



PROYECTO
DE **F**RUTICULTURA
EN **Q**UERCUS
MEDITERRÁNEOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Introducción

Las quercíneas xerofíticas y muy especialmente las especies *Quercus ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*, tienen una enorme importancia ecológica y socioeconómica en la península Ibérica, donde en algunas regiones forman paisajes de bosques abiertos antropizados, “dehesas”, en las que desde hace más de 5 siglos se practican técnicas de producción agrosilvopastorales. Estas dehesas pueden producir cultivos agrícolas, pastos, miel, caza, leñas y corcho, siendo quizás lo más interesante la producción de los frutos característicos de las especies de árboles que las conforman (bellotas).

Las bellotas producidas en las dehesas son consumidas *in situ* por la ganadería en general y muy especialmente por la raza porcina autóctona “cerdo ibérico”, cuyos derivados, saludables y de alta calidad culinaria, se sitúan en la élite mundial de los productos gourmets, generando en algunas regiones del suroeste peninsular un alto porcentaje de las rentas agrarias. Son las extraordinarias características organolépticas (debidas a la infiltración grasa en la carne), junto con una grasa cargada de saludables ácidos mono y poliinsaturados con un punto de fusión entre 26 y 29 °C, lo que permite que estos lípidos se mantengan en estado líquido en la corriente sanguínea humana sin depositarse en las arterias.

Por otro lado, se constata que existe una variante para consumo humano de enorme crecimiento potencial en el futuro que trasciende desde épocas prehistóricas. Efectivamente, las bellotas constituyeron el principal alimento de los primeros *Homo sapiens* que colonizaron la península Ibérica. Su disponibilidad, gran riqueza nutricional y facilidad de conservación propició el incremento poblacional humano, manteniéndose su fuerte consumo hasta bien entrada la dominación romana, en la que los castaños introducidos y los cereales ganaron protagonismo e importancia alimentaria, relegando a la bellota a un segundo plano. Esta situación de despegue entre la bellota y el hombre en el mundo rural se agravó con la posterior llegada de la patata y, más recien-

temente, con el desarrollo económico general y el rural en particular, habiendo llegado a nuestros días como alimento residual y de baja valoración en general. Esta situación de partida ha cambiado radicalmente en los últimos 10-15 años con el despertar de la filosofía de alimentación sana y natural; al ponerse de manifiesto el alto valor para la salud y nutricional de las bellotas. Los análisis nutricionales nos confirman que son fuente de saludables hidratos de carbono ricos en almidón y, por lo tanto, con bajo índice glucémico y que tienen unos contenidos proteínicos de alto valor biológico donde se encuentran presentes casi todos los aminoácidos esenciales. Si a esto le añadimos su potente e interesante contenido graso, en el que sobresalen tanto el ácido oleico como los dos ácidos grasos esenciales (linoleico y linolénico), y una alta concentración en vitaminas y antioxidantes, especialmente en forma de taninos, obtenemos como resultado un producto con excepcionales propiedades nutricionales y para la salud.

La producción actual de bellotas proviene de masas naturales y al estar éstas sometidas al típico clima mediterráneo, es muy irregular (vecera), por cuya razón los productores de ganado porcino ibérico, principales consumidores, tienen una permanente inseguridad en cuanto al abastecimiento, lo que limita el desarrollo de este sector agrario y, por consiguiente, de los sectores industrial y comercial asociados. La recolección para consumo humano choca además con la dificultad y carestía de su recogida manual, lo que impide la existencia de un mercado real para este producto. Oferentes y demandantes no se encuentran por falta de existencias reales, comprometiendo la generación y posterior comercialización de productos derivados con consistente valor añadido. Millones de kilos de estos frutos se pudren en los campos o, en el mejor de los casos, son consumidos por la fauna silvestre con escasa generación de riqueza. Por otro lado y para cerrar la problemática, la superficie y productividad de las dehesas está disminuyendo por enve-

jecimiento, falta de regeneración y por patologías o fisiopatías no muy bien conocidas y difíciles de controlar.

Las dehesas y el sistema de producción del cerdo ibérico en extensivo

Las dehesas se configuran como el soporte insustituible de un sistema agrosilvopastoral basado fundamentalmente en el aprovechamiento natural y extensivo de sus recursos por parte de ganaderías de razas rústicas autóctonas. Entre 300.000 y 700.000 cerdos de la exclusiva y autóctona raza del cerdo ibérico terminan su crecimiento en las dehesas, alimentándose libremente *in situ* con los pastos y con los frutos (bellotas) del estrato arbóreo. Este sistema, denominado “montanera”, es el que mejor expresa la potencialidad de estos territorios y ha llegado a nuestros días integrando el conocimiento acumulado en más de 500 años de aprovechamiento con usos y manejos que forman parte de la cultura local. Territorio, bellota, raza y manejo, son los factores que otorgan diferenciación al sistema de montanera y confieren valor añadido.

La legislación española considera *dehesa* a aquella área geográfica que mantiene una cubierta arbolada de al menos 10 árboles por hectárea y exige un mínimo de un 10% de fracción de cabida cubierta para certificar la producción. Las cifras que se manejan varían entre los 3 y los 5 millones de hectáreas repartidas por el centro y vertiente suroccidental de la Península, de las que aproximadamente solo un millón son consideradas de buena calidad. La producción media anual de bellota de las dehesas se estima entre 250 y 600 kg/ha, estando muy influenciada por la precipitación, el suelo, la especie de *Quercus* y su densidad y edad, siendo la variabilidad pluviométrica el factor más determinante de la intermitente producción anual (vecería), que obliga a un fuerte reajuste anual de las cargas ganaderas, generando inseguridad en el

sector productor y en el resto de la cadena de valor. Esta circunstancia inevitablemente supone un freno a la inversión productiva y al desarrollo del sector.



¿En qué consiste el proyecto de cultivo intensivo de bellota?

Viendo la situación existente y esbozada en los puntos anteriores, apreciamos paradójicamente que todo un importante sector productivo encuentra hoy día limitada su desarrollo normal y expansión por insuficiencia de frutos disponibles de unas especies que en nuestro país ocupan millones de hectáreas. Por este motivo y desde hace más de 12 años el actual Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a través de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal está desarrollando en el Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales *El Serranillo*, en Guadalajara, un proyecto de producción intensiva de bellotas que palíe esta problemática y den vía para la generación de las potenciales rentas agrarias, ahora durmientes. El proyecto generará también beneficios indirectos “ecológicos o ambientales”, no desdeñables, pues las mayores rentas de los propietarios de las dehesas implicarán mejoras en el uso, mantenimiento y conservación de estos espacios que tan necesitados están de estas inversiones, diluyendo los peligros actuales de abandono y deterioro.

El Centro *El Serranillo* pretende incrementar la producción de bellota mediante el establecimiento de plantaciones de quercíneas mediterráneas en alta

o muy alta densidad, orientando su manejo a la consecución de sus frutos. Estos, tras su recolección mecanizada y conveniente almacenaje, serían esparcidos en su momento en las dehesas para complementar el alimento natural que la naturaleza proporciona o servirían para los otros usos ya comentados, como pueden ser la alimentación ganadera (cerdos, vacas, ovejas, gallinas...) o como integrantes de cebos mejorados o, en un futuro no muy lejano, para abastecer la potente alternativa que se prevé de alimentación humana.

Requerimientos técnicos y biológicos del proyecto

La domesticación de nuestras especies de *Quercus* xerofíticas es la vía técnico-biológica elegida y emprendida, que consiste en identificar buenos ejemplares productores del campo para, después de hacerlos pasar por unos filtros selectivos, ser reproducidos masivamente, pasando a ser los constituyentes de las plantaciones futuras.

Estas nuevas plantaciones van a demandar fuertes inversiones de capital por lo que, financieramente y para mantener tasas de retorno aceptables, deberán ser al mismo tiempo altamente productivas con rápida entrada en producción. Tendrán, por tanto, que estar constituidas por plantas ontogénicamente adultas y adecuadas genéticamente para la producción en cantidad y calidad de fruto.

En la naturaleza y en las especies del género *Quercus* existen buenos y malos productores de bellota, así como ejemplares veceros junto a otros más regulares. El tamaño de la bellota, por su parte, es una variable de fuerte control materno, como evidencia que todas las bellotas de un mismo árbol tienen tamaños y formas semejantes y todo ello sin que la heredabilidad en los caracteres ligados a la fructificación sea notoria. Estos condicionantes financieros y biológicos apuntados descartan la vía generativa como medio para la obtención de

las futuras plantas selectas. La vía vegetativa se configura hoy día como la única forma posible de obtención de este tipo de plantas, pues mantiene intacto el genotipo sin alterar en demasía la ontogenia del individuo seleccionado, siendo el injerto actualmente la única técnica con posibilidades de utilización masiva.

El desarrollo del proyecto se basa en un proceso continuado y reiterativo de búsqueda en campo de ejemplares sobresalientes en los aspectos comentados (cantidad, calidad y baja vecería) para que actúen como donantes en un proceso de propagación vegetativa que nos generarán los futuros clones. Es pues un proceso de domesticación en los que el hombre escoge, multiplica y aprovecha los mejores ejemplares que la naturaleza le proporciona sin generar nuevos genotipos.

Los árboles inicialmente seleccionados en campo generan subpoblaciones de mejora que deben ser sometidas a sucesivos filtros, primero analizando la capacidad individual de propagación vía injerto y, posteriormente, su adaptación al manejo agronómico intensivo. En un tercer momento se analizarían las aptitudes clonales frente a las exigencias mecánicas e industriales de recogida y almacenamiento, sin olvidar las variaciones que pudiéramos encontrar en los contenidos nutricionales. Todo ello en un flujo continuo, en el que junto a la entrada de nuevos individuos seleccionados tendremos la retirada de otros, de forma que las primigenias subpoblaciones de mejora se van convirtiendo en subpoblaciones mejoradas. Un último filtro analizaría los contenidos nutricionales de las bellotas producidas por cada clon de cara a definir los mejores usos alimentarios o incluso industriales.

Estas nuevas plantaciones se asemejarían en cuanto a concepción agronómica y logística a las nuevas plantaciones superintensivas de frutos que en los últimos años han aparecido en el mundo agrario y que han revolucionado antiguos y milenarios cultivos tradicionales, como son la vid, el olivo, los frutos secos (almendro, pistacho, nogal, etc.), y que

hoy día testa su viabilidad en cítricos, melocotón y frutos rojos, como arándanos, grosellas, endrinos, frambuesas, etc.

Mercado potencial de producción

Si con la producción de estas nuevas plantaciones pudiéramos, mediante aportes de frutos, incorporar al sistema de ibérico de montanera un 25% de la superficie potencial disponible, es decir, aproximadamente un millón de hectáreas, y si estimamos una carga ganadera media de 0,75 cerdos/ha (admitida para dehesas con fracciones de cabida cubierta superiores al 25%), España podría producir de forma adicional anualmente 750.000 cerdos ibéricos de la máxima categoría culinaria, es decir, “de bellota”. Para ello, con los requerimientos mínimos de la actual norma de calidad, necesitaríamos producir de forma externa y aportar a las dehesas aproximadamente 345 millones de kilos de bellotas.

Pero con el producto de estas nuevas plantaciones también se podría aumentar la productividad de ese millón de hectáreas de buenas dehesas, mejorando la carga ganadera para acercarnos al máximo admisible por la norma. De alcanzarse la capacidad potencial legal (Anexo del R.D. 4/2014) de nuestras dehesas para la denominación “bellota”, de 1,25 cabezas/ha (carga máxima admitida para dehesas con fracciones de cabida cubierta superiores al 35%), se alcanzaría a producir 1.250.000 cerdos, lo que contrasta con la media de 900.000 cerdos que ahora se producen. Estamos perdiendo en las buenas dehesas una capacidad media de producción de unos 350.000 cerdos en montanera, lo cual se evitaría si adicionamos 160 millones de kilos de bellotas.

Así pues, y solo para consumo de cerdo en montanera, necesitaríamos casi 500 millones de kilos de bellotas. Si ahora sumáramos las posibles demandas de los otros sectores ya comentados, como la producción de piensos, el consumo humano, sector salud, farmacéutico etc., la cantidad potencial

a producir podría hasta duplicarse y llegar al millón de toneladas. Y si una hectárea de plantación bien gestionada produjera una media anual de 10.000 kilos de bellotas, necesitaríamos plantar y luego mantener y cultivar 100.000 ha de estos cultivos lo cual a su vez generaría de inicio riqueza rural en inversión y mano de obra. Para tener una idea de este potencial cultivo futuro, pensemos que en España existen actualmente unas 35.000 ha de plantaciones de nogales y castaños con una productividad media en el entorno de 1.000 kg/ha.

En definitiva, lo que se está proponiendo es toda una revolución conceptual en un modelo productivo centenario donde la encina vuelve a ser lo que hace 10.000 años fue, es decir, un árbol frutal, pero ahora sometido a un potente manejo intensivo. Se plantea un cultivo agrícola nuevo y esto conlleva generar nuevos conocimientos, nuevos materiales vegetales productivos, nuevos diseños de plantaciones, establecer técnicas de poda y de formación, estudiar los requerimientos hídricos, nutricionales y de protección fitosanitaria, trabajar en el diseño de máquinas recolectoras y, por último, mejorar los sistemas de almacenaje y distribución.

Desarrollo del proyecto

La idea primigenia de este proyecto surgió en el Centro a principios del 2005 y de ese año datan los primeros y tímidos trabajos que permitieron comprobar la dificultad, pero también la viabilidad del injerto como técnica de propagación en *Quercus*. Una vez comprobado lo anterior, se iniciaron las primeras selecciones de madres en campo, en un primer momento utilizando las poblaciones naturales de *Q. ilex* situadas en las fincas que el Organismo Autónomo Parques Nacionales dispone en Quintos de Mora en Toledo y Lugar Nuevo y Selladores en Jaén.

En años sucesivos se iniciaron trabajos con subpoblaciones de:

- *Q. suber* de la vertiente sur de Sierra Morena y Extremadura nororiental
- *Q. ilex* de la vertiente norte de Sierra Morena, Montes de Toledo y dehesas occidentales de la provincia de Madrid
- *Q. × mixta* (híbrido de *Q. ilex* y *Q. suber*) de la vertiente norte de Sierra Morena, Montes de Toledo, centro y nordeste de Extremadura
- *Q. faginea faginea* del Sur de Guadalajara
- *Q. faginea broteroi* de los Montes de Toledo y dehesas occidentales madrileñas

Entre los años 2010 al 2018 se ha trabajado mayoritariamente en estas especies, haciendo también pequeñas incursiones en otros *Quercus* menos mediterráneos, como *Q. pyrenaica*. Más de dos centenares de individuos seleccionados han sido sometidos a ensayos, con decenas de miles de injertos hechos. Los ejemplares que mejor respondieron a la fase del injerto están siendo testados en parcelas experimentales, tanto en el propio Centro *El Serranillo*, como en una parcela de ensayo y demostración que en el año 2019 se ha instalado en el T.M. de Saucedilla en Cáceres, en el marco de un Convenio de colaboración entre nuestra Dirección General y el citado Ayuntamiento (Resolución de 18 de diciembre de 2018, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal, BOE Núm. 4, Viernes 4 de enero de 2019).

Los resultados más destacables al día de hoy son:

1. Se ha comprobado que el denominado factor clonal, que determina la predisposición del individuo a aceptar el injerto, es muy fuerte en todas y cada una de las especies de *Quercus* (ver Figuras 1 y 2)
2. Aunque los injertos heteroblásticos son factibles, se ha constatado que por regla general son preferibles los homoblásticos, siendo la especie

Q. faginea especialmente sensible a esta variable (Figura 2).

3. *Q. × mixta*, por su vigor híbrido, se configura como una muy interesante alternativa productora de bellotas, habiéndose constatado en ella la superioridad del patrón *Q. suber* sobre *Q. ilex* y *Q. faginea*. (Figura 3).
4. Las subpoblaciones utilizadas de *Q. suber*, junto al factor clonal antes mencionado, exhiben una muy fuerte variabilidad intrapoblacional respecto a la fecha óptima de injerto. Esta especie, como prospera en climas mésicos, sin excesivos traumas climatológicos ni edáficos, no tiene una parada vegetativa tan acusada como otros *Quercus* más xéricos, por lo que presenta problemas para su manejo vía injerto, al exhibir fuerte variabilidad interanual acorde con la variación climática.
5. Casi la totalidad de los injertos efectuados estos años se han realizado utilizando la técnica del injerto de sustitución de guía terminal, aunque se ha constatado que el injerto en escudete es también factible. El mejor desempeño de un tipo o del otro depende más de la habilidad del injertador y del calibre del patrón que de la técnica.
6. Como la época hábil del injerto se circunscribe a los momentos fenológicos de paro vegetativo, las ventanas de injertabilidad son muy estrechas, siendo éste un problema de cara al desarrollo futuro de programas intensivos. Se ha constatado que no es fácil el mantenimiento del material vegetativo en cámara (2°C) a la espera de ser injertado. Los resultados con *Q. faginea broteroi* son concluyentes (Figura 4).
7. Nuestros ensayos nos indican hoy día que la variabilidad observada entre las capacidades de injerto de los individuos puede ser debida mayoritariamente al árbol donante. En efecto, en un ensayo efectuado en 2014 en una colección de *Q. faginea broteroi* de los Montes de Toledo, injertando todos los individuos sobre los hijos de

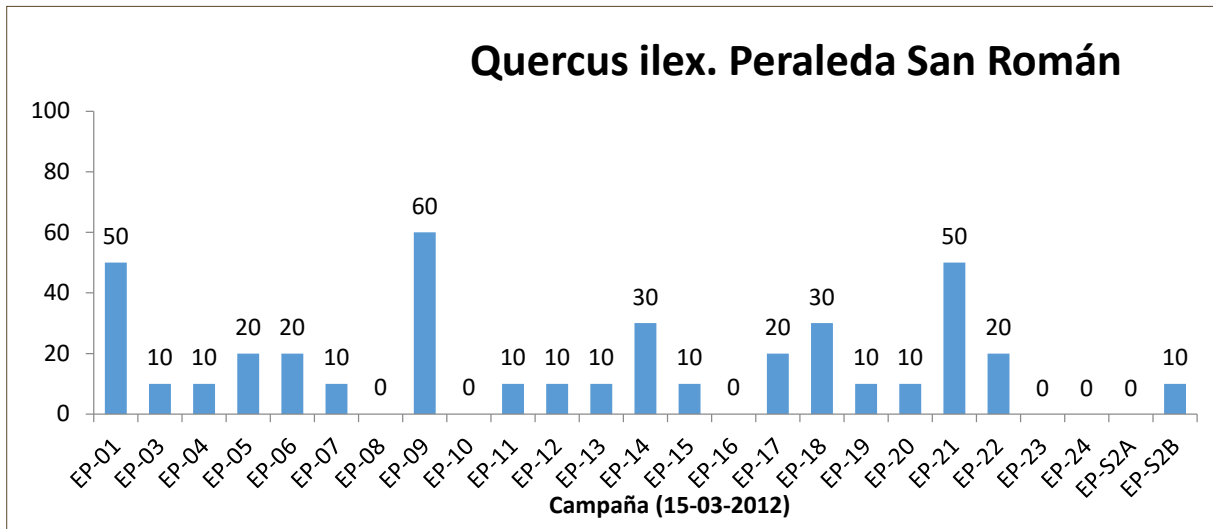


Figura 1.

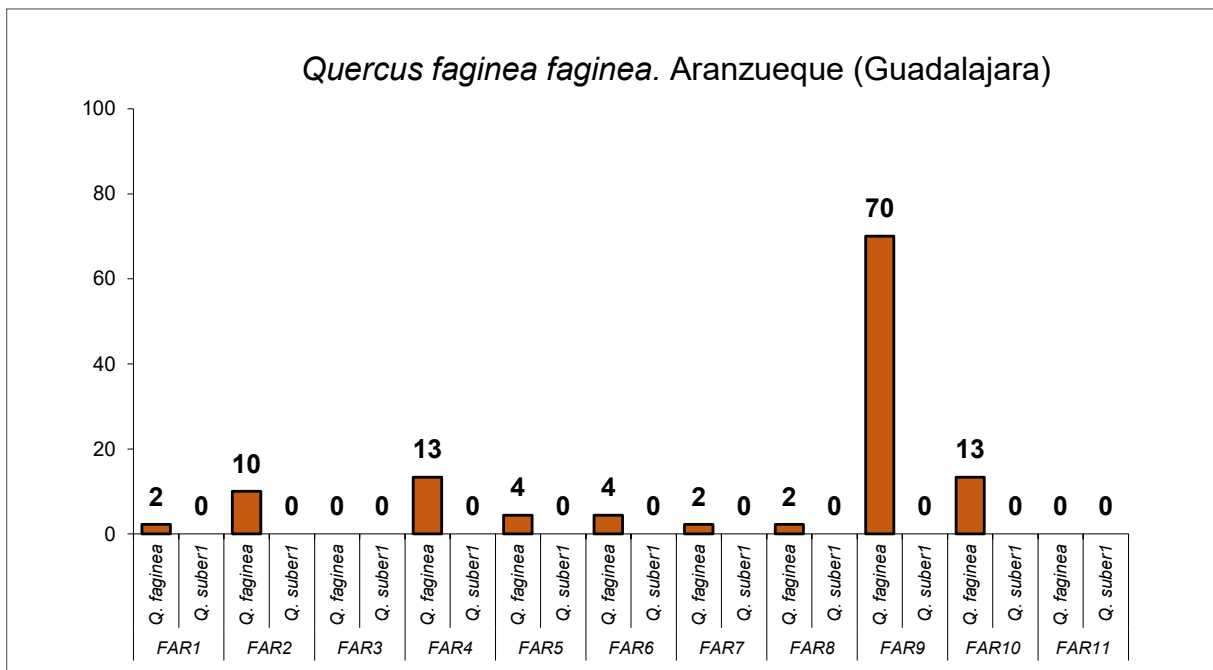


Figura 2.

todos y cada uno de ellos, se pone en evidencia una fuerte variabilidad cuando los individuos se utilizan como donantes, pero no así cuando se emplean como patrones, en cuyo caso su funcionamiento es bastante homogéneo en su conjunto, no existiendo coincidencia entre mejores donantes con mejores patrones. Por la importancia práctica del conocimiento a extraer y

por la rareza de los resultados obtenidos, en este año 2019 hemos planteado otra experiencia con este mismo objetivo en *Q. ilex*.

- En general, el momento más adecuado de recogida de yemas en campo y de injertado sería finales de invierno-primavera temprana. Las ventanas de injertabilidad varían considerablemente

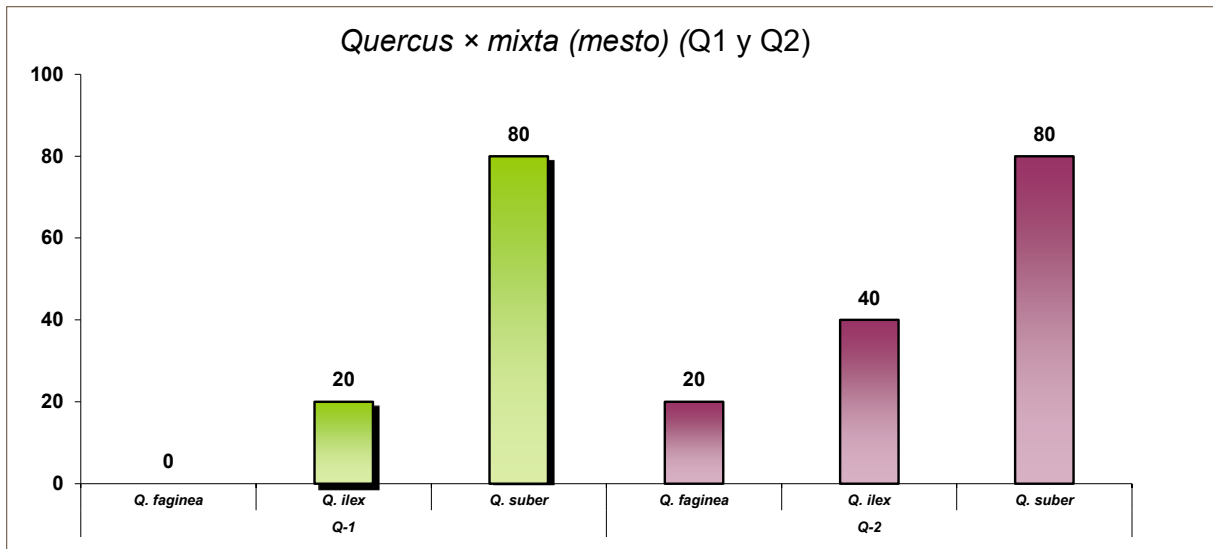


Figura 3.

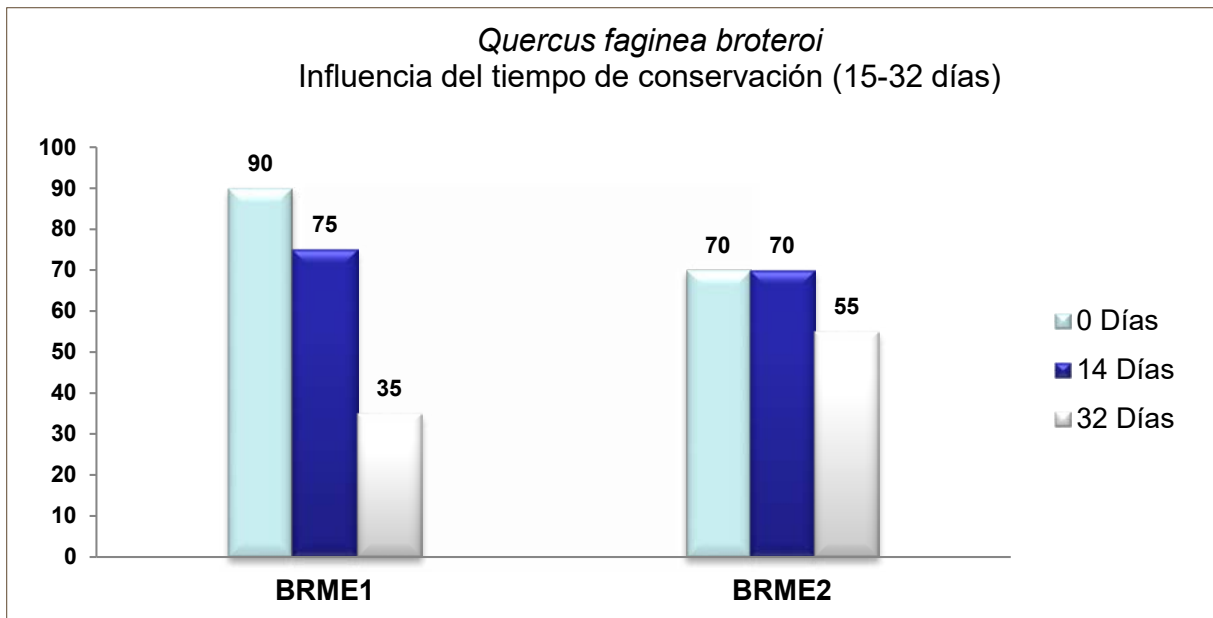


Figura 4.

según especies y zonas de recogida. A igualdad geográfica, la especie más temprana y de la que antes puede cogerse material es *Q. faginea broteroi*, y le siguen por orden *Q. faginea faginea*, *Q. ilex*, *Q. x mixta* y, por último, *Q. suber*. Creemos que la entrada en factibilidad para el injerto, dentro de cada especie, está relacionada con la acumulación de calor según una integral térmica que habría que determinar para cada clon, por lo que las

épocas de recogida en cada especie son más tempranas cuanto más al oeste y cuanto más al sur peninsular se encuentre la subpoblación o madre ensayada.

9. En las parcelas experimentales del Centro (Foto 1), y por razones ecológicas, los clones más representados pertenecen a las especies *Q. faginea faginea*, *Q. faginea broteroi*, *Q. x mixta* y *Q.*



Foto 1.



Foto 2.

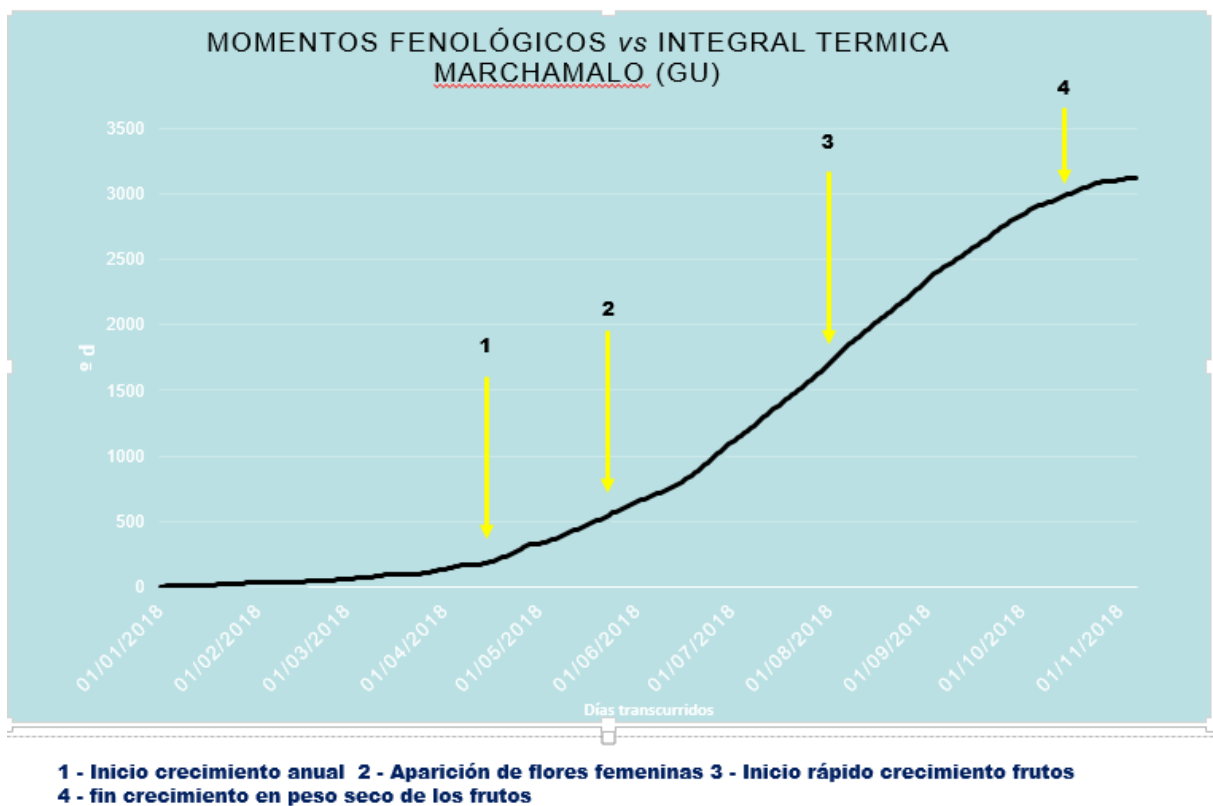


Figura 5.

ilex, de los que estamos extrayendo resultados muy interesantes relacionados con su cultivo intensivo. Hay que tener en cuenta que existe una enorme laguna documental sobre la mayoría de los aspectos de desarrollo y comportamiento de estas especies bajo cultivo intensivo. Los trabajos más interesantes que se están desarrollando son:

- Estudios sobre fenología vegetativa, floral y reproductiva (foto 2), intentando relacionar en cada clon los momentos de inicio y finalización de estos eventos con las curvas térmicas locales (figura 5). Los resultados nos permitirán situar en el futuro los clones en lugares propicios, a salvo de períodos de heladas.

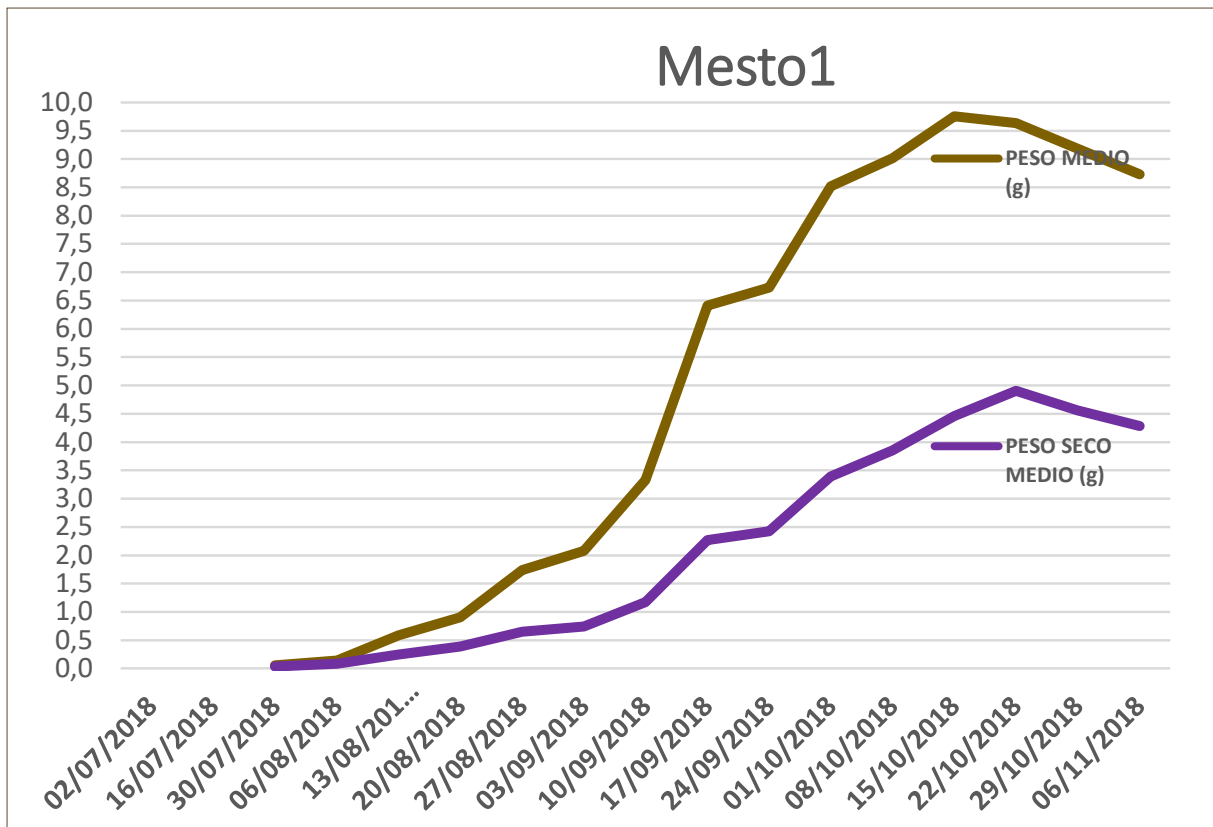


Figura 6.

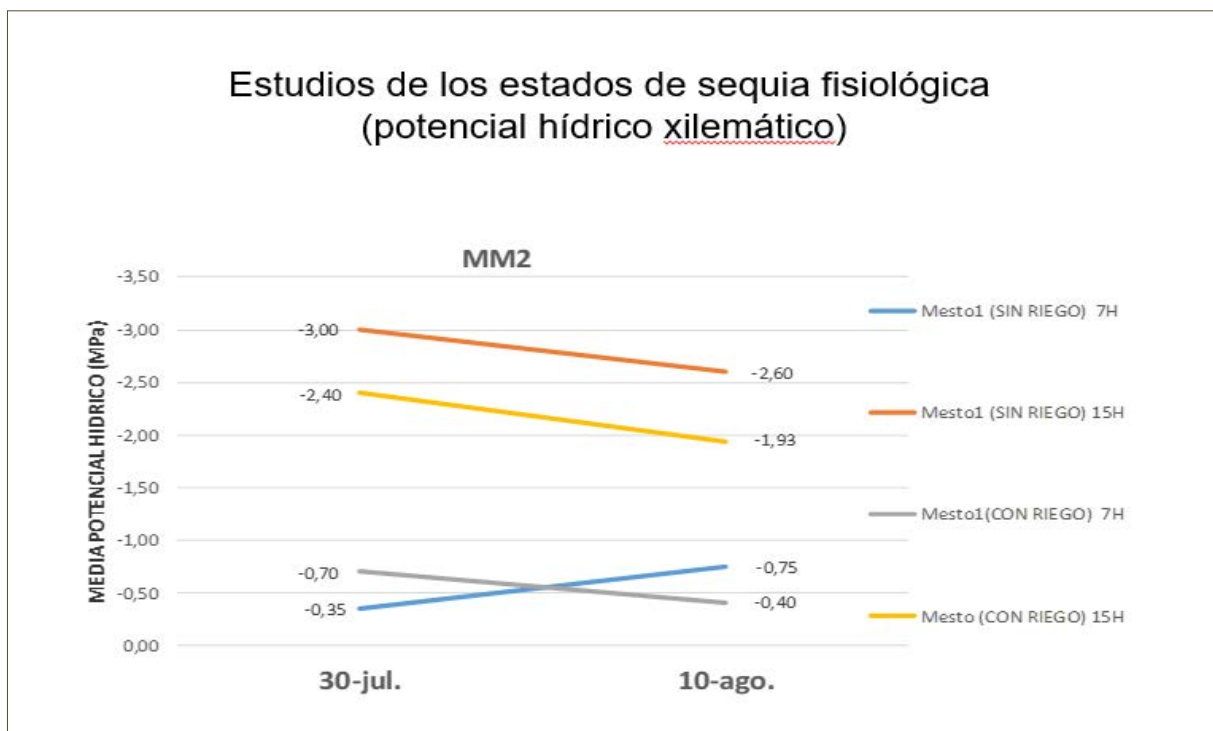


Figura 7.

- Estudios sobre las respuestas fenológicas de los clones a riegos y fertilizaciones. En un futuro próximo se empezarán a estudiar las podas de formación como elemento de vital importancia en cultivos intensivos o superintensivos.
- Estudios sobre los aspectos de dominancia de los individuos, muy relacionados con futuros usos de maquinaria en las recogidas y en las podas mecanizadas.
- Estudios sobre la fenología y crecimiento de los frutos, como base para determinaciones de momentos idóneos de riego, y todo ello, en el supuesto de que en el futuro se aplicarán a estos cultivos protocolos de riego deficitario (figura 6).
- Estudios de evaluación de los potenciales hídricos xilemáticos bajo riego y sin riego a los efectos de conocer mejor los límites en los que nos movemos en cada clon y la efectividad de los mecanismos de control estomático de las pérdidas hídricas bajo cultivo (figura 7.)

Conclusiones y perspectivas futuras

Los resultados obtenidos confirman que existen claras posibilidades de poner a punto y conseguir generar un protocolo de cultivo a partir de la búsqueda, propagación y plantación de clones selectos de quercíneas mediterráneas para la obtención de frutos. En el momento de redactar estas líneas tenemos serias esperanzas con un clon de encina, dos de mestizo, dos de quejigo *Q. faginea broteroi* y uno de *Q. faginea faginea*. Toda una larga línea de experimentación agronómica está aún pendiente para conocer la respuesta de estos y otros clones al manejo intensivo y, en el futuro, a la recogida mecanizada de frutos, y todo ello para conseguir un producto que sea asequible en precio al mercado de demanda. Hasta ahora nos hemos movido en el campo de la domesticación, pero en un futuro aún lejano, al igual que se ha hecho con el almendro y otros frutales, será necesario abrir un programa de mejora genética con el fin de generar nuevos genotipos para mejorar la producción e incrementar la competitividad de las plantaciones. La biotecnología y la mejora genética serán en el futuro las herramientas sobre la que se cimentarán los progresos.

