote A2, debido a que las bellotas marrones del lote A2 llevarían más tiempo en el árbol secándose sin caerse. Almacenar estas bellotas en ese instante.

El lote A4 es menos homogéneo. Las que están marrones tienen entre 38% y 41'5% mcfw. Las que tienen punta verde deberían estar 1% por encima (no se midió). Es un lote parecido al A2, pero A4 debe llevar menos tiempo de maduración en el árbol (hay más % de bellotas verdes amarronadas) y sus bellotas marrones todavía tienen casi 40% mcfw de media. Al tener algo de bellotas verdes amarronadas, interesa bajarlas de %mc. Se dejó 1 día de secado superficial antes de embolsar.

Conclusiones:

- Cada árbol tendrá bellotas dentro de un margen de contenido de humedad diferente, dependiendo de su estado de maduración.
- Si la mayoría de las bellotas ya están marrones, no sabremos el tiempo que llevan así en el árbol y podrán tener un %mcfw del 36% al 42%. Si no tenemos el clima seco de Andalucía, es posible que el secado en el árbol, cuando las bellotas ya están marrones, no sea tan acusado.
- Si están marrones, pero hay un alto % de bellotas con punta verde, sabremos que las marrones estarán en torno al 39-40% mcfw y las de punta verde al 40-42% mcfw.
- Si en la cosecha hay un alto % de verdes amarronadas, el contenido de humedad de estas bellotas estará por encima del 42-44% mcfw, aunque las bellotas que ya estén marrones habrán bajado al 39-40% mcfw.

Recomendaciones:

- Tras la cosecha, lo más rápido posible, debemos limpiar y calcular el %mcfw para decidir si se secan un poco más o se almacenan.
- Si cosechamos muchos árboles, para reducir el número de lotes que mantendremos separados para el cálculo del %mcfw, durante la cosecha podemos juntar las bellotas que estén en momentos de maduración similar. Por ejemplo, lote con bellotas:
 - 100% marrones.
 - marrones y punta verde, con muy poco verdes amarronadas.
 - marrones y punta verde, con ~30% verdes amarronadas.
 - marrones y punta verde, con ~60% verdes amarronadas.
 - más del 75% verdes amarronadas.
- Si cosechamos muy pocos árboles, los podemos gestionar por separado, ya que cada uno tendrá un %mcfw dentro de un margen diferentes.
- No es posible mantener separados los lotes en función del tiempo que lleven marrones en el árbol, ya que no lo sabemos (a no ser que se le haga un seguimiento de su maduración). Si queremos ser muy cautos podríamos no mezclar bellotas marrones de árboles diferentes ya que las bellotas de cada árbol llevarán un tiempo de secado diferente. Esto no es práctico por la carga de trabajo que supone, a no ser que tengamos de cada árbol una cosecha muy abundante.

Vamos a analizar otra cosecha, esta vez a principios de noviembre. La nomenclatura que utilizamos difiere un poco de la anterior. Estamos buscando la mejor manera de hacerlo y el que sigue, fue el primero que realizamos. Perdonen las molestias.

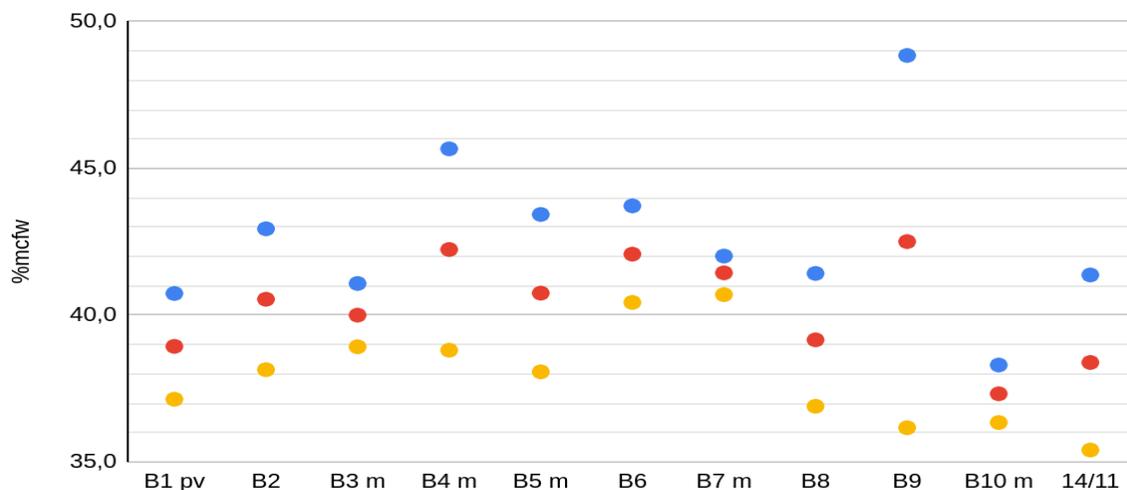


Gráfico 12. Media (rojo) y desviación estándar (azul-amarillo) del %mcfw de bellotas tras cosecha (1 día), limpieza (1 día), secado extendido (1 día) y almacenamiento a 4°C en bolsas PE (1 semana). (Semillistas).

En los lotes B1 B2 B6 B8 14/10, el 10% de las bellotas son verdes amarronadas, y el 90% marrones o punta verde. Donde indica “m”: el lote tiene casi 100% bellotas marrones. Si indica “pv”: el lote tiene casi todas con puntas verdes. El lote 14/11 tuvo 2 días de secado extendido (por error).

En esta cosecha se mantuvieron las bellotas de cada árbol separadas, sin juntar bellotas que estuvieran en estados similares de maduración. Aunque cada árbol tenía varios pies, suponemos que derivan de la misma bellota original. Se midió el %mcfw de bellotas individuales, entre 5 y 10 bellotas de cada lote. Báscula de 0,1 mg de precisión.

El proceso de limpieza fue lento y no deberían haberse dejado secar extendido 1 día tras la limpieza, así tendríamos en torno a 1’5%mc mayor en cada lote. Esto sería válido para los lotes B1, B3, B8, B10 y 14/11.

Para poder comparar este gráfico con el anterior, se asumirá que al gráfico 12 le podemos sumar 1,5%mc, ya que las bellotas del gráfico 11 no tuvieron 1 día de secado extendidas.

Podríamos haber juntado con éxito los lotes 100% marrones, B3, B4, B5, B7 (con la excepción de B10, donde sus bellotas llevarían tiempo en árbol, marrones y sin caer). Sin contar con B10 tendríamos bellotas entre el 38 y el 45%mcfw, con una media aproximada del 41’5%mcfw. Sin contar con el secado de 1 día, tendrían de media 43%mcfw. Por tanto el secado de 1 día fue beneficioso para ajustar el contenido de humedad al óptimo para el almacenamiento.

De las bellotas 100% marrones del gráfico 11, A3 tiene 40%mcfw de media. Este % es menor que en las bellotas 100% marrones del gráfico 12 (41,5%mcfw de media), probablemente debido al secado en el árbol sin caer.

Las bellotas B1, B2, B8 y 14/11 con 10% de verdes amarronadas tienen de media 39%mcfw (si el lote 14/11 hubiera tenido sólo un día de secado). El lote de las mismas características B6, tiene

%mcfw=42 de media. A excepción de B6, los otros lotes hubieran tenido 40,5%mcfw de media si no se hubieran secado 1 día extendidas. Podríamos haber juntado estos lotes (B1, B2, B6, B8 y 14/11) de características visuales similares durante la cosecha. Al juntar lotes, parece bastante probable acertar con que su %mcfw es similar, pero en los dos casos expuestos hay un lote que marca la excepción.

Indicaciones para elección del tiempo de secado de las bellotas, sin cálculos de %mcfw

Contexto:

Si durante la cosecha se guardan en sacos cerrados que ventilen (papel, rafia, etc), que no les dé el sol, ni el calor y se guardan en lugar fresco (10-15°C) una noche, perderán sólo 0,2-0,4%mcfw;

Si al día siguiente de la cosecha se limpian, desinfectan y extienden para secado superficial, en ese momento (1 días tras cosecha) las bellotas tendrán los siguientes %mcfw:

- en árboles de maduración uniforme.
 - si están marrones, estarán entre 38% y 42%mcfw, así que a almacenar rápido.
 - si están verde amarronadas estarán entre 43% y 48%mcfw, y necesitarán 2-3 días de secado (extendidas en interior a 17°C, cada día 1,5%mcfw de pérdida). Sería necesario calcular %mc de las bellotas para ajustar el tiempo de secado.
- en árboles de maduración no uniforme.
 - separar las bellotas de cada árbol en función del % de bellotas que están verdes amarronadas.
 - si las verdes amarronadas son más de 70%, necesitarán 2-3 días de secado extendidas. Si son más del 40%, necesitarán 1-2 días de secado. En cualquier caso sería recomendable calcular el %mc para ajustar el tiempo de secado.
 - si verdean menos del 15%, podríamos almacenarlas tras ½ día de secado extendidas y almacenar rápido.

Últimos detallitos

Estamos observando cómo afecta que aparezcan condensaciones de agua en el interior de las bolsas de PE. Algo de condensación es normal, debido a la actividad metabólica de las bellotas. Cuando es abundante favorece que germinen las bellotas durante el almacenamiento y podría deberse a (todavía no tenemos certezas):

- al embolsar las bellotas, si la humedad relativa del aire es alta, al meter las bolsas en el frigorífico, %HR aumentará más y se condensará. Posible solución: dejando un poco abierta la bolsa al meterla en el frigorífico y cuando la temperatura se equilibre, cerrar la bolsa.
- al trasladar bolsas de un frigorífico a otro en un trayecto de más de 1h sin mantener la cadena de frío. La subida de Tª provocaría aumento de la respiración y, por consiguiente, aumento de la %HR en el interior de la bolsa. Posible solución: mantener la cadena de frío.

- las bellotas almacenadas en la bolsa tienen un alto %mc (»44%mcfw) porque se han almacenado bellotas verdes amarronadas junto a marrones. En un lote no homogéneo, si no queremos que las bellotas marrones se almacenen a %mc bajo, las verdes amarronadas no conseguirán bajar %mc por debajo del 44%mcfw. Con el tiempo de almacenamiento en el frigorífico, las bellotas tenderán a equilibrar su %mc, siendo posible que tras varios meses las bellotas empiecen a germinar dentro de la bolsa sin sustrato. Posible solución: todas las bellotas verdes amarronadas deben tener %mcfw menor de 43-44%mcfw, aunque las marrones del mismo lote se queden con bajo %mc.

2.20. Imágenes del interior de las bellotas



Embrión de bellotas en buen estado (el de la derecha empieza a elongarse). Endospermo con buen color blanco brillante y cremoso. El almacenamiento fue a %mcfw \sim 41%.



Embrión en putrefacción (quizá hongos), aunque el endospermo es blanco. A todas las bellotas de una bolsa almacenada con 41% mcfw, les sucedió esto. No averigüé el por qué.



Los gusanos blancos son *Curculio elephas*, y se convertirán en gorgojos (escarabajos).



Bellota tras largo tiempo en sustrato a 20°C. Inicialmente estaba al 35% mcfw. Empieza a abrir la testa para germinar. Las marcas en la testa son de bacterias que van degradándola.



Bellota inicialmente al 41% que germina rápido a 20°C. Cuando la testa empieza a rajarse es signo de emergencia de la raíz inmediatamente.



Bellota con color amarillo en endospermo. %mcfw ~ 34%. Hongos del culo de la bellota que traspasan la testa hacia el endospermo durante almacenamiento.



Hongos en el culo de la bellota empezando a atravesar la testa. En el momento del corte, el endospermo todavía no estaba contaminado.



Las bellotas de la derecha, almacenadas al 40%, mantienen el color blanco del endospermo sin la aparición de manchas oscuras. Las bellotas de la izquierda, almacenadas al 36%, se encaminan hacia el amarillo, aparecen manchas oscuras y desarrollan hongos más fácilmente. Dependiendo del grado de estas perturbaciones, cada bellota podrá o no germinar.

La bellota de más a la izquierda tiene una zona cerca del culo comida y con cacas de gusano.



Bellotas almacenadas al 36%. El endospermo amarillea y aparecen manchas oscuras. Aún así, el embrión permanece viable y puede apreciarse cómo se elonga.



Bellota procedente de almacenamiento al 34% mcfw. Esta bellota debe estar más seca que el 34%. Del color amarillento se pasa a un marrón claro de textura vítrea (que se parte). Esta bellota es imposible que germine. Se aprecian los huecos de aire entre el endospermo y la testa (que son apreciables al tacto desde la bellota sin partir).



Bellota procedente de almacenamiento al 34% mcfw. Todavía no ha llegado al estado vítreo y conserva el tono amarillo. El embrión no parece en buen estado y la mancha oscura ocupa casi todo el endospermo. Es difícil que una semilla germine así.



Bellota a la que se le ha retirado la testa en la zona del embrión para que pueda hidratarse más rápido. Puede observarse el inicio de la germinación con el endospermo empezando a partirse y la piel que envuelve el endospermo rajada.



Bellota con fuerte raíz y tallo emergiendo. Se observa un buen color blanco del endospermo, señal de buena salud de la bellota-planta .



Bellotas en diferentes estados de maduración. El color marrón siempre avanza del culo hacia la punta. Del verde pasa hacia el ocre, y va llenándose de marrón. Las bellotas verdes amarronadas pueden germinar, pero antes deben bajar del 44% mcfw. Pueden tener de 43% hasta 50% mcfw, y deben almacenarse entre 40-42%.



Bellotas con el culo cortado. Se observa la testa rajando para la emergencia de la raíz.

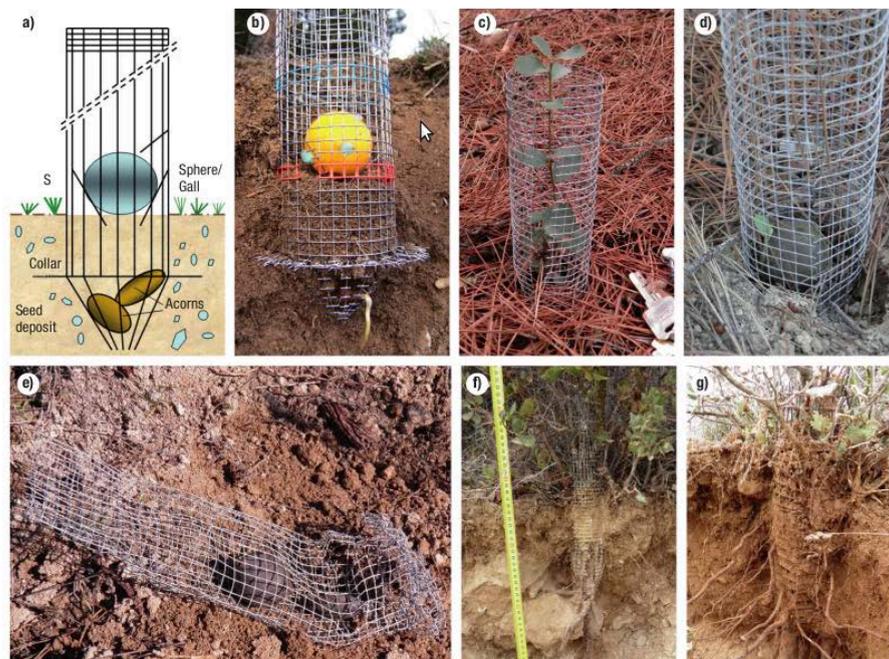
2.21. Imágenes sobre predación.



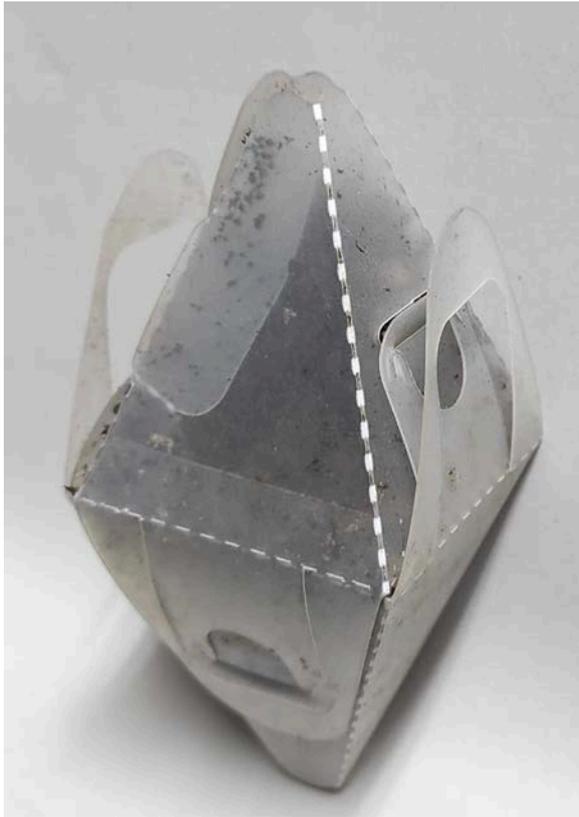
9

Señuelo para jabalís. Nudo bien apretado y que no toque el hilo de abajo. Instalar sobre todo en los puntos donde existen caminos de jabalís. 3 hilos a 20 cm del suelo y separados 15 cm.

El hilo central está conectado a tierra. En 2024 probamos sólo con 2 hilos y funciona igual de bien. El hilo de arriba está conectado a la tensión y el de abajo a tierra. Dos hilos da mayor margen para retirar plantas que crecen y que toquen el hilo inferior. Actualmente usamos señuelos de plástico compostable fabricado con almidón.



Protector de Reque.



Seed shelter (Grupo Sylvestris), de polipropileno (PP).



Seed Shelter tras varios años.



Distintos protectores ensayados en 2024, para evitar el PP del seed shelter.

Los protectores que estamos ensayando para ratones:

- los vasos de PLA han funcionado (foto derecha), pero creemos que ratones con hambre podrían atravesarlos.
- los seed shelters de cartón prensado y supertex tienen buena resistencia a la humedad. Están en experimentación.
- las placas paralelas grapadas de cartón prensado y supertex, son la opción más barata. Estamos apostando por los más pequeños. También están en experimentación.
- los seed shelters de celulosa con tratamiento de parafina son demasiado endebles para la logística de siembra.



Sembrando seed shelters en el interior de un piorno en la cumbre de Sierra Lujar. En su interior, no en el borde, pueden sembrarse bellotas sin peligro a que el jabalí las levante. Para ello en agujero que se le hace al piorno, para introducir el seed shelter, debe ser pequeño, de lo contrario el jabalí encuentra el hueco necesario para meter el hocico.



Detalle de la protección necesaria para sembrar en piornos. Material tejido denso tipo "cordura", guantes y cinta americana.



Protección de bellotas frente a ratones. No importa cuanto tapemos la superficie, el ratón pasa por abajo.



Solución de Semillistas a los ratones. Como textil con dos piedras que estabilizan el cono y permiten que el ratón llegue al plástico del cono, lugar donde empezará a hacer un agujero vertical para llegar a la bellota.



El cono tiene una malla por debajo. El ratón chocará y se retirará. La malla podría ser mucho más pequeña. Si el cono tuviera unas alitas en la zona inferior, no necesitaríamos malla.



La malla tiene unos pequeños cortes para que el cono la pueda atravesar.

2.22. Bibliografía

- Amimi, 2020. Variation in seed traits among Mediterranean oaks in Tunisia and their ecological significance. Nabil Amimi, Stéphane Dussert, Virginie Vaissayre, Hana Ghouil.
- Amimi, 2023. Intraspecific variation of *Quercus ilex* L. seed morphophysiological traits in Tunisia reveals a trade-off between seed germination and shoot emergence rates along a thermal gradient. Nabil Amimi, Hana Ghouil, Youssef Ammari
- Backer, 1987. Use a Microwave Oven to Determine the Moisture Content of Sunflower. Leslie F. Backer and Arnold W. Walz.
- Birkedal, 2010. Reforestation by Direct Seeding of Beech and Oak: Influence of Granivorous Rodents and Site Preparation. Maria Birkedal
- Brundrett, 1996. Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Mark Brundrett, Neale Bougher, Bernie Dell, Tim Grove and Nick Malajczuk
- Caliskan, 2014. Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning. Servet Caliskan
- Castro, 2004. USO DE MATORRALES COMO PLANTAS NODRIZA EN AMBIENTES MEDITERRÁNEOS: EVALUACIÓN DE UNA NUEVA TÉCNICA DE REPOBLACIÓN FORESTAL. J. Castro, R. Zamora, L. Gómez, J.M. Gómez, J.A. Hodar y E. Baraza
- Castro, 2015. A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. Jorge Castro, Alexandro B. Leverkus, Francisco Fuster
- Corchero, 2002. Crecimiento radical en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* plantados en diferentes momentos. Silvia Corchero de la Torre, María Gozalo Cano, Pedro Villar Salvador, Juan L. Peñuelas.
- Egaña, 1997. Siembras profundas con ayuda de tubos protectores. Resultados en ensayos comparativos de siembras y plantaciones bajo condiciones áridas en Vélez-Rubio. C. Carreras Egaña, J. Sánchez Hoyos, P. Reche Pérez, D. Herrero Hinojo, A. Navarro Encinas, J.J. Navío Oliver
- Engman, 2020. Odour guided predation on acorns by small rodents during direct seeding. Mattias Engman
- Facio, 2017. Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Rodrigo Facio
- Gomez, 2002. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. Jose M. Gomez, Daniel Garcia, Regino Zamora
- Jalón, 2020. Microhabitat and ectomycorrhizal effects on the establishment, growth and survival of *Quercus ilex* L. seedlings under drought. Laura García de Jalón , Jean-Marc

Limousin, Franck Richard, Arthur Gessler, Martina Peter, Stephan Hättenschwiler, Alexandru Milcu

- Joët, 2013. Ecological significance of seed desiccation sensitivity in *Quercus ilex*. Joët, T., Ourcival, J.-M. and Dussert, S.
- Muñoz, 2011. Linking seed dispersal to cache protection strategies. Alberto Muñoz, Raúl Bonal.
- Oria, 1991. Independencia y ecología ectomicorrícica en varias especies de los géneros *Quercus*, *Pinus* y *Eucalyptus*. Juan Andrés Oria de Rueda
- Pasquini, 2015. Seed storage in polyethylene bags of a recalcitrant species (*Quercus ilex*): analysis of some bio-energetic and oxidative parameters. Pasquini, Sergio; Mizzau, Michela; Petrusa, Elisa; Braidot, Enrico; Patui, Sonia; Gorian, Fabio; Lambardi, Maurizio; Vianello, Angelo.
- Pedro León-Lobos, 2018. Comparison of seed desiccation sensitivity amongst *Castanea sativa*, *Quercus ilex* and *Q. cerris*. Pedro León-Lobos, and Richard H. Ellis
- Pemán, 2008. ¿SEMBRAR O PLANTAR ENCINAS (*QUERCUS ILEX* SUBSP. *BALLOTA*)? IMPLICACIONES DE LA MORFOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA RADICULAR. Jesús Pemán García y Eustaquio Gil Pelegrín.
- Perea, 2012. Incorporating insect infestation into rodent seed dispersal: better if the larva is still inside. Ramon Perea, David Lopez, Alfonso San Miguel, Luis Gil.
- Reque, 2015. Designing acorn protection for direct seeding of *quercus* species in high predation areas. Jose A. Reque and Eduardo Martin
- Restrepo, 2007. Manual práctico. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Jairo Restrepo Rivera
- Romero, 2018. Germination and Early Seedling Development in *Quercus ilex* Recalcitrant and Non-dormant Seeds: Targeted Transcriptional, Hormonal, and Sugar Analysis. M. Cristina Romero-Rodríguez, Antonio Archidona-Yuste, Nieves Abril, Antonio M. Gil-Serrano, Mónica Meijón and Jesús V. Jorrín-Novo
- Salomón, 2012. Seed recalcitrant behavior of Iberian *Quercus*: a multispecies comparison. Roberto L. Salomón, Zaida Lorenzo, María Valbuena-Carabaña, Juan L. Nicolás, Luis Gil
- Simón, 2014. Manual de microbiología y remineralización de suelos en manos campesinas. Ignacio Simón.
- Sunyer, 2015. The Interplay among Acorn Abundance and Rodent Behavior Drives the Spatial Pattern of Seedling Recruitment in Mature Mediterranean Oak Forests. Pau Sunyer, Ester Boixadera, Alberto Muñoz, Raúl Bonal, Josep Maria Espelta

- Sunyer, 2016. Wood mouse population dynamics: Interplay among seed abundance seasonality, shrub cover and wild boar interference. Pau Sunyer, Alberto Muñoz, Marc J. Mazerollec, Raúl Bonal, Josep Maria Espelta
- Tejeiro, 2004. Studies on holm oak regeneration in Huelva mountains. C.J. Porras Tejeiro, P. Brun Esquiliche, J. Copete Gutiérrez y R. Pérez Méndez.
- Tichavsky, 2018. Organon de holohomeopatía. Radko Tichavsky.
- Vilchez, 2023. Combined Use of a Bacterial Consortium and Early-Colonizing Plants as a Treatment for Soil Recovery after Fire: A Model Based on Los Guájares (Granada, Spain) Wildfire. Marla Niza Costa, Tatiana Gil, Raquel Teixeira, Ana Sofía Rodrigues dos Santos, Inês Rebelo Romão, Cristina Sequero López and Juan Ignacio Vílchez
- Villalobos, 2019. The effects of four repellents on bank vole consumption and germination of beech nuts and acorns. Adrian Villalobos, Gert Olsson, Maria Birkedal & Magnus Löf
- Villalobos, 2020. Direct seeding for restoration of mixed oak forests: Influence of distance to forest edge, predator-derived repellent and acorn size on seed removal by granivorous rodents. Adrian Villalobos, Fredrik Schlyter, Gert Olsson, Johanna Witzell , Magnus Löf

Contacto

Si os ha servido este manual, os animamos a que lo difundáis de la manera que mejor consideréis.

Puedes encontrarnos en:

contacto@semillistas.es

<https://t.me/semillistas>

[facebook.com/SemillistasAndalucia/](https://www.facebook.com/SemillistasAndalucia/)

[instagram.com/semillistas.es/](https://www.instagram.com/semillistas.es/)

[youtube channel Semillistas](https://www.youtube.com/channel/UC...)

www.semillistas.es

www.siembrabosques.com