



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# Ensayo de protectores de bellota biodegradables para siembra directa

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Universitat Politècnica de València

Autor:

Juan Antonio Minguez Real

Tutores:

Carlos Dopazo González (UPV)

Vicent Cerdán Martínez (CIEF)

Valencia, Junio de 2020

## RESUMEN

El presente trabajo se ha desarrollado a partir de mi experiencia en el Centro de investigación y Experimentación Forestal (CIEF), en él se estudia la eficacia de un protector impregnado de repelente, que proteja las bellotas de siembra, de la depredación de micromamíferos roedores y la depredación de los jabalíes.

El experimento se ha llevado a cabo realizando distintos ensayos que agruparemos en dos bloques. Un primer bloque se realiza en el vivero, donde se realizan tres ensayos. En el primero se ha comprobado que el tratamiento repelente no influye en el proceso de germinación, con un 86% de capacidad germinativa. Un segundo ensayo donde se han visto los posibles efectos del protector de caña sobre el desarrollo morfológico de los brinzales, en el que solamente un 15% de estos no estarían afectados en su futuro desarrollo. Y el tercero, en una parcela agrícola del vivero, donde se ha realizado una réplica del ensayo en monte.

El segundo bloque se ha realizado en el monte, se han llevado a cabo tres réplicas en tres parcelas de la Sierra Calderona, denominadas Puntal de la Vella, Fuente del Sapo y Masía de Tristán, donde pretendemos contrastar la eficacia del protector y del repelente frente a la depredación. Para estudiar las posibles sinergias o antagonismos entre los dos tratamientos, se ha elaborado un plan factorial  $2^2$  (factor repelente, presente o ausente y factor parcela, presente o ausente), con 80 pruebas por parcela. Los resultados de estas parcelas se han evaluado mediante un análisis Gi-2.

Los resultados obtenidos tras el análisis nos muestran que el repelente no influye negativamente sobre la germinación y ante la depredación por el jabalí, es indiferente la presencia del repelente. Y en cuanto al protector, no se ha podido comprobar si es efectivo contra el ratón, ya que no se ha observado signos de depredación de los ratones. Además, se ha observado que el protector influye negativamente en el establecimiento del brinzal, probablemente debido a un error de diseño.

Palabras clave: siembra directa; protector de bellota; roedor; jabalí

## ABSTRACT

The present work was based upon my experience in the Centre for Forestry Investigation & Experimentation (CIEF) and investigates the effectiveness of a repellent-impregnated protector in protecting acorn seedlings from predation by rodents or wild boars.

The experiment comprised various tests that we will group into two blocks. The first block was carried out within a nursery and is made up of three tests. The first test verified that repellent usage does not influence the germination process, with germination capacity remaining at 86%. The second test looked at the effects of a sugarcane protector on the morphological development of the seedlings; only 15% of the seedlings would not see future development affected. The third test was a replication of the field trial, carried out in an agricultural plot within the nursery.

The second block was made in the field, with trials replicated in three areas of the Sierra Calderona – Puntal de la Vella, Fuente del Sapo and Masía de Tristán – with the intention of contrasting the effectiveness of the protector and repellent against predation. In order to study the possible synergies or antagonisms between the two treatments, a 2<sup>2</sup> factorial plan (repellent factor, present / absent; plot factor, present / absent) was developed with 80 tests per plot. The results of these plots have been evaluated using a Gi-2 analysis.

The results obtained from the analysis demonstrate that the repellent does not have a negative influence on germination; in relation to wild boar predation, the presence of the repellent is indifferent. In relation to the protector, it was not possible to verify effectiveness against mouse predation, as no signs of the aforementioned predation were observed. Additionally, it was found that the protector negatively impacts the establishment of the seedling, probably owing to an error in design.

Keywords: seedling; acorn protector; rodent; wild boar

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mis tutores, Vicent Cerdán Martínez y Carlos Dopazo González, que sin su ayuda no hubiese sido capaz de realizar este trabajo. Por su paciencia, dedicación, motivación y criterio. Así como, con el personal del CIEF, en especial a Vicent “El Tautero” por su apoyo y colaboración. Ha sido un placer y un privilegio poder contar con su ayuda y trabajar con este equipo.

A todas las personas de la Universidad Politécnica de Valencia, por haberme aceptado ser parte de ella y poder estudiar mi carrera. Y en especial, a la ETSIAMN, por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumno.

A mis padres y familia por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida que han sido capaces. En especial, a mi hermana por su apoyo y confianza. Y a mi novia Azahara, que me ha alentado en este último año, cuando parecía que me iba a rendir y continuó depositando su esperanza en mí.

Para todos ellos van dirigidos estos agradecimientos, pues es a ellos a quienes se los debo por su apoyo incondicional.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	2
Agradecimientos .....	4
Índice general .....	5
1. Introducción .....	8
2. Antecedentes .....	9
2.1. La importancia de los alcornoques en la sierra Calderona .....	9
2.2. La regeneración de los alcornoques .....	9
2.3. Técnicas de repoblación de quercíneas .....	10
2.4. Trabajos de repoblación de alcornoques en la sierra Calderona .....	13
2.5. Los predadores de bellotas, su presencia en la sierra Calderona .....	13
3. Objetivos .....	14
4. Material y métodos .....	15
4.1. Caracterización y localización de la zona de estudio .....	15
4.2. Origen y caracterización del lote de semillas .....	17
4.3. Protector para bellota .....	17
4.4. Repelente para jabalíes .....	18
4.5. Diseño experimental .....	19
4.5.1. Ensayos en vivero .....	19
4.5.2. Ensayo en monte .....	22
4.6. Análisis estadístico .....	24
5. Resultados .....	25
5.1. Resultados en vivero .....	25
5.1.1. Resultado del control de germinación con repelente .....	25
5.1.2. Resultado del control del desarrollo del brinjal con Protector .....	26
5.2. Resultados en parcelas: monte y CIEF .....	29
5.2.1. Análisis de la supervivencia .....	29
5.2.2. Análisis de la depredación .....	33
6. Discusión .....	36
6.1. Efecto del repelente .....	36
6.2. Efecto del protector .....	36
7. Conclusiones .....	37
8. Bibliografía .....	38
Anexos	
Anexo 1. Fichas de recolección, caracterización y análisis de germinación del lote utilizado. Elaborado por el CIEF.	
Anexo 2. Ficha del ensayo control de germinación con repelente.	
Anexo 3. Tabla resumen y resultados del ensayo control desarrollo del brinjal con protector.	
Anexo 4. Tabla de datos del ensayo en monte.	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas, altitud, pendiente y orientación de las parcelas.....	15
Tabla 2. Resultados de recolección, caracterización y análisis de germinación. Elaboración por CIEF.....	17
Tabla 3. Niveles por cada factor.....	22
Tabla 4. Niveles de cada factor por prueba.....	22
Tabla 5. Tabla resumen y resultado del ensayo control de germinación con repelente.....	25
Tabla 6. Tabla resumen del ensayo control desarrollo del brinzal con protector.....	26

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del protector de bellota de la Universidad de Granada.....	12
Figura 2. Vista del protector de bellota de la Universidad de Palencia.....	12
Figura 3. Localización de las parcelas experimentales en la Sierra Calderona.....	16
Figura 4. Diagramas bioclimáticos. Estaciones meteorológicas de Gilet (Valencia) y Segorbe (Castellón). 1996-2009 S. Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid.....	16
Figura 5. Precipitación acumulada y temperaturas en Valencia en el invierno 2016-17, primavera 2017, verano 2017 y otoño 2017. Agencia Estatad de Meteorología.....	16
Figura 6. Vista del protector de bellota utilizado.....	18
Figura 7. Prospecto e imagen del producto utilizado.....	19
Figura 8. Vista del ensayo de germinación.....	20
Figura 9. Vista del ensayo del protector.....	21
Figura 10. Vista del cubo de transporte y almacenaje de los protectores preparados para el ensayo en monte.....	23
Figura 11. Vista con detalle de la profundidad de siembra en el ensayo en monte.....	23
Figura 12. Vista del hoyo de siembra acabado, con cama de paja y castillete de piedra.....	23
Figura 13. Vista del ensayo de germinación.....	25
Figura 14. Diagrama general sobre las 120 sembradas.....	26
Figura 15. Diagrama bloque I sobre las 70 plántulas vivas.....	27
Figura 16. Diagrama bloque II sobre las 20 bellotas muertas.....	27
Figura 17. Diagrama bloque III sobre las 90 bellotas germinadas.....	27
Figura 18. Canuto con dos brinzales óptimos, brinzal óptimo, brinzal con revirado.....	28
Figura 19. Detalle de estrangulado muy acusado y revirado.....	28
Figura 20. Detalle estrangulado y revirado.....	28

Figura 21. Relación entre supervivencia y parcela .....	29
Figura 22. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “La Vella”.....	30
Figura 23. Ortofoto de los hoyos supervivientes en la parcela “La Vella” .....	30
Figura 24. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “El Sapo”.....	31
Figura 25. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “Tristan”.....	31
Figura 26. Ortofoto de los hoyos supervivientes en la parcela “Tristán” .....	32
Figura 27. Relación en entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “El CIEF”.....	32
Figura 28. Relación entre depredación y parcela .....	33
Figura 29. Relación entre tipo de prueba y depredación para la parcela “La Vella”.....	34
Figura 30. Relación entre tipo de prueba y depredación para la parcela “El Sapo”.....	34
Figura 31. Detalle del protector masticado por la fauna del lugar .....	35
Figura 32. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “Tristan” .....	35

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el año 2005 el Centro de Investigación y Experimentación Forestal, (en adelante CIEF) junto con la oficina técnica del Parque Natural de la Sierra Calderona, han realizado pequeñas repoblaciones de alcornoques sobre terrenos de utilidad pública en el Parque Natural de la Sierra Calderona, estas actuaciones se encuadran en las siguientes líneas de trabajo:

1.- Educación ambiental: Realización de acciones educativas, llevadas a cabo por la oficina técnica del parque, con las que se pretende dar a conocer la importancia de los alcornoques a los grupos escolares, y voluntarios que se adhieren a las campañas de plantaciones del día del árbol, en esta campaña la planta se suministra por el CIEF.

2.- Investigación: Según lo establecido en los objetivos de investigación del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra Calderona, (artículo 34), queda patente la necesidad de investigación sobre los alcornoques de la sierra Calderona, así como el estudio óptimo de las técnicas de implantación de frondosas autóctonas.

En este contexto, desde el Parque Natural de la Sierra Calderona y el CIEF, se inicia una colaboración con el fin de mejorar los métodos de reintroducción del alcornoque, y es en este proceso de colaboración, donde se enmarca el presente trabajo, que ha sido desarrollado en el Parque Natural de la Sierra Calderona, (donde se sitúan las parcelas experimentales) y en el CIEF donde se han plantado las parcelas testigo, y se ha desarrollado el diseño y construcción del experimento.

El siguiente trabajo, surge como consecuencia de la realización de unas prácticas de Empresa, en el Centro para la Investigación y Experimentación Forestal (CIEF).

El CIEF, es un centro consolidado de conservación de flora que integra el equipo de conservación y producción de especies de flora valenciana rara, endémica y amenazada, la unidad de catalogación y gestión de arbolado monumental y el Banco de semillas forestales. Además, cuenta con una larga experiencia en proyectos de colaboración tanto a nivel regional y nacional, como a nivel europeo.

El objetivo de este trabajo es estudiar la eficacia de un protector impregnado de repelente, que proteja las bellotas de siembra, de la depredación de micromamíferos roedores y la depredación de los jabalíes.

Los resultados esperados es que el protector no interfiera en los procesos de germinación de la bellota, ni comprometa su posterior desarrollo (no se produzcan revirados extraños en las raíces), a la vez que minimiza las marras por depredación de bellotas.



Si el protector funciona correctamente, puede suponer un avance a la hora de optimizar el suministro del material vegetal en las repoblaciones, dado que en algunas campañas no se puede producir la cantidad de plantones adecuada por falta de bellotas en el otoño anterior, esta escasez se podría suplir con siembra de bellotas con protector.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. LA IMPORTANCIA DE LOS ALCORNOCALES EN LA SIERRA CALDERONA**

En el ambiente mediterráneo, las quercíneas ocupan un lugar muy relevante en el marco de los programas de repoblación. Entre ellas, el *Quercus suber* L. (alcornoque) es una típica especie mediterránea rebrotadora de gran interés para la restauración de ecosistemas propensos a los incendios (Pausas, 2004; Vallejo et al., 2006.).

En caso de la sierra Calderona, el alcornocal se caracteriza por ser una población marginal o relíctica, el cual se desarrolla en un lugar geográficamente aislado y alejado de la climatología óptima de la especie. Por ello, son interesantes de estudio y conservación, desde el punto de vista de la diversidad genética de la especie (Díaz-Fernández *et al*, 1996)

Una de las características más representativas de la sierra Calderona es su proximidad a un área metropolitana densamente poblada (actualmente de más de un millón de habitantes), esta cercanía a derivado en una gran presión antrópica, que en tiempos pasados se centraba en la roturación del monte para cultivos agrícolas de secano, carboneo, extracción de leñas y corcho, pastoreo excesivo, y actualmente, la presión urbanística, los incendios reiterados y las especies alóctonas invasoras, que son una amenaza a tener en cuenta.

Por tanto, desde nuestro punto de vista, nos encontramos ante una zona muy susceptible de sufrir procesos de degradación, en la que se deberían acometer trabajos destinados a su mantenimiento y mejora, siendo la reintroducción de alcornoques uno de los puntos más relevantes a tener en cuenta, por lo que disponer de una técnica de reforestación eficaz y lo más económica posible es de vital importancia para poder optimizar los escasos recursos económicos disponibles.

### **2.2. LA REGENERACIÓN DE LOS ALCORNOCALES**

En silvicultura, la gestión de los alcornocales tiene como objetivo principal la producción de corcho, y dado que los alcornocales son fundamentalmente montes adeshados, la silvicultura del alcornocal está vinculada a intereses de producción ganadera y cinegética, por tanto la regeneración del alcornocal está

condicionada por el acotado del pastoreo, generalmente en las dehesas la regeneración se consigue mediante la obtención de chirpiales vigorosos, estos proceden de cepas de brinzales que han perdido su parte aérea durante varios años por sequía o pastoreo (Montero y Cañellas, 2005).

Dado que los alcornocales de la sierra Calderona, no tienen una estructura adehesada, su regeneración natural está vinculada a la dinámica de la vegetación que los acompaña, generalmente pinares de *Pinus halepensis* Mill. (pino carrasco) de regeneración post-incendio y densos estratos de matorral de maquia, por lo que la regeneración del alcornoque suele ser lenta, y por tanto el proceso de regeneración debe auxiliarse mediante procesos de reforestación (Pérez-Dehesa *et.al.* 2005)

### **2.3. TÉCNICAS DE REPOBLACIÓN DE QUERCINEAS**

Los alcornocales en general poseen un sistema radical pivotante, que se conforma desde la fase inicial de establecimiento, donde la bellota emite una raíz principal que en condiciones normales sobrepasa el metro de longitud lo que le permite llegar a capas profundas del suelo, por tanto, queda claro que la siembra directa en teoría permite un mejor desarrollo del sistema radical, siendo además más ventajosa en cuanto a costes.

Pero los motivos que pueden hacer fracasar la siembra directa son varios (Montoya 1995).

- Depredación de bellotas
- Mala calidad del suelo, terrenos pedregosos o de poca profundidad.
- Siembra de bellota muerta: por inmadura, atacada por insectos u hongos, helada o desecada.
- Siembra superficial, con lo que la bellota sufre desecaciones y heladas, y padece ataques de la fauna (muchos animales no son capaces de escarbar hasta tanta profundidad, como la que la bellota es capaz de atravesar).
- Siembra tardía, la siembra debe ser lo más temprana posible (salvo si los riesgos de heladas invernales son excesivos) para lograr el mayor desarrollo posible del sistema radical en profundidad, de cara a resistir el estío: el crítico primer verano. Tras las primeras lluvias de otoño, si ya hay bellota bien madura, se debe de comenzar a sembrar inmediatamente; no otra cosa hace la naturaleza.
- Ataque de comedores de raíces.

Por otro lado, en cuanto a la producción de plantones para reforestación, el alcornoque desarrolla una importante raíz pivotante desde su etapa en vivero (Tsakalimi *et.al.*, 2005), al igual que otras quercíneas (Pemán *et.al.* 2006), por lo que su cultivo en contenedor puede restringir la disponibilidad de agua y nutrientes e imponer limitaciones físicas al crecimiento del sistema radical (Carreras *et.al.* 1997; Aphalo y Rikala, 2003; Domínguez *et.al.* 2006). Por tanto,

la plantación ha mostrado también en la práctica serios inconvenientes, que podemos resumir en los siguientes apartados:

- Sistema radical descompensado y en ocasiones deformado por contenedores inadecuados.
- En ambientes donde existen fuertes limitaciones hídricas, con periodos de sequía largos, las plantas mueren al no haber llegado a horizontes más profundos del suelo.
- Mayores costes, dados por el brinzal y costes de ahoyado.

No obstante, se han encontrado trabajos de investigación sobre reforestación de quercíneas que, al comparar ambos métodos, obtienen mejores resultados con la plantación, achacando los malos resultados de la siembra a la depredación, (Vilagrosa *et.al.* 1997; Vilagrosa *et.al.* 2001).

Experiencias de brinzales producidos en contenedores de 30 cm. De profundidad, desarrollan una raíz pivotante más larga y colonizan el hoyo a mayor profundidad, pero son más caros de producir y plantar (Miranda *et.al.* 2005)

Otros autores indican la necesidad de proteger las bellotas con algún sistema frente a la depredación para poder comparar los métodos (Oñoro *et.al.* 2001).

Trabajos con siembra de bellota pregerminada, señalan la depredación inicial de las bellotas como el factor limitante de la siembra directa (Seva *et.al.* 2004). González Rodríguez no encuentra diferencias en los resultados entre siembra y plantación siempre que no haya depredación, (González Rodríguez *et.al.* 2010). La eficacia de los cercados de exclusión para herbívoros, cerdos y jabalíes está más que demostrada, pero puede favorecer la depredación por micromamíferos roedores (Villa *et.al.* 2013). Trabajos donde se ha empleado la capsicina impregnando la bellota como repelente frente a la depredación no han dado buenos resultados, señalando la necesidad de emplear métodos efectivos de protección de las bellotas (Leverkus *et.al.* 2013).

De los trabajos de investigación realizados hasta la fecha con protectores individuales de la bellota, señalaremos dos: el Seed-Shelter, desarrollado por la Universidad de Granada, fabricado con ácido poliáctico (PLA), un material biodegradable, que ha demostrado ser 100% efectivo contra micromamíferos roedores, pero no contra el jabalí y no produce perturbaciones en el sistema radical (Castro y Leverkus, 2015).



Figura 1. Vista del protector de bellota de la Universidad de Granada.

El segundo protector de semillas ante depredadores lo ha desarrollado la Universidad de Palencia, está formado por una malla metálica biodegradable. El empleo del protector de malla metálica (diseño específico de los autores), es efectivo para prevenir la depredación de bellota de roedores, jabalíes y herbívoros.



Figura 2. Vista del protector de bellota de la Universidad de Palencia.

## **2.4. TRABAJOS DE REPOBLACIÓN DE ALCORNOQUES EN LA SIERRA CALDERONA**

En las actuaciones de reforestación de alcornocales llevadas a cabo por el personal del Parque Natural de la Sierra Calderona y el CIEF, (desde el año 2005 hasta 2009), se ha utilizado siempre la técnica de plantación de brinzales, los resultados obtenidos según los conteos realizados por el personal de Parque no han sido muy buenos, estimándose un 30% de supervivencia en las mejores parcelas.

Entre los años 2010 y 2011, se realizó un experimento desde el CIEF con la colaboración del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), en esta experiencia se estudió la plantación de brinzales en contenedores de 15 cm, obteniéndose una media de supervivencia del 35,8% a los 23 meses (Muñoz J.C. *et.al.* 2013).

Estos pobres resultados, se atribuyen a que los alcornocales de la sierra Calderona, se encuentran situados en enclaves en los que la calidad de la estación raya los límites mínimos para la supervivencia de dicha especie, (suelos pobres y limitaciones hídricas estivales), lo que influye directamente en los malos resultados obtenidos en las plantaciones de brinzales de alcornoque. Además, la interferencia del jabalí, que en ocasiones puede llegar a escarbar y desenterrar prácticamente todos los brinzales plantados, supone una dificultad añadida a tener muy en cuenta.

En este contexto, desde el CIEF se comienza a contemplar nuevamente la siembra de bellotas de alcornoque, como método alternativo a la plantación de brinzales.

## **2.5. LOS PREDADORES DE BELLOTAS, SU PRESENCIA EN LA SIERRA CALDERONA**

El efecto de la depredación (saqueo, robo) de bellotas, es atribuido a la acción de pequeños micromamíferos roedores, como el ratón de campo *Apodemus sylvaticus* L., mientras que el omnívoro jabalí *Sus scrofa* L. depreda (roba y saquea con violencia y destrozo).

La presencia de micromamíferos roedores está bien documentada en la sierra Calderona, desde el departamento de Parasitología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valencia, en sus estudios de parásitos helmintos, se viene estudiando la presencia de especies de micromamíferos típicas del monte mediterráneo, lirones, ratón moruno, ratón de campo, junto a la presencia de ratones y ratas comunes, más ligadas a ámbitos antropizados (Fuentes *et.al.*1998). Hay señalar que el ratón de campo en general presenta un patrón estable y consistente, con un decrecimiento en primavera, manteniendo cierta estabilidad en verano y creciendo al final de esta estación para alcanzar máximos en otoño (Debenedetti 2015).

Otro aspecto que considerar de estos micromamíferos roedores es el hábito de almacenar alimentos (bellotas y otros frutos secos), estos roedores consumen, pero también transportan y entierran semillas (Del Arco y Carretero 2013). Por tanto, estos roedores se consideran también dispersores de semillas (Puerta 2008).

La presencia de jabalí en la Calderona queda documentada por numerosas notas de prensa a nivel local y comarcal, que suelen denunciar los destrozos producidos por este animal además de su vinculación con accidentes de tráfico, prácticamente en toda la sierra Calderona.

### **3. OBJETIVOS**

Como se ha señalado en el apartado 2.5., de los problemas que tiene la siembra directa de bellotas, la depredación de estas por micromamíferos roedores y la depredación por jabalí, es el factor más susceptible de mejora en la siembra directa de quercíneas. Sobre los otros puntos, que pueden afectar negativamente a la siembra de bellotas, se puede actuar minimizando sus efectos: preparado bien el suelo, seleccionando una bellota de calidad, sembrando lo más temprano posible y a profundidad adecuada, además de eliminar la competencia de matorral.

Por tanto, se ha planteado usar un protector para la bellota, el cuál además de evitar la depredación, no debe interferir en el proceso de germinación y conformación de la planta. Así como, ser de sencilla fabricación y utilización en la obra de reforestación. Este protector, como la bellota utilizada, se impregna de un repelente comercial para evitar de depredación por jabalí, con lo cual se obtiene una doble protección, para el ratón y el jabalí.

El objetivo de este trabajo, una vez diseñado y confeccionado el protector, es evaluar que funciona convenientemente, analizando que cumple las siguientes hipótesis:

- El protector no interfiere en el proceso de germinación, (no disminuye el número de bellotas germinadas), ni produce deformaciones en el sistema radical de la planta que puedan comprometer el futuro desarrollo de esta (revirados y estrangulados).
- El protector es eficaz frente a la depredación por micromamíferos roedores y frente a la depredación del jabalí.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las tres parcelas experimentales están situadas en la sierra Calderona, denominadas Puntal de la Vella (V), El sapo (S) y Tristán (T), la elección de éstas, se debe a que son las tres únicas parcelas de utilidad pública con características similares y buena accesibilidad.

Éstas se encuentran localizadas en un rango altitudinal entre 576 – 727 m. (Figura 3, Tabla 1). La pendiente varía entre 13 – 40%, con predominio de orientación oeste (Tabla 1). El material litológico corresponde a arenisca silíceo sobre la que se ha desarrollado suelo silíceo (rodeno) de carácter ácido. La selección de estas parcelas se debe, a que estaban preseleccionadas por el centro y son habituales en los estudios de transferencia tecnológica realizados por el CIEF en colaboración con el CEAM.

La zona de estudio pertenece a la provincia de vegetación Catalano-Valenciano-Provenzal y, dentro de ella, al sector Valenciano- Tarraconense. En los pisos bioclimáticos Termo y Mesomediterráneo de ombroclima seco (Figura 4). La calidad de la estación se sitúa al límite para la supervivencia del alcornocal. La precipitación durante el invierno de la plantación ha sido por encima de la media respecto años anteriores (Figura 5), por lo que se puede decir que el momento de la siembra ha sido bueno para la germinación de las bellotas. Por tanto, no se achacará la precipitación en el momento de la siembra al éxito de la germinación.

La vegetación dominante corresponde a matorral bajo degradado formado principalmente por jaras (*Cistus monspeliensis* L., *Cistus salvifolius* L.) y aliagas (*Ulex parviflorus* Pourr.). En las áreas menos degradadas encontramos además individuos de coscoja (*Quercus coccifera* L.), aladierno (*Rhamnus alaternus* L.), lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) y madroño (*Arbutus unedo* L.). En el estrato arbóreo se observan algunos individuos aislados de pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller.) y de alcornoque (*Quercus suber* L.). En el estrato herbáceo predomina el lastón (*Brachypodium retusum* (Pers) Beauv.).

Tabla 1. Coordenadas, altitud, pendiente y orientación de las parcelas.

	Puntal de la Vella	El Sapo	Tristán
Latitud (°)	39° 41,575´N	39° 43,320´N	39° 44,263´N
Longitud (°)	0° 23,247´O	0° 27,950´O	0° 28,476´O
Altitud (m)	576	722	727
Pendiente (%)	13	40	20
Orientación (°)	270° O	340° NO	210° SO



Figura 3. Localización de las parcelas experimentales en la Sierra Calderona.

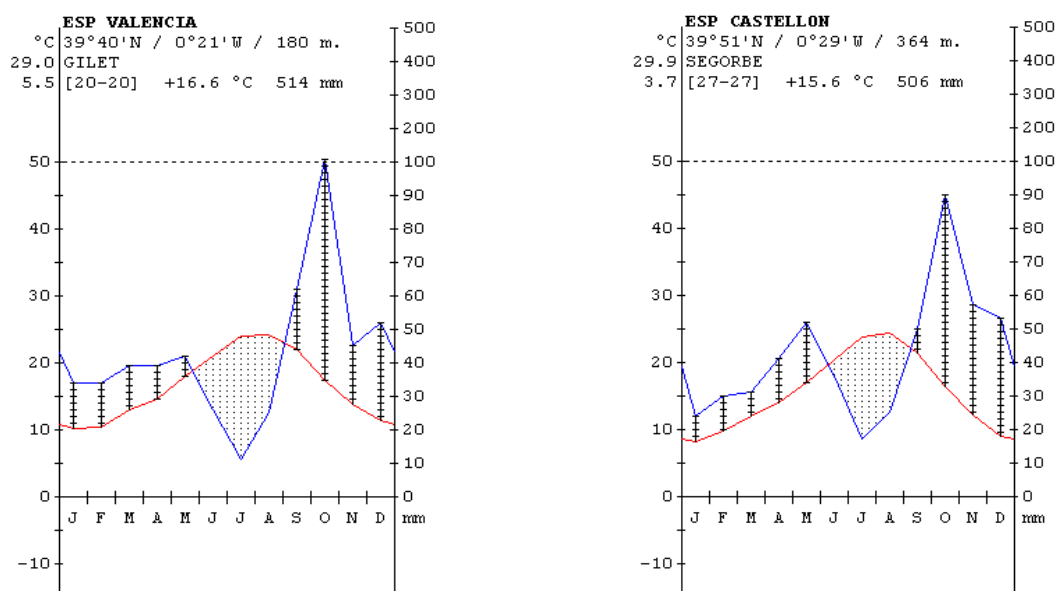


Figura 4. Diagramas bioclimáticos. Estaciones meteorológicas de Gilet (Valencia) y Segorbe (Castellón). 1996-2009 S. Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid.

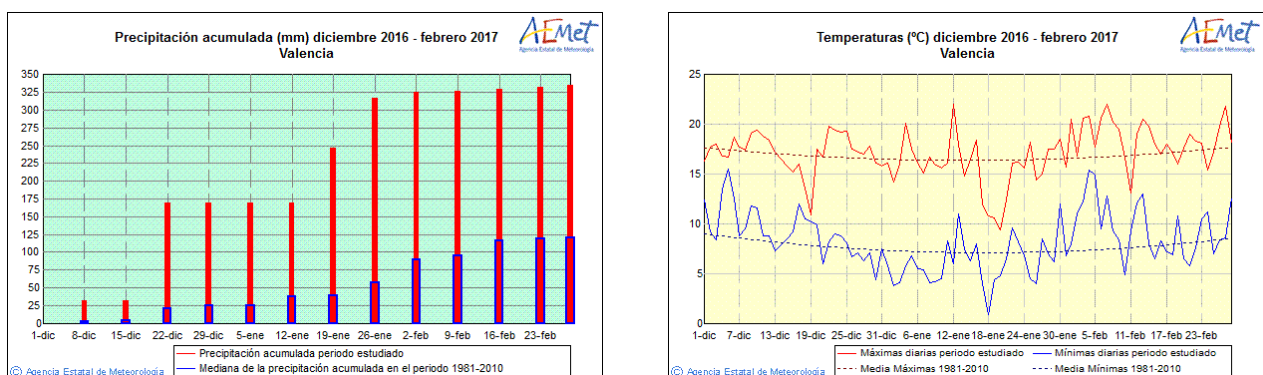


Figura 5. Precipitación acumulada y temperaturas en Valencia en el invierno 2016-17. Agencia Estatal de Meteorología.



## 4.2. ORIGEN Y CARACTERIZACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS

El lote utilizado en el presente ensayo se recogió a principios de Noviembre en la Sierra de Espadán, de dicho lote se extrajeron dos muestras, una para la caracterización del lote y el análisis de germinación en laboratorio, en el anexo I vienen recogidas las fichas de caracterización y otra para el ensayo de germinación del lote, en la siguiente tabla podemos ver los resultados resumidos.

Tabla 2. Resultados de recolección, caracterización y análisis de germinación.  
Elaboración por CIEF.

Especie	<i>Quercus suber</i> L.
Procedencia	Litoral Levantino, Dominio Espadanico
Código del lote	A1 054 01 160 DE
Pureza	92.97 %
Peso de 1000 semillas	6.075,555 g
Contenido de humedad	40.18 %
Capacidad germinativa	85 %

## 4.3. PROTECTOR PARA BELLOTA

Se ha pensado que el protector para bellota debe de cumplir los siguientes requisitos:

- No debe interferir en la correcta germinación de la bellota.
- No debe producir malformaciones, tanto a nivel de radícula como de la plántula, que puedan comprometer el correcto desarrollo de la plántula.
- Debe ser 100 % biodegradable y que lo haga en el menor tiempo posible, para evitar su incrustación en el interior de la planta.
- Debe evitar la desecación de la bellota, que previamente se hidrata para favorecer la germinación.
- Debe ser de fácil manejo y colocación en campo por parte del operario.

El protector para bellota que se ha utilizado está compuesto por un tramo de unos 20 cm caña común, *Arundo donax* L., abundante en zonas agrícolas. Para confeccionar el protector se corta un tramo de unos 20 cm de largo, con un diámetro interior de 2 cm, dependiendo del tamaño de la bellota que se vaya a emplear. Se ha propuesto que cada tramo o "canuto" pueda albergar dos bellotas, fijadas mediante fibra de coco introducida y compactada en el interior del canuto, que esté cerrado en sus extremos y que tenga unas aberturas idóneas para la germinación. Para ello se ha aprovechado el cierre natural en uno de sus extremos para luego solo cerrar uno a presión mediante una piedra, partes de caña o un tapón de corcho y se han hecho agujeros de 8.- 10 mm en sus extremos para la germinación. Se entiende que este es el primer prototipo y que el diseño es susceptible de posibles mejoras. Para la elaboración de los protectores se ha improvisado una pequeña cadena de montaje en el CIEF.



Figura 6. Vista del protector de bellota utilizado.

#### 4.4. REPELENTE PARA JABALÍES

Como lo que se pretende en este experimento es crear un dispositivo que mejore los resultados de una siembra en campo. Se ha pensado en que aparte de evitar la depredación por el roedor lo hiciera también para el jabalí. Como se sabe el jabalí hace importantes destrozos, y la forma más efectiva de momento es la colocación de una barrera que aguante el tiempo suficiente, pero el inconveniente es el elevado precio que tiene el vallar un recinto. Por eso, sería muy interesante incluir en el dispositivo algo que evitara la depredación del jabalí hasta que la bellota germine y la plántula se establezca y ya no resulte “apetecible” para el jabalí.

Por tanto, se ha seleccionado un repelente a base de aceite empireumático y excipientes, un aceite de olor particularmente intenso y desagradable obtenido a partir de sustancias animales y vegetales sometidas a fuego violento (las sustancias de origen no son especificadas por el fabricante).

Este aceite, según las instrucciones del fabricante, debe ser pulverizado alrededor de una parcela, produciéndose una barrera de olor que en teoría el jabalí evita transitar. En nuestro experimento, se aplicará embebiendo tanto la bellota como el protector, de manera que la unidad de siembra conformada por la bellota y el canuto de caña, desprendan el olor desagradable característico del aceite, y el jabalí lo identifique negativamente y no escarbe el hoyo de siembra, y en el caso que el jabalí se coma la unidad de siembra, su sabor desagradable lo haga desistir de seguir adelante con la depredación de los otros hoyos.

## **BARRERA DE OLOR CONTRA JABALÍES RTA50**

- **Composición:** Aceite animal y excipientes.
- **Indicaciones:** Para prevenir y limitar los daños en cultivos y plantaciones, ocasionados por los jabalíes.  
Disolver 1l. de RTA50 en 50 l. de agua. Aplicar el producto en pulverización alrededor de la parcela, en una banda de 6 m. de anchura.
- **Persistencia:** Alrededor de 4 semanas.
- **Presentación:** Bidones de 1 l. Caja de 12 unidades.



Figura 7. Prospecto e imagen del producto utilizado.

### **4.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se han realizado distintos ensayos que agruparemos en dos bloques:

- Un primer bloque se realiza en el vivero, donde realizamos tres ensayos, en el primero se pretende comprobar las posibles afecciones del repelente en el proceso de germinación, un segundo ensayo donde se verá los posibles efectos del protector de caña sobre el desarrollo de los brinzales, sobre todo en lo que al desarrollo del sistema radical se refiere, y por último en una parcela agrícola del vivero se ha realizado una réplica del ensayo realizado en monte.
- El segundo bloque se ha realizado en el monte, se han llevado a cabo tres replicas en las tres parcelas de la Sierra Calderona, denominadas Puntal de la Vella, Fuente del Sapo y Masía de Tristán, donde pretendemos contrastar la eficacia del protector y del repelente frente a la depredación, y estudiar las posibles sinergias o antagonismos entre los dos tratamientos.

#### **4.5.1. ENSAYOS EN VIVERO**

##### **4.5.1.1. CONTROL DE GERMINACIÓN CON REPELENTE**

En primer lugar, se realizó un experimento previo en el CIEF para comprobar cómo afecta el repelente a la germinación, sobre todo para descartar la inhibición a la germinación por parte del repelente.

El experimento se denomina RTA 50, y consiste en sumergir las bellotas durante 24h a temperatura ambiente con RTA 50 al 2%, y el método y las condiciones de germinación han sido, en un túnel invernadero, en recipientes forestales Arnabat 48 con una mezcla de vermiculita, fibra de coco y turba.

Para este ensayo de germinación se han realizado cuatro repeticiones con cien semillas cada una.



Figura 8. Vista del ensayo de germinación.

#### 4.5.1.2. CONTROL DESARROLLO DEL BRINZAL CON PROTECTOR

Se han sembrado bellotas con el protector de caña (canutos), en macetas con turba en el CIEF, para desenterrarlas posteriormente y analizar los posibles efectos del protector de caña sobre el sistema radical de los brinzales. Y, por tanto, comprobar cómo afecta el protector al desarrollo del sistema radical.

Consideraremos que el protector no afecta al desarrollo del sistema radical, cuando en la inspección visual de las raíces no se encuentre ni signos de revirado ni de estrangulado.

En el siguiente listado se detallan los ítems medidos y analizados, para verificar el desarrollo del sistema radical.

- Bellota germinada, se ha medido también la longitud de la raíz, y el diámetro del cuello.
- Plántula viva (supervivencia), plántula con tallo conformado, (que también se ha medido).
- Raíz con revirado, consideraremos una radícula revirada cuando la radícula no ha emergido por los orificios practicados a tal efecto, o ha crecido por dentro del canuto, hasta encontrar un orificio de salida.
- Raíz con estrangulado, consideraremos estrangulado cuando el cuello de la raíz esta deformado, por haber crecido aprisionado en algún punto del protector.

Para analizar los resultados, cruzaremos los ítems registrados, con lo cual crearemos el siguiente listado donde podremos ver cómo afecta los revirados y estrangulados a la supervivencia y mortandad de las plantas. Los ítems resultantes son los siguientes:



### **Bloque I.** Análisis de plantas vivas.

- Planta óptima, no presenta ningún revirado ni estrangulado.
- Planta viva con sólo revirados en la raíz.
- Planta viva con sólo estrangulados en la raíz.
- Planta viva con revirado y estrangulado de raíz.

### **Bloque II.** Análisis de plantas muertas.

- Planta muerta, pero el sistema radical no presenta ningún revirado ni estrangulado.
- Planta muerta con sólo revirado de raíz.
- Planta muerta con sólo estrangulados en la raíz.
- Planta muerta con revirado y estrangulado de raíz.

### **Bloque III.** Análisis del total de las raíces.

- Plantas totales (vivas y muertas), sin estrangulado ni revirado de raíz.
- Plantas totales solo con revirado.
- Plantas totales sólo con estrangulado.
- Plantas totales reviradas y estranguladas.

El experimento consta de 6 macetas de 80 litros de capacidad donde hemos sembrado 10 canutos por maceta, se ha empleado un sustrato compuesto por 50% de turba rubia, 25% perlita hortícola del nº3 y 25% de fibra de coco, y un régimen de riego de dos dosis de 15 litros de agua por maceta por semana. De las 6 macetas la mitad se han sembrado con bellota y protector tratado con repelente, con lo cual también podemos contrastar los posibles efectos del repelente en el proceso de germinación de las bellotas.



Figura 9. Vista del ensayo del protector.

### 4.5.1.3. ENSAYO CONTROL DE CAMPO

En tercer lugar, se ha realizado una réplica del ensayo en monte, en una parcela agrícola del CIEF, esta parcela nos sirve para contrastar los resultados de germinación, y dentro de uno años poder desenterrar el protector y ver cómo ha podido afectar al desarrollo de la planta. Con el fin de contrastar los resultados obtenidos.

### 4.5.2. ENSAYO EN MONTE

Por último, se ha elaborado un experimento en el monte, que se trata del experimento principal del presente trabajo. Se ha diseñado un plan factorial 2<sup>2</sup>, factor protector (presente/ausente) y factor repelente (presente/ausente). El ensayo consta de tres réplicas, en las tres parcelas de la Sierra Calderona, de 4 pruebas cada una (A, B, C y D) y 20 repeticiones por prueba. Como se ha mencionado, en cada dispositivo protector hay dos bellotas, por lo que en cada hoyo de siembra sin protector se siembran dos bellotas. Por tanto, se tendrá por cada réplica 80 pruebas (80 pruebas x 2 bellotas = 160 bellotas sembradas). Se considera a cada bellota como una unidad de siembra, que puede dar lugar a un brinzal o no.

Tabla 3. Niveles por cada factor.

Niveles del protector	
Semilla con protector	→ +
Semilla sin protector	→ -
Niveles de repelente	
Semilla con repelente	→ +
Semilla sin repelente	→ -

Tabla 4. Niveles de cada factor por prueba.

Prueba	Protector	Repelente	Color etiqueta
A	+	+	Morado
B	+	-	Amarillo
C	-	+	Rosa
D	-	-	Blanco

Para llevarlo a cabo, se ha aprovechado una plantación realizada por el CIEF en las mismas fechas y localizaciones. Los trabajos previos a la siembra en las zonas han sido, un desbrozado selectivo por calles mediante una desbrozadora de cadenas y un ahoyado mecánico. La siembra se realizó manualmente, a 4 cm de profundidad con castillete de piedras y acolchado con restos del desbroce.





Figura 10. Vista del cubo de transporte y almacenaje de los protectores preparados para el ensayo en monte.



Figura 11. Vista con detalle de la profundidad de siembra en el ensayo en monte.



Figura 12. Vista del hoyo de siembra acabado, con cama de paja y castilete de piedra.

## **4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **4.6.1. ENSAYOS EN VIVERO**

#### **4.6.1.1. CONTROL DE GERMINACIÓN CON REPELENTE**

Se ha calculado el porcentaje de germinación del ensayo RTA 50 para compararlo con el obtenido del mismo lote por el personal del laboratorio del CIEF, se comprueba la normalidad estadística de los datos, y el resultado se expresa como porcentaje medio de germinación.

#### **4.6.1.2. CONTROL DEL DESARROLLO DEL BRINZAL CON PROTECTOR**

Sobre la muestra total de 120 bellotas sembradas en maceta con canuto, se confecciona una tabla de distribución de frecuencias relativas expresada en porcentaje, en el anexo 3 vienen recogidos todos los ítems analizados y sus resultados, tanto para el apartado general como para los diferentes bloques, germinadas, supervivientes y muertas.

### **4.6.2. ENSAYO EN MONTE**

Considerando que tanto las variables explicativas (factores), como las variables respuesta son cualitativas, el análisis de los datos se realizará mediante tablas de frecuencia (tablas de contingencia), y un análisis Gi-dos.

En el primer análisis, se comprueba si existen diferencias significativas entre las parcelas y la supervivencia de plantas. Una vez estudiado el factor parcela pasaremos a analizar el factor tratamiento (A, B, C y D), para ver si está relacionado con las variables respuesta, el análisis se divide en dos bloques:

**Bloque I:** Análisis de los ítems relacionados con la supervivencia de plantas.

- Planta viva.
- Sin planta viva.

**Bloque II:** Análisis de los siguientes ítems, relacionados con la depredación de la siembra.

- Hoyo de siembra depredado por micromamífero roedor.
- Hoyo de siembra depredado por jabalí.
- Hoyo de siembra sin signos de depredación.

Se ha utilizado el paquete estadístico Statgraphics Centurion VI.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS EN VIVERO

#### 5.1.1. RESULTADO DEL CONTROL DE GERMINACIÓN CON REPELENTE

Los resultados obtenidos muestran que la capacidad germinativa del lote utilizado con el tratamiento con repelente y sin él, no se aprecian diferencias y es similar en ambos casos. Siendo un 86% la capacidad germinativa de nuestro ensayo control de germinación, frente al 85% de la capacidad de germinación del lote obtenida por el CIEF. Por tanto, podemos decir que el repelente no influye negativamente la germinación.

Tabla 5. Tabla de resumen y resultado del ensayo control de germinación con repelente.

<b>Ensayo</b>	Control de la germinación con RTA 50
<b>Fecha inicio</b>	18/11/2016
<b>Fecha final</b>	14/3/2017
<b>Repeticiones x nº de semillas</b>	4 x 100
<b>Tratamientos previos</b>	Imbibición de 24h, en RTA 50 al 2%, a temperatura ambiente.
<b>Método y condiciones</b>	En túnel invernadero con contenedor Arnabat 48 y una mezcla de perlita + fibra de coco + turba.
<b>Capacidad germinativa</b>	86 %



Figura 13. Vista del ensayo de germinación.

### 5.1.2. RESULTADO DEL CONTROL DEL DESARROLLO DEL BRINZAL CON PROTECTOR

El resultado obtenido a partir del análisis visual del crecimiento de brinzal muestra que la capacidad de germinación es ligeramente inferior a los resultados de capacidad de germinación del lote utilizado con y sin tratamiento repelente, siendo un 75%. Y que la supervivencia de las plántulas al cabo de 9 meses desciende a un 58%.

En el análisis visual del desenterramiento y apertura del dispositivo protector con la finalidad de identificar diferentes aspectos que puedan comprometer el correcto desarrollo de la planta en un futuro, revirados o estrangulados, se ha obtenido que solamente un 15% de los brinzales no estarían afectados en un futuro por estos problemas.

Tabla 6. Tabla resumen del ensayo control desarrollo del brinzal con protector.

Ensayo	Control desarrollo del brinzal con protector
Fecha inicio	28/12/2016
Fecha final	19/9/2017
Nº macetas x nº de prtectores	6 x 10
Nº de semillas	120
Tratamientos previos	Imbibición de 24h, en H <sub>2</sub> O a temperatura ambiente.
Método y condiciones	En umbráculo con maceta de 100L y una mezcla de perlita + fibra de coco + turba.
Capacidad germinativa	75,00 %
Supervivencia	58,33 %
Supervivencia Sanas	15%

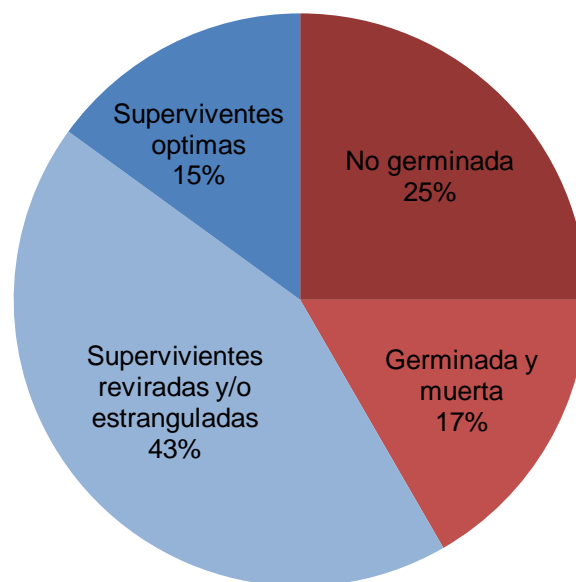


Figura14. Diagrama general sobre las 120 sembradas.

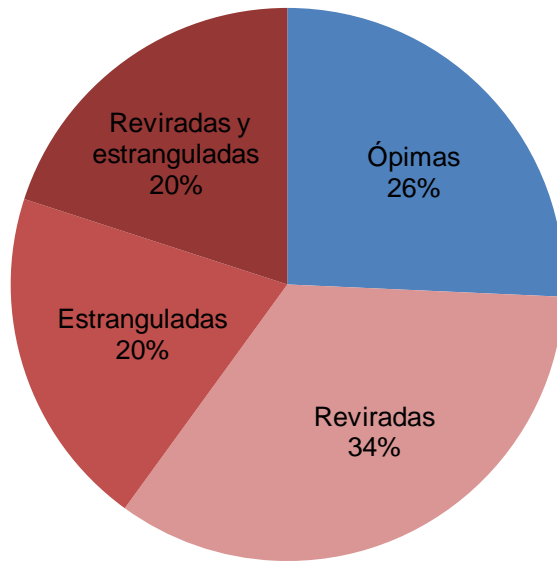


Figura 15. Diagrama bloque I sobre las 70 plántulas vivas.

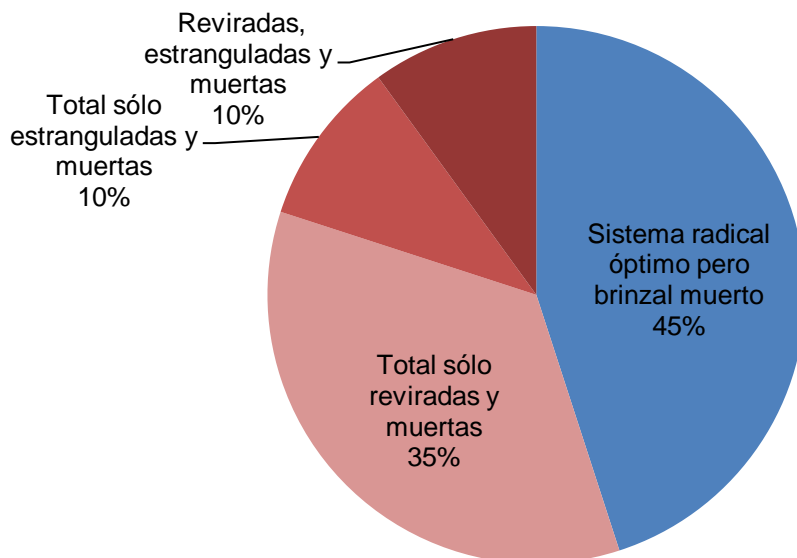


Figura 16. Diagrama bloque II sobre las 20 bellotas muertas.



Figura 17. Diagrama bloque III sobre las 90 bellotas germinadas.



Figura 18: Canuto con dos brinzales óptimos, brinzal óptimo, brinzal con revirado.

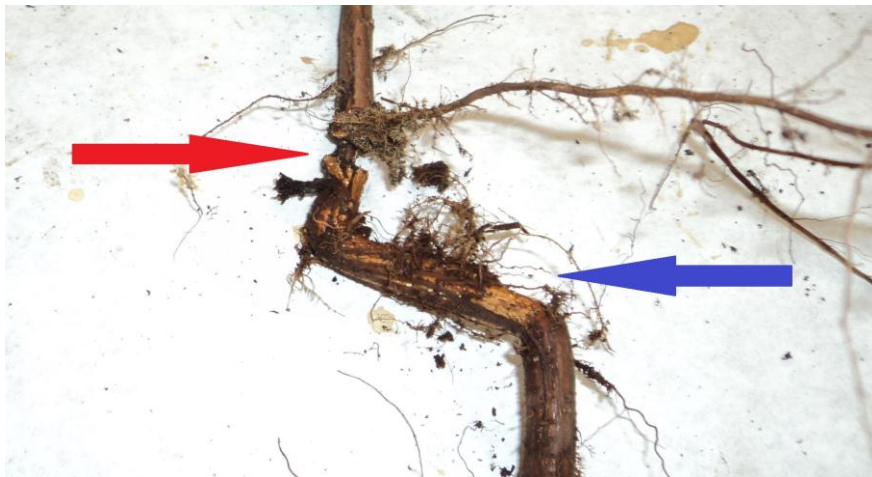


Figura 19. Detalle de estrangulado muy acusado y revirado.



Figura 20. Detalle estrangulado y revirado.



## 5.2. RESULTADOS EN PARCELAS: MONTE Y CIEF

Los datos tomados en primavera nos sirven para determinar los hoyos de siembra depredados, mientras que para el estudio de la supervivencia de planta hemos optado por utilizar los datos del último recuento de septiembre, en el Anexo 4, vienen recogidos los resultados obtenidos.

### 5.2.1. ANÁLISIS DE LA SUPERVIVENCIA.

#### 5.2.1.1. ANALISIS 1: Estudio de la influencia del factor parcela sobre la supervivencia ¿Tiene influencia la parcela sobre los resultados?

Dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (65,299) > X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ , con  $P=0,000$ , (certeza mayor del 95%) podemos afirmar que existen notables diferencias entre parcelas. Por tanto, procederemos a analizar los resultados de los tratamientos parcela a parcela, con este análisis se valorará si existen diferencias entre tratamientos.

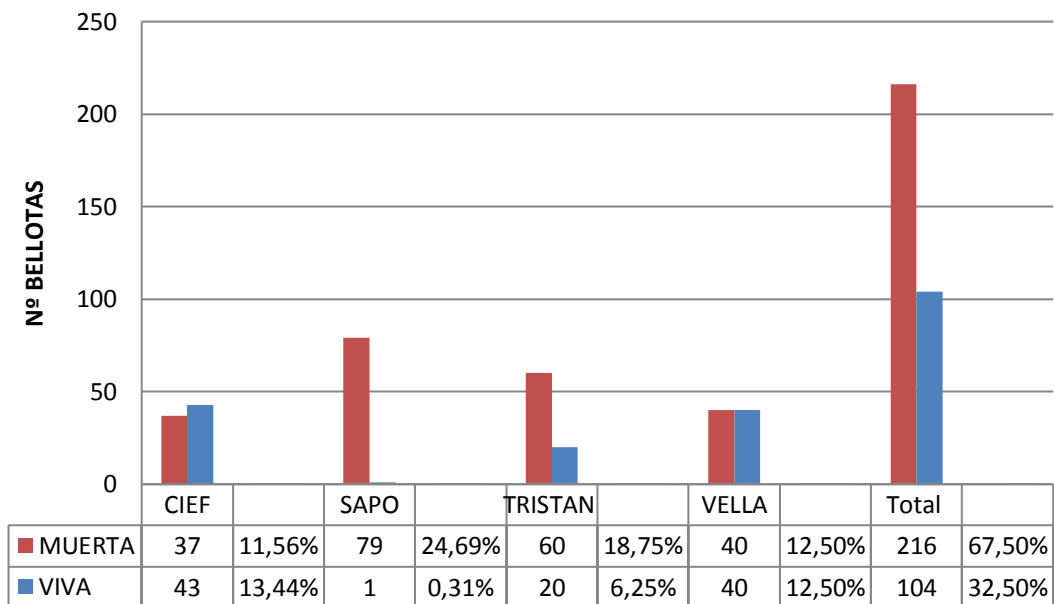


Figura 21. Relación entre supervivencia y parcela.

### ANÁLISIS DE LA SUPERVIVENCIA PARCELA A PARCELA.

#### 5.2.1.2. ANALISIS 2: Tratamientos en la parcela Puntal de la Vella.

Dado que el estadístico Gi-cuadrado (12,40) es superior a 7,81 que es el umbral que viene recogida en la tabla para un 95% de certeza, podemos afirmar que existen diferencias entre tratamientos, en el diagrama podemos observar que los tratamientos sin protector son los que mejor resultados ofrecen.

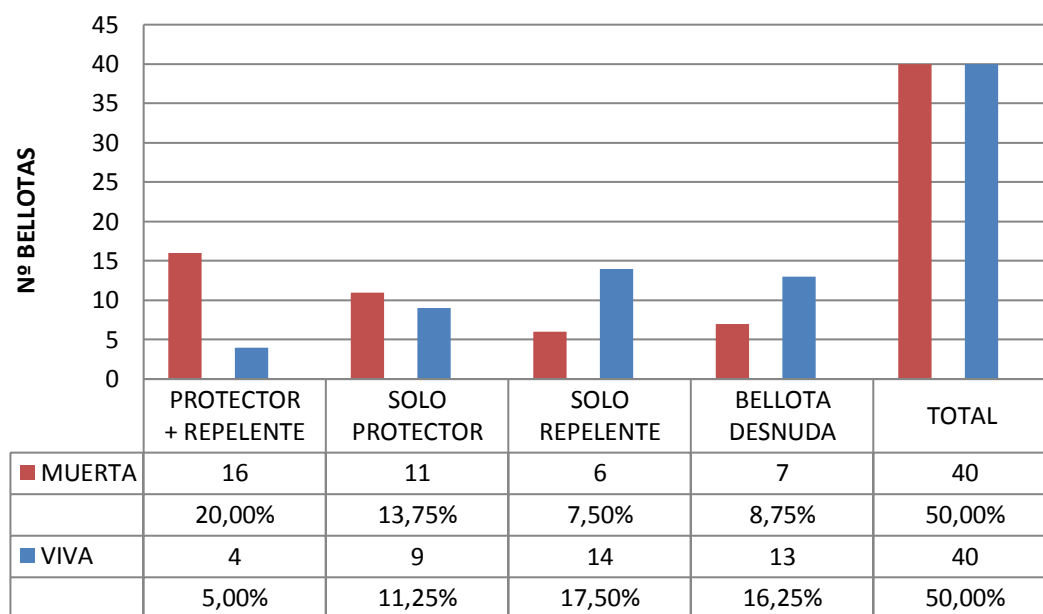


Figura 22. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “La Vella”.

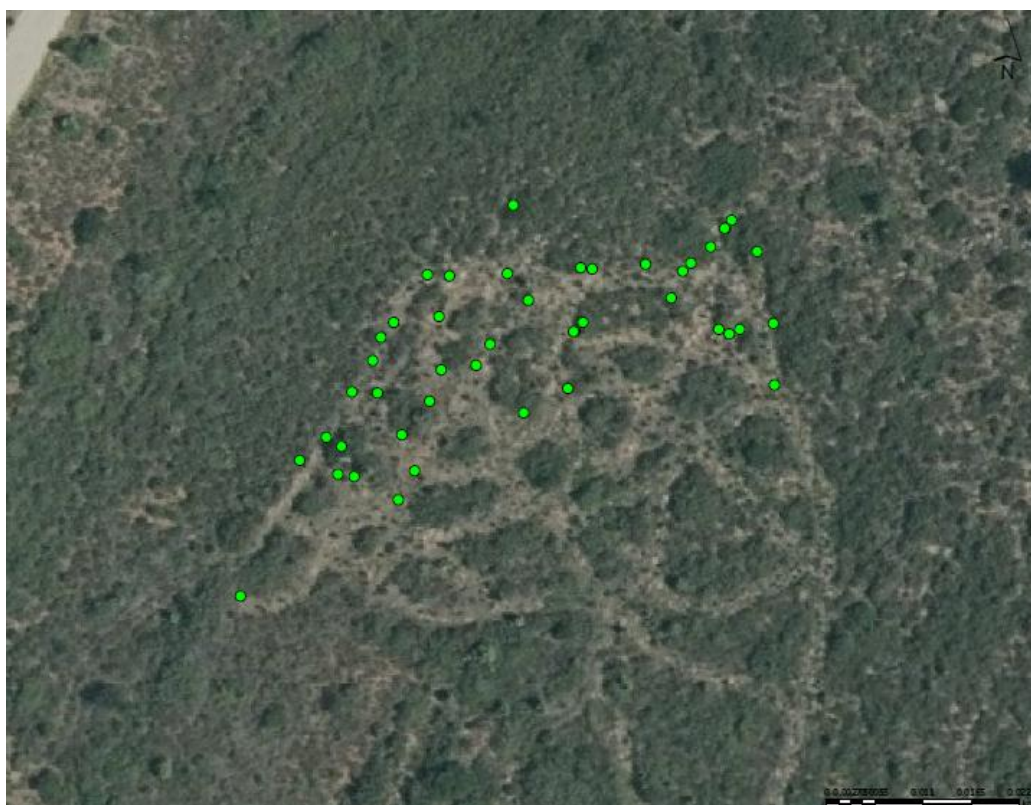


Figura 23. Ortofoto de los hoyos supervivientes en la parcela “La Vella”

### 5.2.1.3. ANALISIS 3: Tratamientos en la parcela del Sapo

Estadísticamente se comprueba que no existen diferencias entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (3,038) < X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ . Esta parcela solo cuenta

con una planta viva. Por tanto, en el análisis estadístico no podemos relacionar la supervivencia con el tratamiento.

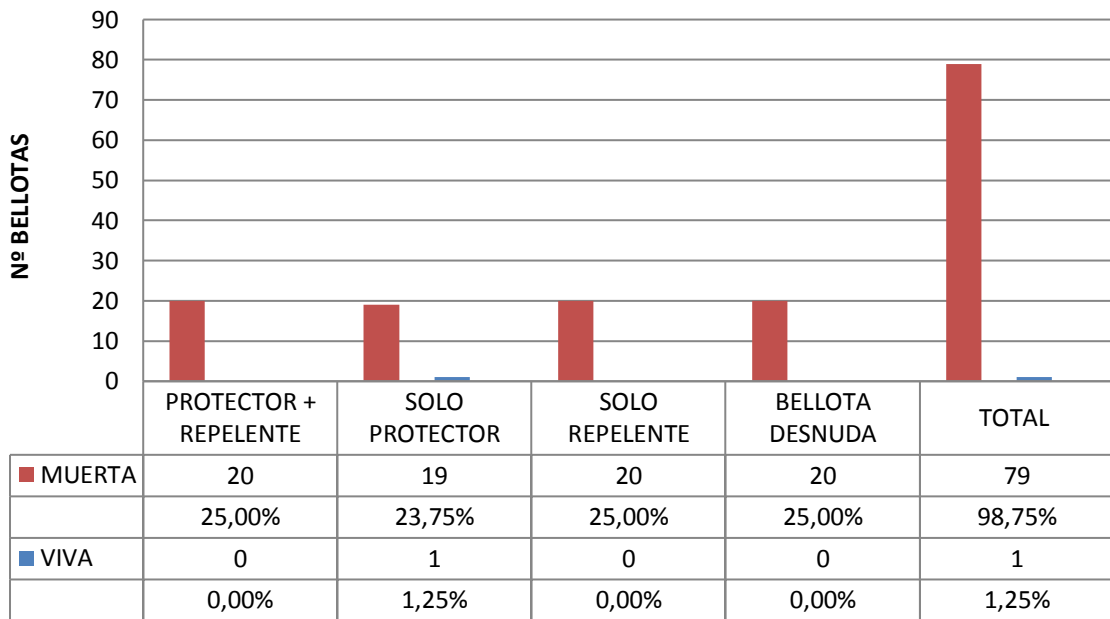


Figura 24. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “El Sapo”.

#### 5.2.1.4. ANALISIS 4: Tratamientos en la parcela de Tristán.

Estadísticamente se comprueba que no existen diferencias significativas entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (3,73) < X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ . No obstante, cabe señalar que las bellotas sin protector tienen un ligero mayor porcentaje de plantas vivas.

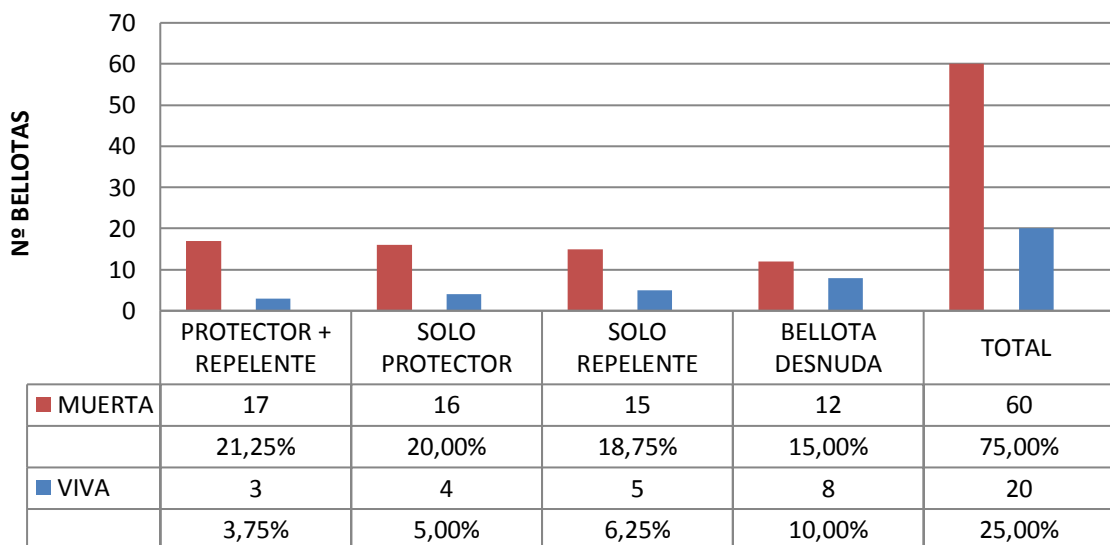


Figura 25. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela “Tristán”.



Figura 26. Ortofoto de los hoyos supervivientes en la parcela "Tristán"

### 5.2.1.5. ANALISIS 5: Tratamientos en la parcela del CIEF.

Estadísticamente se comprueba que existen diferencias entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (39,73) > X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ , en el diagrama podemos observar que los tratamientos que funcionaron mejor son los que no tenían protector.

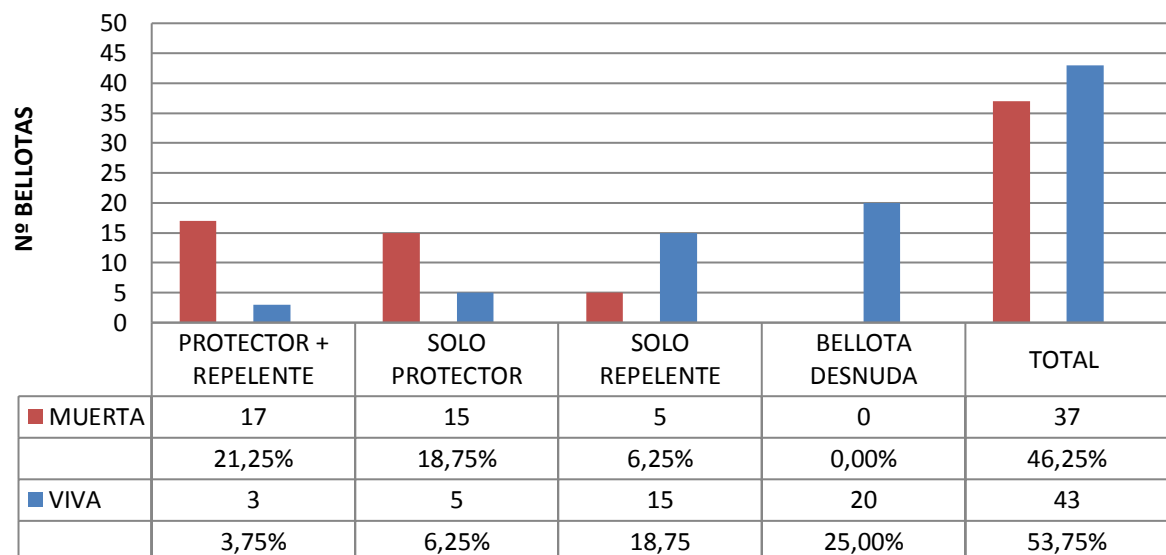


Figura 27. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela "El CIEF".



## 5.2.2. ANÁLISIS DE LA DEPREDACIÓN

En este bloque de análisis, no tenemos en cuenta la variable respuesta “bellota predada por ratón”, dado que no se han constatado este ataque en ninguna de las parcelas estudiadas.

### 5.2.2.1. ANÁLISIS 6. Estudio de la influencia del factor parcela sobre la depredación. ¿Tiene influencia la parcela sobre los resultados?

Dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (191,306) > X^2_{0,95} \text{ crítico } (5,991)\}$ , con  $P=0,000$ , (certeza mayor del 95%) podemos afirmar que existen notables diferencias entre parcelas. Por tanto, procederemos a analizar los resultados de los tratamientos parcela a parcela, con este análisis se valorará si existen diferencias entre tratamientos y la depredación del jabalí.

Del análisis por parcelas, queda excluida la parcela del CIEF, dado que por su situación era prácticamente imposible la acción del jabalí, y muy improbable la acción de los ratones.

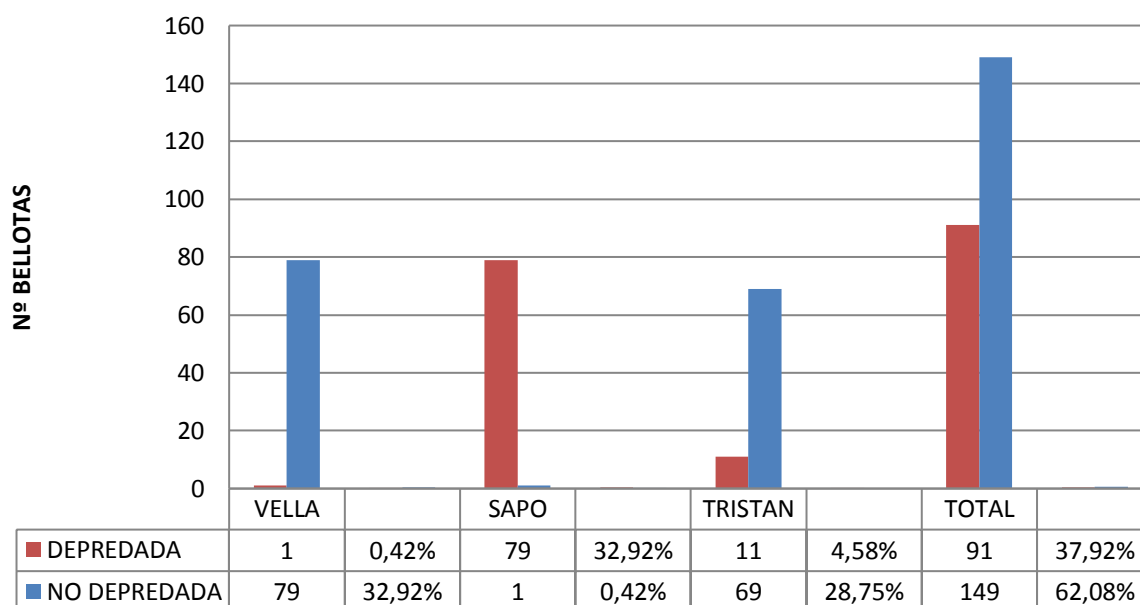


Figura 28. Relación entre depredación y parcela.

## ANÁLISIS DE LA DEPREDACIÓN PARCELA A PARCELA.

### 5.2.2.2. ANÁLISIS 7: TRATAMIENTOS EN LA PARCELA DEL PUNTAL DE LA VELLA.

Estadísticamente se comprueba que no existen diferencias entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (3,038) < X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ . Esta parcela solo cuenta con una bellota depredada. Por tanto, en el análisis estadístico no podemos relacionar la depredación con el tratamiento.

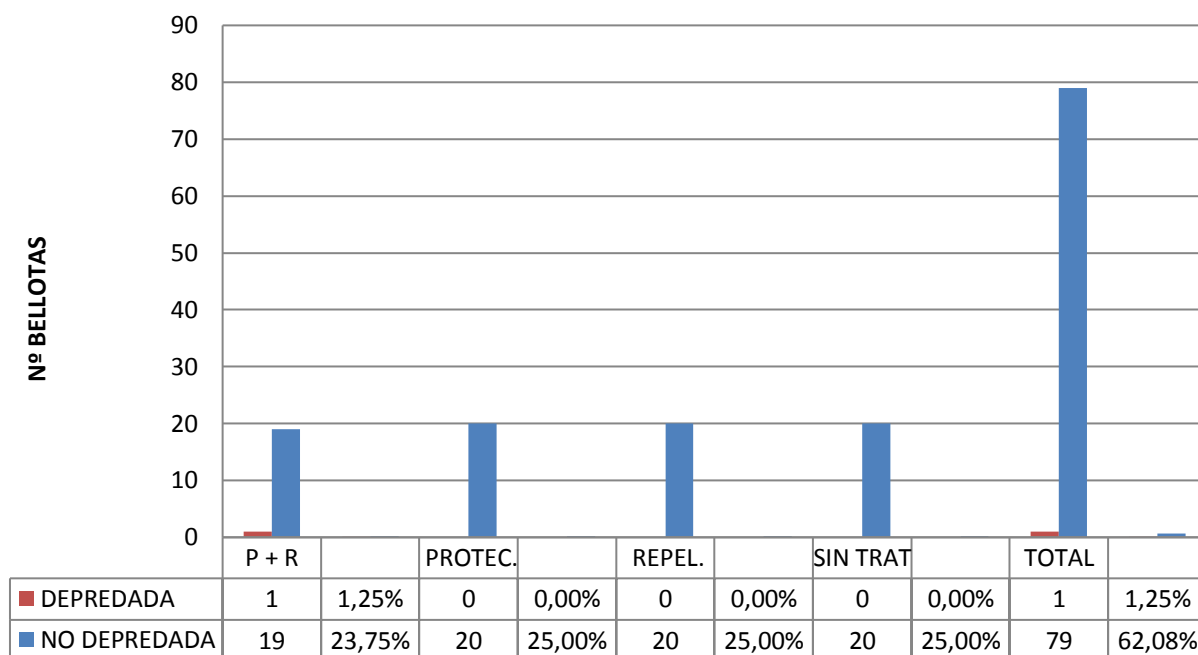


Figura 29. Relación entre tipo de prueba y depredación para la parcela “La Vella”.

### 5.2.2.3. ANÁLISIS 8: TRATAMIENTOS EN LA PARCELA DEL SAPO.

Estadísticamente se comprueba que no existen diferencias entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (3,038) < X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ . En esta parcela sucede lo inverso a lo sucedido en La Vella, solo cuenta con un brinzal superviviente, esto se debe a que el jabalí se ha comido todas las bellotas menos una. Por tanto, en el análisis estadístico no podemos relacionar la depredación con el tratamiento.

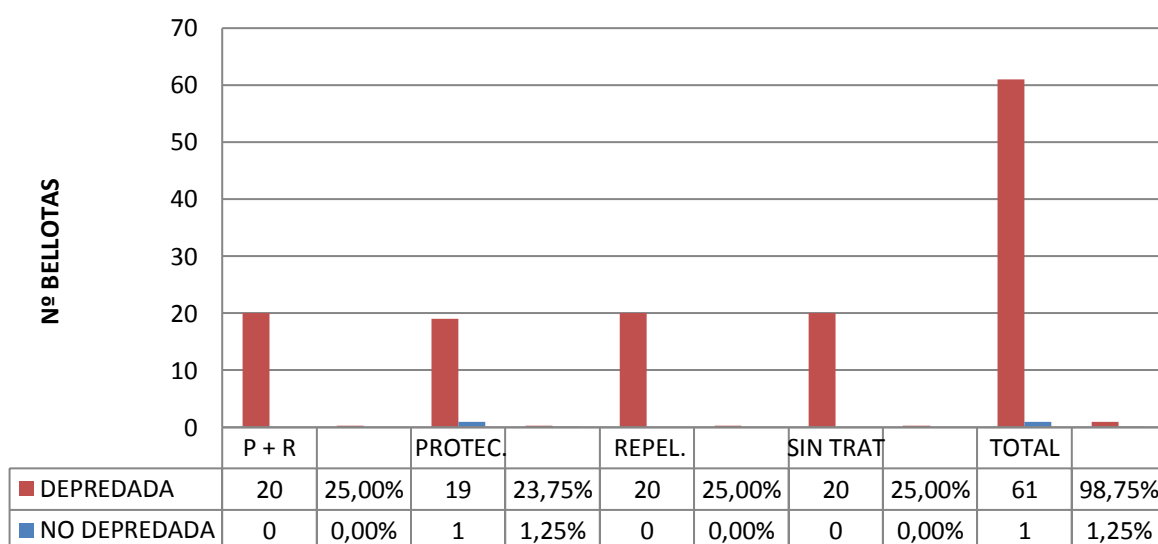


Figura 30. Relación entre tipo de prueba y depredación para la parcela “El Sapo”.



Figura 31. Detalle del protector masticado por la fauna del lugar.

#### 5.2.2.4. ANÁLISIS 9: TRATAMIENTOS EN LA PARCELA DE TRISTAN.

Estadísticamente se comprueba que no existen diferencias significativas entre tratamientos, dado que el  $\{X^2 \text{ calculado } (6,219) < X^2_{0,95} \text{ crítico } (7,81)\}$ . No obstante, cabe señalar que las pruebas con tratamiento repelente tienen un ligero mayor porcentaje de hoyos no atacados.

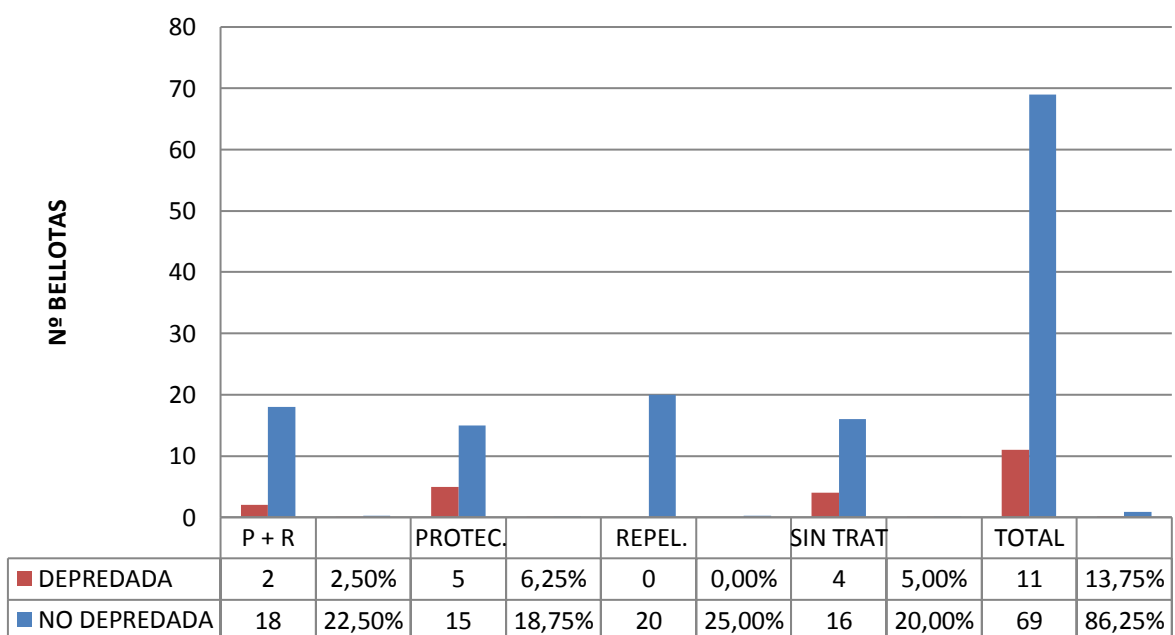


Figura 32. Relación entre tipo de prueba y supervivencia para la parcela "Tristan".

## **6. DISCUSIÓN**

### **6.1. EFECTO DEL REPELENTE**

Dado que el resultado obtenido en el experimento de germinación con la bellota embebida en repelente ha sido del 86%, prácticamente igual al resultado del ensayo de germinación del lote (85%), se puede afirmar que el repelente no influye negativamente sobre la germinación puesto que no se aprecian diferencias.

En cuanto al efecto del repelente sobre la depredación del jabalí en el ensayo en monte se observa que, en la parcela Tristán hay una ligera disminución de la depredación en los hoyos con tratamiento repelente. Sin embargo, en la parcela El Sapo, se ve claramente que cuando hay una presencia continuada de jabalí, el repelente no surte efecto alguno, se comen todas las bellotas por igual, de hecho, en esta parcela pudimos ver “revolcaderos” en zonas de afloramiento freáticos de la parcela, y señales claras de que esta parcela era la zona de campeo de una manada.

No se han comparado los resultados con otros experimentos porque el repelente se ha utilizado de una manera diferente a la que indica el fabricante, probablemente esta sea la causa de nuestros resultados.

### **6.2. EFECTO DEL PROTECTOR**

En primer lugar, no se ha podido comprobar el efecto del protector contra el ratón, dado que no ha habido ningún hoyo de siembra que hayamos visto los signos de depredación de los ratones, ni en las bellotas sembradas sin protector, ni en las que lo tenían.

Además, el protector no ha funcionado como se esperaba. Tras el análisis del ensayo control del brinzal desarrollado en el CIEF (apdo. 4.1.2), se ha observado que el protector interfiere negativamente en el establecimiento del brinzal de alcornoque, se constató una supervivencia de los brinzales con protector de un 58,33%, frente al 86% de brinzales obtenidos en la prueba de geminación sin protector. Observando también, que solo el 15% de las bellotas sembradas las podemos considerar óptimas, es decir sin presencia de revirados o estrangulados.

Evidentemente estos resultados trasladados al monte, donde las condiciones de humedad y suelo no son las óptimas, empeoran la supervivencia de brinzales, tal como queda constatado en el apartado del análisis de la supervivencia de las parcelas.

El efecto negativo del protector sobre la supervivencia es probable que se deba a un error de diseño del protector y que el tamaño y cantidad de las aberturas

practicadas para permitir la germinación normal de la bellota haya sido insuficiente, ya que en la mayor parte de los casos la salida de la radícula y la plúmula no ha sido el adecuado, sobre todo la plúmula. El crecimiento de la radícula viene determinado por un geotropismo y ha tenido bastante porcentaje de éxito al salir por el orificio, pero el crecimiento de la plúmula es estimulado por un fototropismo, y es en este punto donde mayores problemas se han observado, siendo probable que el tamaño del orificio haya sido pequeño, así como la profundidad de la siembra que ha sido 4 cm, haya sido demasiado para la bellota con protector.

No obstante, a la hora de comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros dispositivos protectores que se mencionan en este trabajo (apartado 2.2.3.), según los documentos analizados, está demostrado que son efectivos, pero no siempre. En primer lugar, en el caso del Seed Shelter de la Universidad de Granada, solo es efectivo para micro roedores, mencionando una disminución del 30% de la depredación. Sin embargo, los roedores más grandes acaban por desenterrar el dispositivo al igual que el jabalí. Y, en segundo lugar, en el caso del dispositivo de la Universidad de Palencia, en el artículo no hay datos concretos, pero sí que menciona que es efectivo para roedores y también para el jabalí.

## **7. CONCLUSIONES**

En primer lugar, en cuanto al protector, no se ha cumplido el objetivo de saber si es efectivo contra el ratón. Además, penaliza la germinación de la bellota y por tanto disminuye el porcentaje de éxito del establecimiento de los nuevos brinzales de alcornoque, posiblemente debido a un error de diseño del protector. Queda patente que, si se quiere seguir probando este tipo de protector, basado en el canuto de caña hay que mejorar su diseño.

En segundo lugar, en cuanto al repelente, con presencia continuada de jabalí queda claro que no funciona, posiblemente la mejor opción es no realizar siembras en las zonas con presencia estable de jabalí, o la utilización de barreras físicas, cercados de exclusión, o protectores individuales.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

**APHALO, P., y RIKALA, R.**, 2003: Field performance of silver-birch planning-stock growth different spacing and in container of different volume. *New Forest*, 25: 93-108.

**ARONSON, J., PEREIRA, J.S. y PAUSAS, J.G.**, 2012. Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration. Island Press.

**CARRERAS, C., SÁNCHEZ, J., RECHE, P., HERRERO, D., NAVARRO, A., y NAVÍO, J.J.**, 1997: Primeros resultados de una repoblación mediante siembra con protectores en Vélez Rubio (Almería). Delegación Provincial de Medio ambiente. ALMERÍA. Cuadernos de la S.E.C.F., Nº. 4, pp. 135-139.

**CASTRO, J., y FIERRO, A. B.**, 2015. El Seed-Shelter: un dispositivo eficaz para sembrar bellotas. *Quercus*, 358: 36-42

**DEBENEDETTI LÓPEZ, Á.L.**, 2015. Aplicación del binomio *Apodemus sylvaticus/helminto* como bioindicador de la regeneración del Parc Natural de la Serra Calderona (Comunitat Valenciana), veintidós años después de un incendio.

**DEL ARCO, J.M. y CARRETERO, M.**, 2013. Preferencias en el consumo de bellotas por *Mus spretus Lataste* (1883) y su influencia en la dispersión de especies de quercineas. *Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación*, p.95.

**DOMÍNGUEZ, S., HERRERO, N., CARRASCO, I., OCAÑA, I., PEÑUELAS, J., y MEXAL, J.**, 2006. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedlings development in the nursery and field. *Forest Ecology and Management*, 221: 63-71.

**DÍAZ FERNÁNDEZ, P.M., JIMÉNEZ, M.P. y GI, L.**, 1997. Caracterización de poblaciones marginales españolas de *Quercus suber L.* Cuadernos de la SECF, no 5.

**FUENTES, M.V.**, 2004. The helminth community of the wood mouse, *Apodemus sylvaticus*, in the Sierra Espuña, Murcia, Spain. *Journal of Helminthology*, vol. 78, no 3, p. 219

**FUENTES, M.V., GALÁN-PUCHADES, M. T. y CEREZUELA, A. M.**, 1998. Insectívoros y roedores de la Serra Calderona (Comunitat Valenciana). Dinámicas de recolonización y estudio helmintoecológico postincendio. *Galemys*, vol. 10, p. 37-58.

**GARCÍA-FAYOS, P.**, 1991. La vegetación silicícola de la Sierra Calderona (Comunidad Valenciana). *Lazaroa*, vol. 12, p. 317-332.

**GARCÍA, J. A.**, 2016. Estudio experimental para el seguimiento de plantaciones de *Quercus suber* L. de diferentes regiones de procedencia presentes en Castilla y León.

**GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V., VILLAR R., Y NAVARRO-CERRILLO, R.**, 2009. Repoblación con semillas o plántulas: un experimento con encina y alcornoque. En Congresos Forestales.

**KILCHENMANN, J. A. R. y MARTIN, E.**, 2015. Designing a corn protection for direct seeding of *quercus* species in high predation areas. Forest systems, vol. 24, nº 1, p. 18.

**LEVRKUS, A. B., CASTRO, J., PUERTA-PIÑERO, C., y REY-BENAYAS, J. M.**, 2013. Efecto del manejo de la madera quemada y la profundidad de siembra de bellotas sobre el éxito de reforestación con encina de áreas incendiadas. Avances en la restauración de sistemas forestales. Técnicas de implantación, p. 35.

**MONTERO, G. y CAÑELLAS, I.**, 2003. Selvicultura de los alcornocales en España. Silva Lusitana, vol. 11, no 1, p. 1-19.

**MIRANDA, E. y CHIRINO, E.**, 2005. Uso de contenedor profundo en el cultivo de quercineas. Efectos sobre el crecimiento y distribución de biomasa. En Congresos Forestales.

**MUÑOZ, J. C.**, 2013. Proyecto piloto de transferencia de tecnología para la restauración de alcornocales degradados en el Parque Natural de la Sierra Calderona, España. Trabajo de Fin de Master en Gestión y Restauración del Medio Natural. Universidad de Alicante – Fundación CEAM

**NAVARRO, F. B., JIMENEZ, M.N., RIPOLL, M.A., GONZÁLEZ-MÉNDEZ, S., GALLEGRO, E., y SIMÓN, E.**, 2005. Siembra de bellotas de encina en terrenos agrícolas abandonados: Influencia del tamaño de la bellota, adición de inóculo ectomicorrízico y preparación del suelo. En Congreso Forestal Español. 2005.

**NICOLÁS, J.L., DOMÍNGUEZ, S., HERRERO, N. y VILLAR, P.**, 1997. Plantación y siembra de *Quercus ilex* L.: efectos de la preparación del terreno y de la utilización de protectores en la supervivencia de plantas. Actas del II Congreso Forestal Español, 3: 449-454.

**PASTOR LLORCA., E. y BONET JORNET, A.**, 2007: Análisis de la depredación de bellotas de tres especies del género *Quercus* sp. en diferentes hábitats del PN del Carrascal de la Font Roja. Iberis, N. 5. ISSN 1578-3006, pp. 69-81.

**PAUSAS, J., BLADE, C. VALDECANTOS, A., SEVA, J., FUENTES, D., ALLOZA, J., VILAGROSA, A., BAUTISTA, S., CORTINA, J., y VALLEJO, R.**, 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for old practice – a review. Plant ecology, 171: 209-220.

**PEMÁN, J., PEGUERO-PINA, J., VALLADARES, F., y GIL-PELEGRÍN, E.,** 2010. Evaluation of unventilated treeshelters in the context of Mediterranean climate: insights from a study on *Quercus faginea* seedlings assessed with 3D architectural plant model. *Ecological Engineering*, 36(4): 517-526.

**PÉREZ-DEVESA, M., CORTINA, J., y VILAGROSA, A.,** 2005: Factores que afectan al establecimiento de *Quercus suber* L. bajo denso estrato de matorral. En Congreso Forestal Español. 2005.

**ROMERO, R., y ZÚNICA, L. R.,** 2005. Métodos Estadísticos en Ingeniería. Editorial UPV, 2008. 637.

**TSAKALDIMI, M., ZAGAS, T., TSITSONI, T., y GANATSA, P.,** 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container type. *Plant Soil*, 278: 85-93.

**VALLEJO, V., ARONSON, J., PAUSAS, J., y CORTINA, J.,** 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. *Restoration ecology. The new frontier*, 14: 193-207.

**GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.,** 2010. Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica. Factores condicionantes. *Revista Ecosistemas*, vol. 20, no 1.

**VILAGROSA, A., SEVA, J. P. y VALDECANTOS, A.,** 1997. Una nueva técnica viverística para la introducción de plantones de *Quercus spp.* en clima seco y semiárido. En Congresos Forestales.

**VILAGROSA, A., CATURLA, R. N., HERNÁNDEZ, N., CORTINA, J., BELLOT, J., y VALLEJO, V. R.,** 2001. Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular. Resultados de las investigaciones desarrolladas para optimizar la supervivencia y el crecimiento de especies autóctonas. En Congreso Forestal Español.