



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

Capacidad de rebrote de la encina (*Quercus ilex subsp. ballota*)

CURROS, R.¹, VILLAR R.¹, AB CAÑO ², LEVERKUS AB ³, GÁLVEZ GARRIDO CR ², RIPOLL MORALES MA ², CASTRO GUTIÉRREZ J ³, JIMÉNEZ MN ⁴, CARBONERO MD ⁵, FERNÁNDEZ REBOLLO P ⁶, LEAL MURILLO JR ⁶, NAVARRO FB ²

¹ Área de Ecología, Dpto. Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba.

² IFAPA Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil s/n, 18004 Granada.

³ Dpto. Ecología, Facultad de Ciencias, Avenida Fuente Nueva s/n, 18071 Granada.

⁴ Dpto. Botánica. Facultad de Farmacia. Campus de Cartuja s/n, 18071, Granada.

⁵ IFAPA Centro Hinojosa del Duque, Ctra. El Viso, km 15, 14270 Hinojosa del Duque, Córdoba.

⁶ Dpto. Ingeniería Forestal, Universidad de Córdoba, 14071 Córdoba.

Resumen

Las dehesas están sufriendo una baja regeneración natural por diversos factores. Uno de ellos es el consumo por parte de los herbívoros. Sin embargo, gracias al fuerte sistema radical de la encina, estas plántulas pueden rebrotar. No se conoce con exactitud los factores que pueden afectar al rebrote en la encina. Por ello, se realizó un experimento en el que se recogieron bellotas procedentes de 10 procedencias de la Península Ibérica con un rango de precipitación de 320 a 817 mm. Las bellotas se sembraron en enero de 2017 en una parcela en Córdoba y en otoño de 2018 se simuló una herbivoría fuerte eliminando toda la biomasa aérea. Tras un año se contabilizaron las plantas rebrotadas, se cortaron y se tomó su peso seco. De las 1286 plantas, sólo 600 rebrotaron, encontrándose que el porcentaje de plantas rebrotadas fue distinto entre procedencias, desde un 35 a un 65%. La biomasa de las plantas rebrotadas fue distinta dependiendo de la procedencia, pero no se vio influida por el riego en el año anterior. La biomasa rebrotada estuvo positivamente correlacionada con el peso de la bellota ($r=0.35$, $P< 0.05$), pero mucho más con la biomasa de la plántula un año antes del rebrote ($r=0.62$, $P< 0.05$). Los resultados sugieren que las plantas con un mayor sistema radical debido a ser plantas de mayor tamaño y provenientes de bellotas más grandes tienen una mayor capacidad de rebrote.

Palabras clave

Dehesas, procedencia, *Quercus ilex*, rebrote, regeneración, riego.

1. Introducción

Las dehesas son el principal sistema agroforestal de las áreas mediterráneas del suroeste de España (JOFFRE et al., 1988) y se consideran como un sistema de explotación ganadera y/o cinegética de carácter multifuncional en que al menos el 50% de la superficie está ocupado por pastizal con arbolado adulto disperso productor de bellotas y con una fracción de cabida cubierta entre el 5% y el 60% (PULIDO Y PICARDO, 2010). Además, éstas poseen un gran valor económico, ecológico, social y estético para la Península Ibérica (CAREVIC et al., 1997).

Las dehesas contribuyen de forma significativa a la creación de distintos ambientes que fomentan la biodiversidad. Entre ellos, el arbolado se considera el componente más importante, ya que desempeña una multitud de funciones, entre las que destacan el papel como reservorios de carbono, la creación de unas condiciones microclimáticas más favorables, la reducción del riesgo de erosión, el mantenimiento de la fertilidad a largo plazo y la aportación de los beneficios del propio árbol (Olmo et al., 2018). El arbolado se compone en su mayoría de especies del género *Quercus*, principalmente encina (*Quercus ilex subsp. ballota*) y alcornoque (*Quercus suber*), y ocasionalmente otras especies como acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*), quejigo (*Quercus faginea*) y quejigo andaluz (*Quercus canariensis*) (COSTA et al., 2006).

Hoy en día, la perpetuación o sostenibilidad de las dehesas a largo plazo se encuentra amenazada debido a la acción conjunta e interactiva de varios factores (MARTÍNEZ et al., 2019). Unos de los principales problemas a los que se enfrenta es la pérdida del arbolado por el envejecimiento, las enfermedades y la falta de regeneración natural (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ 2010). También, otra de las amenazas que afrontan las dehesas son los pronósticos de los modelos de cambio climático, ya que predicen un incremento de las temperaturas y un descenso anual de las precipitaciones para la Cuenca Mediterránea, por lo que la estructura y dinámica de las poblaciones de árboles que sustentan las dehesas sufrirán graves cambios durante las fases iniciales de sus ciclos de vida (MARTÍNEZ et al., 2019).

Todo ello sugiere la necesidad de implementar actuaciones para aumentar la regeneración y renovación del arbolado empleando técnicas de regeneración asistida que promuevan el reclutamiento efectivo de plántulas.

Por otro lado, la encina es una especie que, gracias a su variabilidad genética, presenta poblaciones altamente heterogéneas con una gran capacidad de adaptación (JORRÍN Y NAVARRO, 2014). Así pues, dependiendo de sus características genéticas, puede haber variaciones funcionales entre ellas que den lugar a diferente capacidad de regeneración y respuesta a factores ambientales.

Por lo tanto, varios factores podrían influir en la regeneración de las encinas, como son la procedencia de la bellota, su peso (cantidad de reservas), o los factores ambientales.

Uno de los métodos de regeneración asistida que ha dado buenos resultados es la siembra de bellotas (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al. 2011). Esta técnica favorece el desarrollo de su sistema radicular, penetrando la raíz pivotante en profundidad y fomentando el crecimiento de las demás raíces (LEVERKUS, 2016). Asimismo, esta estrategia es clave para reducir la reposición de marras, ya que facilita el acceso al agua y asegura un mayor porcentaje de supervivencia y crecimiento durante los primeros años, un hecho esencial para soportar la sequía estival del primer verano, su fase más crítica (CASTRO Y LEVERKUS, 2015).

En ocasiones, una vez que la planta está establecida tras 1 ó 2 años, la parte aérea de la planta puede ser eliminada por diversos factores (herbívoros, incendio, sequía, etc.). Sin embargo, la parte radical de la planta puede estar viva y puede dar lugar al rebrote de la planta.

Este trabajo se centra en analizar los factores que determinan el éxito de rebrote de la encina, puesto que no existen muchos estudios sistemáticos.

Entre los factores que se van a estudiar son: la procedencia de las bellotas, el peso de la bellota, y el riego durante el primer año. Las hipótesis, esquematizadas en la Figura 1, que se quieren contrastar son:

- 1) la procedencia tiene un efecto en la proporción plantas rebrotadas
- 2) la procedencia y el riego influyen en la biomasa rebrotada
- 3) la biomasa rebrotada depende de la biomasa de la planta inicial que a su vez depende del peso de la bellota.

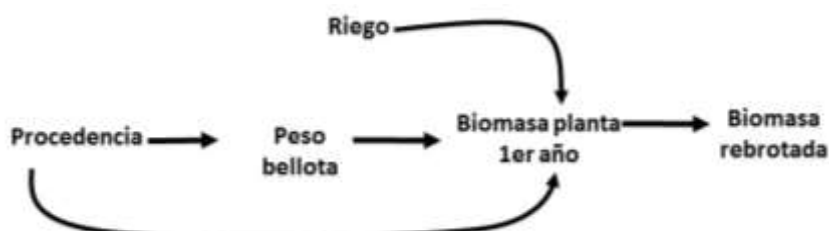


Figura 1. Hipótesis de las relaciones entre las variables que pueden explicar la biomasa rebrotada.

2. Objetivos

El objetivo general del presente estudio consiste en identificar los principales factores relacionados con el rebrote de encinas, entre estos factores están la procedencia, el peso de la bellota y el riego en el primer año.

3. Metodología

Área de estudio y parcela experimental

La zona en la que se llevó a cabo el experimento fue una dehesa subhúmeda con pastoreo de ganado ovino situada en la finca de La Jarosa (Córdoba) (Fig. 2) ($37^{\circ}54'28''$ N y $4^{\circ}54'58''$ O). El suelo se desarrolla sobre esquistos y tiene un pH ácido y una precipitación media anual de 782 mm.



Figura 2. Foto aérea de la finca de La Jarosa. Fuente: Google Earth (2020).

Diseño experimental

Se sembraron bellotas procedentes de 10 poblaciones localizadas en Cádiz, Córdoba, Granada, Jaén, Málaga Ciudad Real y Guadalajara, (Tabla 1). Se consideraron poblaciones de encina sometidas a un gradiente ambiental contrastado en cuanto a precipitación (desde 320 a 817 mm) y temperatura (desde 11.5 a 16.2 °C) y tipo de suelo (Tabla 1). Se seleccionaron en cada procedencia, unas 500 bellotas de 10 de madres distintas.

Tabla 1. Características edafológicas y climáticas de cada procedencia de bellotas. Fuente: elaborado a partir de Proyecto Nutera II (2018).

Localidad	Abbv.	Suelo	Altitud (m)	Temperatura media (°C)	Precipitación anual media (mm)	Procedencia
Ctjo. Becerra (Granada)	Be	Carbonatado	1040	13	320	15
Mata Bejid (Jaén)	Ma	Carbonatado	1115	12.6	543	14
Hinojosa (Córdoba)	Hi	Ácido	538	15.1	467	11
La Jarosa (Córdoba)	Ja	Ácido	347	15.8	782	11
Lugros (Granada)	Lu	Ácido	1300	12.8	563	16
Casbermeja (Málaga)	Ca	Ácido	415	16.2	577	14
Cortes de la Frontera (Cádiz)	Co	Carbonatado	656	14.5	817	13

Galapagar (Madrid)	Ga	Ácido	875	12.3	449	8
Brihuega (Guadalajara)	Br	Carbonatado	1018	11.5	463	9
Villaharta de San Juan (Ciudad Real)	Vi	Carbonatado	645	14.6	425	12

Para evitar una elevada tasa de depredación de las bellotas, especialmente por roedores, todas las bellotas fueron sembradas dentro de un protector denominado *Seed-Shelter* (CASTRO Y LEVERKUS, 2015). Este consistió en dos conos o pirámides, con el extremo truncado. Se relleno con sustrato cada uno de los conos y se colocó una bellota en su interior, tras lo cual se cerraron los dos conos ensamblándose y quedó la unidad lista para sembrarse en el campo. Este protector de semillas es barato de producir, simple y sencillo de utilizar, y supuso una ventaja para disminuir el coste de reposición de marras e incrementar el éxito del proyecto.

Para la preparación del terreno se utilizó un Bobcat con un rejón para subsolado de entre 50 y 60 cm de profundidad y un brazo con ahoyadora helicoidal para cada punto de siembra. La distancia entre líneas fue la misma que la separación entre cada uno de los puntos de ésta y se corresponde con 0.75 m. Se establecieron 4 parcelas de 12 x 17.5 m que fueron valladas con malla para ganado ovino y bovino. Para eliminar los efectos incontrolados de la competencia que pudieran afectar a los tratamientos objeto de estudio, hubo un control mecánico periódico de la vegetación adventicia (escarda manual alrededor de la planta).

La siembra se realizó en otoño de 2016 en 12 bloques. Cada uno de ellos constó de una mitad que se regó (3 riegos en verano de unos 5 L por planta) y otra mitad que no se regó. Se utilizaron 10 bellotas por procedencia para cada bloque y nivel de riego, que se dispusieron aleatorizadas.

Medidas

Las plantas se cortaron a ras del suelo en el verano del 2018 para determinar el crecimiento. En otoño-invierno de 2018, muchas de las plántulas comenzaron a rebrotar. En el verano del 2019 se midió la altura de la planta y se volvieron a cortar las plantas que habían rebrotado a ras de suelo y se secaron en una estufa a 60 °C durante dos días. Las hojas y tallos de cada plántula se separaron en vivas o muertas según su aspecto (coloración de hojas, etc.) y se pesaron por separado. Con estos datos se calculó el porcentaje de biomasa viva como $100 \times (\text{peso total vivo} / \text{peso total})$. También, se contabilizó el número de tallos y se midió aquel de mayor longitud.

Análisis estadístico

Para comprobar si hubo diferencias en la proporción de plantas que habían rebrotado en relación a las procedencias se realizó un ANOVA unifactorial (hipótesis 1).

Para comprobar si la procedencia y el riego afectó a la biomasa de rebrote se llevó a cabo un ANOVA de dos factores (procedencia y riego) (hipótesis 2). En algunos casos las variables se transformaron con log 10 o con la raíz para cumplir las asunciones de ANOVA.

Para saber si la biomasa del rebrote dependía de la biomasa inicial (tras 1 año de crecimiento) y del peso de la bellota se realizaron regresiones lineales (hipótesis 3).

El análisis estadístico se realizó con Statistica versión 6.0 (Statsoft, Tulsa, Oklahoma, USA).

4. Resultados

Proporción de rebrote

La capacidad de rebrote de la encina, es decir el porcentaje de plántulas que rebrotaron varió significativamente ($p=0.00001$) entre procedencias entre el 35 % (Brihuega, Br) y el 65% (Hinojosa, Hi; Jarosa, Ja y Villaharta, Vi) (Fig. 3).

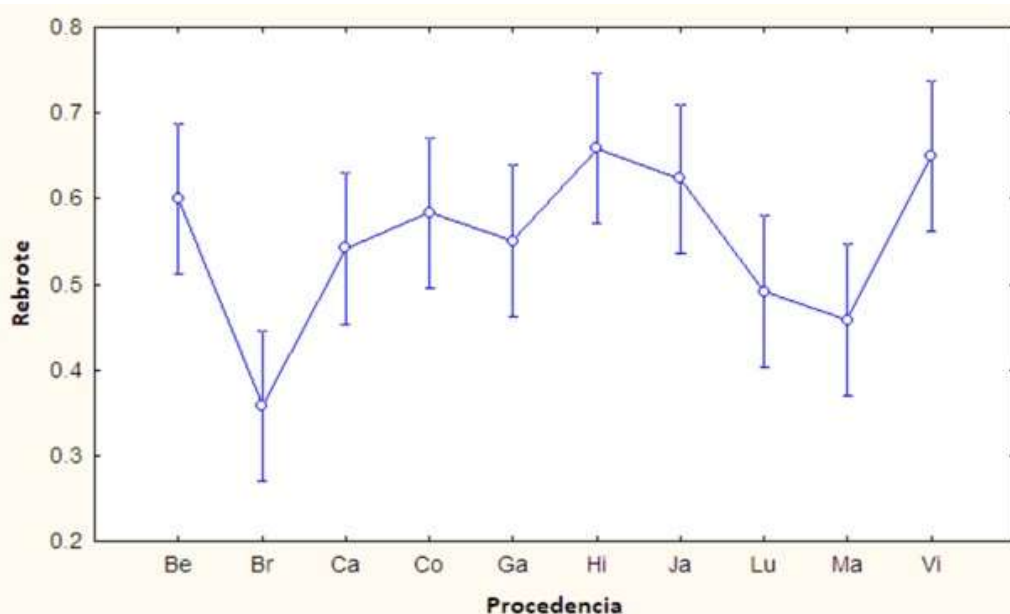


Figura 3. Media de la proporción de rebrotes (en tanto por uno) que hubo por localidad. Las barras de error indican el error de confianza.

Efecto de la procedencia y el riego

La biomasa aérea total del rebrote fue diferente según la procedencia de la bellota (Fig. 4, Tabla 2). Además, se demostró que no hubo diferencias significativas en la capacidad de rebrote según el factor riego (riego en el año anterior). Los resultados demostraron que la adición de este elemento no significó ninguna mejora en la capacidad de rebrote de la encina (Tabla 2).

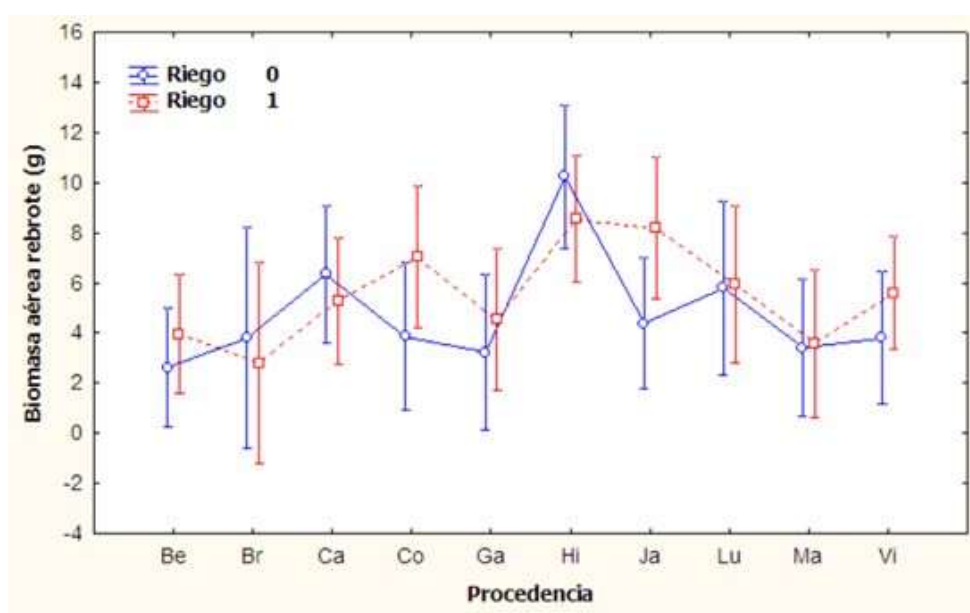


Figura 4. Media de la biomasa aérea total del rebrote de cada procedencia con (1) y sin riego (0). El riego se efectuó en año anterior. Las barras de error indican el error de confianza.

Tabla 2. Cálculo de la proporción de varianza absorbida por cada uno de los factores (riego, procedencia y su interacción) en el ANOVA de dos factores. Ns: No significativo $P > 0.05$; **: $P < 0.01$; ***: $P < 0.001$. La proporción de varianza se calculó como $100 \times SS_{\text{factor}} / SS_{\text{total}}$, siendo SS la suma de los cuadrados de las diferencias con la media. Se indica al lado de la variable y entre paréntesis la transformación para cumplir con las asunciones del ANOVA.

Variables	Riego (R)		Procedencia (P)		R x P		R ² ajustado x 100	
Biomasa aérea rebrote (Log)	1.36	Ns	11.37	***	2.32	Ns	7.62	**
Longitud máxima tallo rebrote (Log)	5.09	**	7.97	**	4.16	Ns	11.23	***
Biomasa hojas rebrote (Log)	1.01	Ns	11.24	***	2.1	Ns	6.77	**
% Biomasa viva rebrote (Raíz)	1.13	Ns	4.8	Ns	1.4	Ns	0.2	Ns
Biomasa aérea rebrote / Biomasa aérea planta (Raíz)	0.36	Ns	6.16	**	3.12	Ns	0.02	Ns

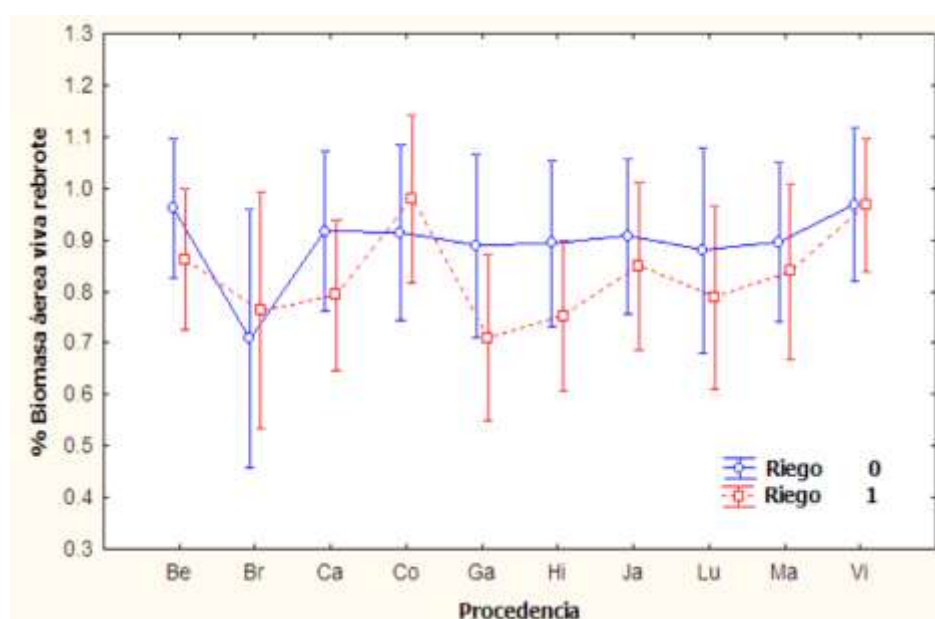


Figura 5. Media del porcentaje de biomasa aérea viva del rebrote entre las procedencias. El riego se efectuó en año anterior. Las barras de error indican el error de confianza.

No hubo diferencias en las medias del porcentaje de biomasa viva aérea en relación a la procedencia de la bellota ni tampoco con el riego del año anterior (Fig. 5, Tabla 2).

Influencia del peso de la bellota y la biomasa inicial en la biomasa del rebrote

El peso de las bellotas osciló entre 1.25 y 14.51 g. Se encontraron diferencias significativas en el peso de la bellota dependiendo su procedencia ($p=0.0000$) (Fig. 6). Los valores medios del peso seco de bellota oscilaron entre 3.5 g para Becerra (Be) hasta 7.5 en la Jarosa (Ja).

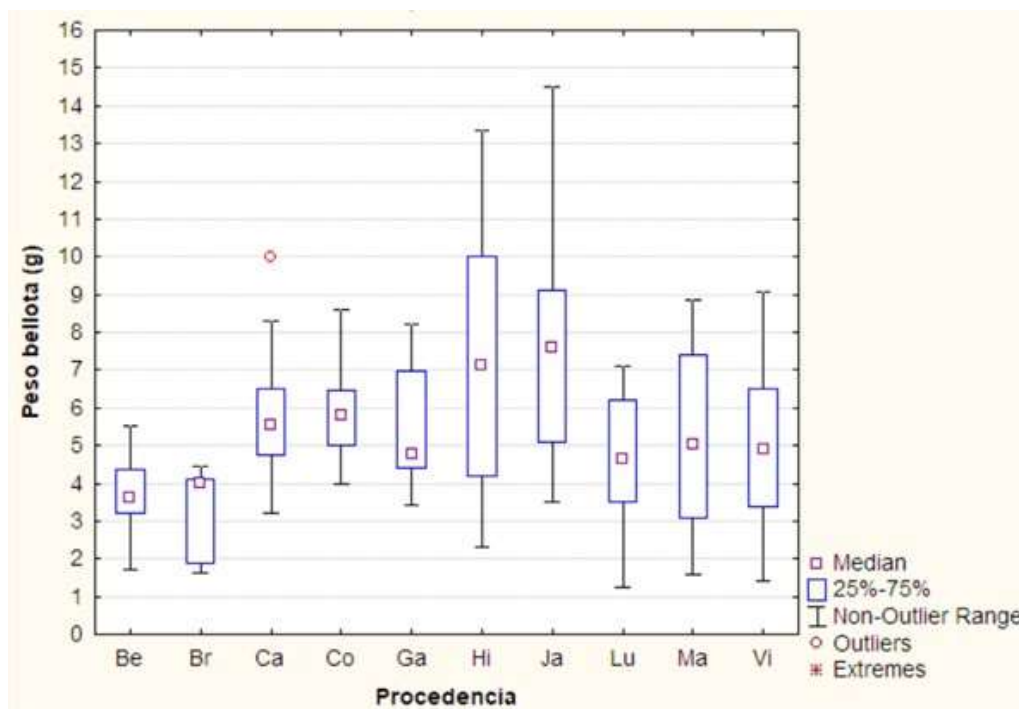


Figura 6. Peso de la bellota en las diferentes procedencias (mediana y cuartiles).

Se encontró una relación lineal positiva y significativa ($r=0.35$, $P < 0.05$) entre la biomasa aérea de la planta (un año antes del rebrote) y el peso de la bellota (Fig. 7A). Se encontró una relación positiva y significativa ($r=0.62$, $P < 0.05$) entre la biomasa aérea del rebrote y la biomasa aérea de la planta (un año antes del rebrote) (Fig. 7B).

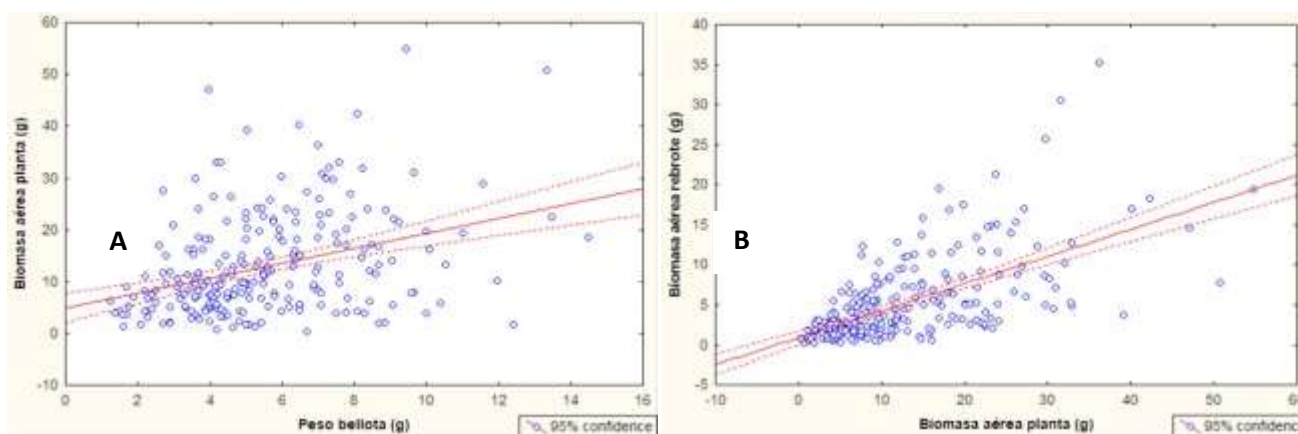


Figura 7. A) Relación entre la biomasa aérea de la planta y el peso de la bellota. B) Relación entre la biomasa aérea del rebrote y la biomasa aérea de la planta.

5. Discusión

Los resultados indican que los principales factores que limitan al rebrote de la encina en las dehesas es la procedencia y el peso de la bellota.

Se ha demostrado que la procedencia de la bellota influye en la proporción de rebrotes, destacando Hinojosa (Hi) la localidad con mayor éxito de rebrote. De igual forma, la procedencia explica con un porcentaje significativo su efecto en la biomasa aérea, la longitud máxima del tallo y la biomasa de las hojas correspondientes al rebrote.

Este efecto de la procedencia, que podría indicar una posible diferencia entre las poblaciones de encina, no puede ser diferenciado del efecto de un peso mayor de bellota. Efectivamente, se ha encontrado una diferencia significativa del tamaño de las bellotas según la procedencia, y como a su vez el peso de la bellota está asociado positivamente a la biomasa aérea de la planta. Por ello, es difícil separar el efecto de la procedencia del peso de la bellota. Podría darse el caso, de que las diferencias en el rebrote vinieran determinadas solamente por el peso de la bellota y no tuviera ninguna influencia la procedencia. Sin embargo, también podría ocurrir que ambas variables (peso de la bellota y procedencia) tuvieran un efecto sobre la capacidad de rebrote. Según nuestros datos, no podemos descartar ninguna de estas dos hipótesis por ahora.

Hemos comprobado como el peso de la bellota estaba relacionado positivamente con la biomasa de la planta inicial, un resultado que ha sido comprobado por numerosos autores (QUERO et al. 2007, GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al. 2010) y que indican la importancia que tiene una mayor cantidad de reservas en la semilla para un mayor crecimiento. Además, el peso de la planta tras un año estuvo relacionado positivamente con el rebrote. Esto podría ser debido a que plantas de mayor tamaño poseen sistemas radicales mayores (QUERO et al. 2007) y que por tanto tendrían más reservas para el rebrote. Este efecto podría ser heredado del mayor peso de la bellota. Sin embargo, la importancia del peso de la planta inicial sobre el rebrote es mayor ($r=0.62$) que el del peso de la bellota sobre el peso inicial de la planta ($r=0.35$). Esto nos indicaría que hay otros factores aparte del peso de la bellota que estarían influyendo en el rebrote.

En nuestro estudio, la influencia del riego (en el año anterior) no ha sido relevante para la capacidad de rebrote o la biomasa del rebrote un año posterior, por lo que ese déficit hídrico al que han estado expuestas algunas de ellas no ha sido un factor limitante a la hora de prosperar y desarrollarse.

6. Conclusiones

La proporción de plantas rebrotadas varió según las distintas procedencias. La biomasa del rebrote dependió de la procedencia, pero el riego del año anterior no tuvo ningún efecto significativo. La biomasa del rebrote estuvo positivamente relacionada con la biomasa del año anterior y con el peso de la bellota.

La consecuencia práctica de este trabajo ha sido afirmar que la elección de las bellotas es importante para futuros proyectos de regeneración natural en las dehesas de encina y que habría que tener en cuenta la procedencia y escoger los frutos que tengan un mayor tamaño.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la concesión de los proyectos “Evaluación de NUEvas Técnicas de Regeneración Asistida del Arbolado en Dehesas” Proyectos IFAPA AVA201601.19 (NUTERA-DE) y “Nuevas técnicas de regeneración asistida del arbolado en Dehesas” Nutera-De II (AVA2019.004 (NUTERA-DE II) por la Junta de Andalucía (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible) y cofinanciados al 80% por Fondos FEDER fondos FEDER; a los proyectos “*Ecología funcional de los bosques andaluces y predicciones sobre sus cambios futuros* (For-Change)” (UCO-FEDER 18 REF 27943 MOD B), “*Funcionalidad y servicios ecosistémicos de los bosques andaluces y normarroquies: relaciones con la diversidad vegetal y edáfica ante el cambio climático*” (P18-RT-3455) de la Junta de Andalucía, los proyectos del MEC ECO-MEDIT (CGL2014-53236-R) y (ForFun) (Ref. PID2020-115809RB-I00) y fondos FEDER. . Agradecemos a Javier Crusell la ayuda prestada en la Finca La Jarosa.

8. Bibliografía

CAREVIC, F. S.; FERNÁNDEZ, M.; ALEJANO, R.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; TAPIAS, R.; CORRAL, E.; DOMINGO, J. 2010. Plant water relations and edaphoclimatic conditions affecting acorn production in a holm oak (*Quercus ilex* L. ssp. *ballota*) open woodland. *Agroforestry Systems*, 78(3), 299-308.

CASTRO, J.; LEVERKUS, A. 2015. El Seed-Shelter: un dispositivo eficaz para sembrar bellotas. *Quercus*, (358), 36-42.

COSTA, J. C.; MARTÍN, A.; FERNÁNDEZ, R.; ESTIRADO, M. 2006. Dehesas de Andalucía: caracterización ambiental. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla, España.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V. 2010. Establecimiento de cuatro especies de *Quercus* en el sur de la Península Ibérica. Factores condicionantes. *Ecosistemas*, 20(1).

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; NAVARRO CERRILLO, R.; VILLAR, R. 2010. Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. *Acta Oecologica* 37: 1-9.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; NAVARRO CERRILLO, R.; VILLAR, R. 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Q. suber* L. by direct seeding and planting in southern Spain. *Annals of Forest Science* 68: 637-646

JOFFRE, R., VACHER, J.; DE LOS LLANOS, C.; LONG, G. 1988. The dehesa: an agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Sierra Morena area of Spain. *Agroforestry systems*, 6(1-3), 71-96.

JORRÍN, J.; NAVARRO, R. M. 2014. Variabilidad y respuesta a distintos estreses en poblaciones de encina (*Quercus ilex* L.) en Andalucía mediante una aproximación proteómica. *Ecosistemas*, 23(2), 99-107.

LEVERKUS, A. 2016. Regeneración post-incendio de la encina mediante procesos naturales y asistidos y valoración económica de los servicios ecosistémicos. *Ecosistemas*, 25(3), 121-127.

MARTÍNEZ, M.; GÓMEZ, L.; PÉREZ, I. M. 2019. Técnicas para promover la regeneración del arbolado en dehesas mediterráneas. *Ecosistemas*, 28(3), 142-149.

PULIDO, F.; PICARDO, A. 2010. Libro verde de la dehesa. Documento para el debate hacia una estrategia ibérica de gestión. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid, España.

QUERO, J.L.; VILLAR, R., MARAÑÓN, T.; ZAMORA, R.; POORTER, L. 2007. Seed mass effects in four mediterranean *Quercus* species (Fagaceae) growing in contrasting light environments. *American Journal of Botany* 94:1795-1803.