

## III. OTRAS DISPOSICIONES

### MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

- 506** *Resolución de 28 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, por la que se publica la tercera Adenda del Convenio con la Universidad Politécnica de Madrid, para la conservación de los olmos ibéricos.*

De acuerdo con lo previsto en el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, procede la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» de la Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos, suscrita con fecha 26 de diciembre de 2023, que figura como anexo a esta resolución.

Madrid, 28 de diciembre de 2023.—La Directora General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, María Jesús Rodríguez de Sancho.

#### ANEXO

**Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos**

En Madrid, a 26 de diciembre de 2023.

#### REUNIDOS

De una parte doña María Jesús Rodríguez de Sancho, Directora General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, nombrada por Real Decreto 141/2022, de 15 de febrero (BOE núm. 40, de 16 de febrero de 2022), actuando en nombre y representación del citado departamento en aplicación de la Orden TED/533/2021, de 20 de mayo, sobre delegación de competencias, y en virtud de las competencias atribuidas conforme a la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público y al Real Decreto 500/2020, de 28 de abril, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y se modifica el Real Decreto 139/2020, de 28 de enero, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales.

De otra parte don Guillermo Cisneros Pérez, Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid, (CIF Q-2818015F), (en adelante UPM), nombrado por Decreto 109/2020 de 25 de noviembre (BOCM núm. 289, de 26 de noviembre de 2020), actuando en nombre y representación de la misma, en virtud de las facultades que le confieren los estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, aprobados por Decreto 74/2010 de 21 de octubre (BOCM núm. 273, de 15 de noviembre de 2010).

Las partes se reconocen respectivamente competencia y capacidad para la firma de la presente adenda modificativa del citado convenio y en su virtud,

## EXPONEN

Primero.

El 13 de diciembre de 2017 se firmó el Convenio de colaboración entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos. Mediante la resolución de 20 de diciembre de 2017, de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, se procedió a su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» (BOE núm. 2, de 2 de enero de 2018). Por otra parte, el 13 de junio de 2019 se firmó una primera adenda del convenio, procediéndose a su publicación en el BOE núm. 154, de 28 de junio de 2019. Posteriormente, el 13 de enero de 2022 se firmó una segunda adenda modificativa y prórroga del convenio por cuatro años adicionales, que fue publicada en el BOE núm. 23, de 27 de enero de 2022, por lo que la vigencia del convenio finaliza el 13 de diciembre de 2025, conforme a lo que consta en el certificado de la inscripción en el Registro electrónico Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal (REOICO).

Segundo.

El Real Decreto 500/2020, de 28 de abril, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y se modifica el Real Decreto 139/2020, de 28 de enero, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales, asignó a la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) las funciones que venía desarrollando la extinta Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en las materias objeto del convenio.

Tercero.

Tras la propuesta de modificación formulada por la comisión de seguimiento, las partes consideran oportuno la tramitación de una tercera adenda modificativa, debido a la necesidad de modificar las actuaciones previstas para el logro de los objetivos, así como su previsión de ejecución temporal para el período de prórroga del convenio, con objeto de adaptarlas a las necesidades actuales y al estado del conocimiento científico existente. Por otro lado, se hace también necesario la actualización de las aportaciones que realizan los respectivos organismos en medios humanos y materiales. El hecho de modificar las condiciones técnicas de las actuaciones previstas y su previsión de ejecución temporal obliga a realizar un reajuste en la distribución de las aportaciones financieras del MITECO. Para hacer efectivas dichas modificaciones y una vez comprobado que los objetivos generales del convenio no se ven modificados, se propone una nueva redacción de los anejos I, II y IV.

Por lo anteriormente expuesto y conforme a lo dispuesto en el capítulo VI del título preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público,

las partes acuerdan suscribir la presente adenda modificativa del convenio, que se registrará por las siguientes

#### CLÁUSULAS

Primera. *Modificación de la cláusula segunda.*

La cláusula segunda del convenio queda redactada de la siguiente forma:

«Segunda. *Financiación.*

Para llevar a cabo las actuaciones objeto de este convenio, ambas partes aportarán los recursos que se relacionan en esta cláusula.

El MITECO aporta las infraestructuras, instalaciones, terrenos y medios materiales y humanos que se relacionan en el anejo II. Además, se compromete a financiar el desarrollo de las actuaciones incluidas en el anejo I con un máximo de un millón novecientos sesenta y ocho mil quinientos cincuenta y tres euros con ochenta y un céntimos (1.968.553,81 euros), con cargo a la aplicación presupuestaria 23.11.456C.640 conforme al siguiente desglose anual:

Anualidad 1 (convenio original): 82.595,50 euros.  
Anualidad 2 (convenio original): 97.173,96 euros.  
Anualidad 3 (convenio original): 271.797,24 euros.  
Anualidad 4 (convenio original): 195.409,81 euros.  
Anualidad 5 (convenio original): 153.459,71 euros.  
Anualidad 6 (prórroga): 192.304,51 euros.  
Anualidad 7 (prórroga): 244.594,76 euros.  
Anualidad 8 (prórroga): 409.765,38 euros.  
Anualidad 9 (prórroga): 321.452,94 euros.  
Total convenio original: 800.436,22 euros.  
Total prórroga: 1.168.117,59 euros.  
Total: 1.968.553,81 euros.

Las actuaciones del presente convenio se enmarcan en el Programa Nacional de Desarrollo Rural (PNDR), regulado por el Reglamento (UE) n.º 1305/2013, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y por el que se deroga el Reglamento (CE) 1698/2005, del Consejo o por su prórroga mediante Reglamento 2020/2220 del Parlamento y el Consejo de 23 de diciembre de 2020. El PNDR fue aprobado mediante decisión de Ejecución de la Comisión de 26 de mayo de 2015. Estas actuaciones están recogidas en la medida 15 del PNDR, en concreto en la submedida 15.2. Contribuyen a la prioridad 4 y área focal 4A establecidas en el artículo 5 del Reglamento (UE) 1305/2013, del Parlamento Europeo y del Consejo. El proyecto cumple las condiciones de elegibilidad aplicables. El FEADER cofinancia el proyecto al 75 %.

Así mismo estas actuaciones podrán ser financiadas por el IRUE a través del PNDR, en aplicación del Reglamento (UE) 2020/2094 del Consejo por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea (IRUE) para apoyar la recuperación tras la crisis del COVID-19, financia el proyecto al 100 %.

Además, podrá ser financiado en el marco del Plan Estratégico Nacional de la PAC 2023-2027, sufragado en parte por el FEADER.

En caso de convivir las tres formas de financiación previstas para las actuaciones, se velará para garantizar que no exista doble financiación.

El convenio también incluye una partida para señalización de la eventual contribución del FEADER a su financiación, para el caso de que resultase finalmente seleccionado.

La UPM aporta sus infraestructuras, instalaciones, medios materiales y humanos relacionados en el anejo II. La financiación de estas aportaciones por parte de la Universidad se afrontará mediante el presupuesto ordinario de funcionamiento de dicha entidad firmante. Además, la UPM se compromete a aportar adicionalmente los medios necesarios para la consecución de los objetivos y las actuaciones previstas en el anejo I.

Ambas partes consideran que corresponde a la Universidad Politécnica de Madrid, al ser la entidad con naturaleza científica del programa, ejecutar las actuaciones previstas en el anejo I, aunque siempre con la participación del MITECO en las acciones y bajo la supervisión de la comisión de seguimiento. Por lo tanto, se hace necesario que la aportación financiera del MITECO se transfiera a la UPM para tal fin.

La aportación financiera del MITECO se hará efectiva, mediante transferencia a la cuenta n.º ES36 2100 9194 1722 0060 0055 abierta a nombre de la UPM, de la siguiente manera:

- 82.595,50 euros (el 9,97 % de la aportación total) al inicio del convenio en concepto de anticipo por las operaciones preparatorias según lo establecido en el artículo 21.3 de la Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria. Las operaciones preparatorias están identificadas como tales en el anejo IV del convenio original. Previamente al pago y como prestación de garantía, la UPM deberá presentar un aval bancario por la cantidad total entregada por este concepto, que podrá ser ejecutado por el MAPAMA en caso de incumplimiento.

- El resto de la aportación de cada anualidad se hará efectiva según se vaya justificando anualmente el uso de los fondos públicos, descontando en cada caso la cuantía de las operaciones consideradas como preparatorias, ya percibidas como anticipo. A efectos de este convenio se considerarán las anualidades presupuestarias, es decir, cada anualidad se inicia el 1 de diciembre del año anterior, finalizando el 30 de noviembre de ese año.

- A efectos del cálculo de la aportación anual se deberá añadir a los gastos justificados, el concepto del canon que tiene regulado la UPM para sufragar los costes de gestión de proyectos y para compensar los costes de utilización de medios propios de la Universidad, conforme al acuerdo del consejo de gobierno publicado en el «Boletín Oficial de la UPM» el 22 de diciembre de 2017. Actualmente este canon está fijado en el 15 % de los recursos ingresados, aunque se aplicará el porcentaje vigente en cada periodo.

- El último pago a efectuar por parte del MITECO a la UPM se hará al finalizar el plazo de ejecución de la prórroga del convenio, tras la constatación de que el objeto se ha realizado en los términos y a satisfacción de ambas partes, con ocasión de la liquidación del convenio, según se regula en el artículo 52.2 de la Ley 40/2015 de Régimen Jurídico del Sector Público.

A efectos de verificar la justificación del uso correcto de los fondos públicos, el representante de la UPM presentará anualmente los justificantes de los gastos derivados de la ejecución de las actuaciones del presente convenio de acuerdo a los certificados de los asientos contables, que serán comprobados y conformados por el representante de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del MITECO, según se especifica en el documento de condiciones técnicas del anejo I. Una vez que las actuaciones hayan sido concluidas, deberá comprobarse su correcta ejecución por parte de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, y su conformidad previa será preceptiva al informe favorable de la comisión de seguimiento creada conforme a la cláusula tercera de este convenio.

A efectos de fiscalización externa, este convenio debe remitirse electrónicamente al Tribunal de Cuentas dentro de los tres meses siguientes a su suscripción, según lo establecido en el artículo 53 de la Ley 40/2015, de Régimen Jurídico del Sector Público.

Los fondos destinados al presente convenio no financiarán, en ningún caso, las actuaciones previstas en el Programa LIFE13 BIO/ES/000556. IP/14/486. European Commission: 2014-2019. "Restauración de los Olmos Ibéricos (*Ulmus minor* y *U. laevis*) en la cuenca del Tajo".»

*Segunda. Modificación de la cláusula tercera.*

Se añade un nuevo párrafo al final de la cláusula tercera con el siguiente texto:

«No obstante lo anterior, por acuerdo de la comisión de seguimiento las partes podrán promover y aprobar posibles reajustes de anualidades de pagos en función de la evolución de la ejecución del objeto y de las actuaciones contempladas en el presente convenio, siempre que estos no supongan un incremento económico global del mismo, ni una modificación del plazo de ejecución, teniendo en cuenta que la ejecución de los compromisos que se deriven del presente convenio han de enmarcarse dentro del respeto al cumplimiento de la Ley Orgánica 2/2012, de 27 de abril, de Estabilidad Presupuestaria y Sostenibilidad Financiera.»

*Tercera. Modificación del documento anejo I.*

El documento denominado condiciones técnicas del anejo I queda redactado conforme a la versión que se adjunta como anejo I en esta adenda modificativa tercera del convenio.

*Cuarta. Modificación del contenido del anejo II.*

El contenido del anejo II, denominado «Aportaciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico/Aportaciones de la Universidad Politécnica de Madrid», se modifica actualizándose las aportaciones que realizan los respectivos organismos en medios humanos y materiales, quedando redactado conforme a la versión que se adjunta como anejo II de esta adenda modificativa tercera del convenio.

*Quinta. Modificación del contenido del anejo IV.*

El contenido del anejo IV denominado «Presupuesto», donde se valora la aportación del MITECO para hacer frente a los gastos originados por las actividades del convenio, queda redactado conforme a la versión que se adjunta como anejo IV en esta adenda modificativa tercera del convenio.

*Sexta. Adecuación de la denominación del convenio.*

Las partes firmantes acuerdan expresamente la adecuación de la denominación del convenio, atendiendo al régimen competencial actual, en los siguientes términos: «Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos».

Y, en prueba de conformidad, y para la debida constancia de cuanto queda convenido, las partes firman este documento, en el lugar y la fecha al inicio indicados.–La Directora General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, María Jesús Rodríguez de Sancho.–El Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, Guillermo Cisneros Pérez.

## ANEJO I

**Condiciones técnicas de la Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos**

*1. Objetivos y actuaciones*

Tras varias décadas de actividad, la continuación del Programa Español de Conservación y Mejora de los Recursos Genéticos de los Olmos Ibéricos es clave para seguir avanzando en la línea de trabajo que está haciendo posible la recuperación de los olmos en nuestro territorio.

Como objetivos, para los próximos años se plantean actividades encaminadas a facilitar el proceso de selección de individuos resistentes, conocer la estructura genómica de los olmos, comprender la evolución del hongo patógeno en las últimas décadas, y evaluar interacciones entre el genotipo de olmo y el ambiente donde se desarrolla, y entre el genotipo de olmo y la cepa del patógeno que le infecta. El estudio de estas interacciones ayudará a predecir el comportamiento de los clones seleccionados bajo diferentes escenarios. Asimismo, se plantea estudiar la utilidad de incorporar microorganismos simbioses beneficiosos en el proceso de producción de planta, con el fin de mejorar su crecimiento y tolerancia al estrés. Para avanzar en la selección de individuos resistentes, se propone obtener réplicas clonales de individuos procedentes de cruces entre genotipos resistentes, para que su resistencia al patógeno pueda ser evaluada con suficiente rigor estadístico, como paso previo a su utilización como materiales de base.

En concreto, se plantean las siguientes actividades:

1. Detección precoz de la resistencia.

El alto número de nuevos ejemplares de *Ulmus minor* no afectados por la grafiosis localizados durante la fase previa del convenio, ha generado la necesidad de desarrollar una metodología para la detección precoz de la resistencia a la enfermedad que permita acortar tiempos y costes en el proceso de selección de genotipos de olmos resistentes. En la fase anterior del convenio se ha ensayado una metodología que permite descartar genotipos altamente susceptibles, con la que se podría optimizar los recursos empleados en el proceso de selección.

Para el desarrollo de esta metodología, en los últimos 4 años se ha realizado una serie de pruebas en plántulas de *U. minor* propagadas mediante cultivo *in vitro* e inoculadas mediante inmersión de la raíz en solución de esporas de *Ophiostoma novo-ulmi*. Tras este proceso, se han evaluado parámetros biométricos y bioquímicos que han permitido conocer el nivel de afectación por grafiosis en genotipos con distinto grado de resistencia a la enfermedad. Estos parámetros están relacionados con (i) el crecimiento y desarrollo, (ii) el incremento de estrés oxidativo, y (iii) la producción de metabolitos de defensa en presencia del patógeno. Como resultado de estos análisis, se ha observado que los genotipos susceptibles y aquellos con grados medios de resistencia manifiestan los siguientes síntomas:

1. Interrupción del crecimiento del tallo y ausencia de formación de nuevas raíces.
2. Aparición de zonas necróticas en las raíces y en la base del tallo, clorosis y, en ocasiones, pigmentación rojiza en las hojas.
3. Incremento de estrés oxidativo en la parte aérea.
4. Acumulación de compuestos fenólicos en el tallo y la raíz.
5. Disminución del contenido en clorofilas y, en ocasiones, incremento de antocianinas.

Por su parte, los genotipos de olmo resistentes evaluados con esta metodología no han mostrado ninguno de estos síntomas. En la presente fase del convenio se propagarán mediante cultivo *in vitro* genotipos candidatos, localizados por el programa del olmo en años previos, y genotipos confirmados como resistentes a la grafiosis, los cuales servirán como control. Una vez las plántulas hayan formado la raíz, se inocularán con *O. novo-ulmi* mediante la inmersión de la raíz en una suspensión esporal del patógeno y se trasplantarán a recipientes estériles donde se crecerán durante 28 días, tiempo en el cual se han obtenido los resultados más significativos en las comparaciones entre genotipos resistentes y susceptibles durante la puesta a punto de la metodología. Al término de este periodo, se evaluará el crecimiento, la aparición de raíces nuevas y de síntomas asociados a la enfermedad, y se recogerá el material vegetal para realizar distintos análisis bioquímicos indicadores de estrés asociados a la presencia del patógeno. El número de genotipos a evaluar cada año dependerá del éxito del proceso de propagación *in vitro*, aspecto muy variable y dependiente de cada genotipo. Se espera poder ensayar al menos 20 genotipos candidatos, para cuya elección se tendrá en cuenta su distribución geográfica. Se descartarán para el programa de mejora aquellos genotipos que muestren caracteres asociados a resistencia media o baja a la grafiosis. Así, el número final de genotipos a propagar y plantar en las parcelas de experimentación se reducirá sensiblemente, con el consiguiente ahorro económico, de tiempo y de espacio en el proceso de selección. Posteriormente, y una vez sean evaluados por el método tradicional los genotipos seleccionados, se podrá estimar el porcentaje de éxito de esta metodología de detección precoz.

2. Ampliación del catálogo de recursos genéticos de los olmos ibéricos: construcción de un genoma de referencia de *Ulmus minor* e integración de los resultados del programa de mejora.

En los últimos años se ha progresado en el estudio de las bases moleculares de la resistencia de *Ulmus minor* a la grafiosis. El desarrollo de nuevas herramientas moleculares, especialmente las basadas en las técnicas de secuenciación masiva, ha permitido obtener una amplia información al respecto a nivel genético y transcripcional. Pese a ello, y debido a la complejidad de estos estudios, no se conocen con precisión todos los genes relacionados con la resistencia a la enfermedad, ni la implicación de aquellos ya identificados como candidatos. En este sentido, la obtención de un genoma de referencia de un ejemplar de olmo resistente permitiría avanzar en esta cuestión, al facilitar la identificación de las regiones genómicas implicadas en la resistencia a la enfermedad, lo que en el futuro simplificará la búsqueda de genotipos resistentes y el análisis de los elementos genómicos responsables de la resistencia. Así mismo, la obtención de un genoma de referencia permitirá incrementar las herramientas para los estudios de diversidad y estructura genética poblacional, lo que supondrá un importante avance para el programa de conservación y mejora de los olmos ibéricos.

En la presente fase del convenio se obtendrá un primer genoma de referencia de *Ulmus minor* mediante la secuenciación *de novo* del clon resistente a la grafiosis Ademuz (V-AD2), dado que es el genotipo con mayor difusión hasta la fecha, ha mostrado una excelente adaptación a diferentes condiciones ambientales y una activa respuesta molecular ante el patógeno. Esta actividad implica la secuenciación de librerías de ADN, tanto de lectura larga como de lectura corta de mayor fiabilidad. Mediante el uso de técnicas bioinformáticas se realizará el ensamblaje de las secuencias obtenidas y con ello un primer borrador del genoma del genotipo seleccionado. A partir de la información obtenida en anteriores trabajos realizados en el grupo de investigación y de los futuros análisis este genoma se irá montando en sucesivas versiones mejoradas hasta obtener un genoma ensamblado completamente.

Por otro lado, debido a la importancia que representan los clones de olmo catalogados como resistentes en los planes de restauración de olmedas, tanto en España como en otros países del continente europeo, se procederá a la resecuenciación de seis de los siete genotipos catalogados en España (además del Ademuz, utilizado

como genoma de referencia) y de otros seis con potencial de serlo en los próximos años, lo que facilitará la identificación, localización y validación de nuevos marcadores moleculares como SNPs (*single nucleotide polymorphisms*) asociados a genotipos resistentes y la creación de herramientas para futuros estudios de diversidad genética.

En la fase anterior de este convenio, las técnicas de secuenciación masiva aplicadas en un conjunto de muestras de referencia de las especies *Ulmus minor* y *Ulmus pumila* permitieron el desarrollo de marcadores moleculares específicos mediante la identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) diferenciales entre ambas especies. El ajuste de las condiciones de amplificación para 11 parejas de cebadores específicos (5 para *U. minor* y 6 para *U. pumila* diseñados en la actividad 5) permitió la asignación específica de los 7 genotipos de olmo resistentes catalogados en el Programa tanto a *U. minor* como a híbridos con *U. pumila* de distintas categorías. Por otro lado, mediante el análisis con marcadores moleculares de tipo microsatélite (SSR) (10 nucleares y 1 de cloroplasto) empleados para la caracterización genética de los nuevos individuos seleccionados en campo por su posible resistencia a la grafiosis (actividad 1 de la fase anterior del convenio), se estimó el grado de introgresión genética con *U. pumila* en 75 de ellos seleccionados y propagados para el establecimiento de ensayos de resistencia. Con el fin de comparar la estimación del grado de introgresión genética obtenida mediante ambos métodos, se caracterizará la pureza específica de los genotipos de *Ulmus minor* seleccionados y propagados en la fase anterior, así como de individuos híbridos procedentes de cruzamientos controlados entre *U. minor* y *U. pumila* y otros presentes en el Banco de Conservación de Puerta de Hierro.

### 3. Caracterización del estado actual del patógeno de la grafiosis en España.

Los microorganismos están sometidos a procesos de selección y evolución más rápidos que sus plantas hospedantes. En el caso de la grafiosis, investigaciones recientes han demostrado que el patógeno ha variado sus características genéticas y fenotípicas en el transcurso de las últimas décadas, debido a procesos de hibridación, introgresión y selección natural. Por un lado, una vez la especie más agresiva de la grafiosis, *Ophiostoma novo-ulmi*, fue introducida en Europa a mitad del siglo pasado, esta adquirió una serie de genes a partir de la especie menos agresiva, *Ophiostoma ulmi*, que ya estaba ampliamente distribuida en Europa desde comienzos del siglo XX. Aunque los híbridos entre ambas especies resultaron de vigor reducido, la adquisición de genes contribuyó de forma decisiva a la diversificación de *O. novo-ulmi* en Europa en distintos grupos de apareamiento y de compatibilidad vegetativa. Así, el patógeno pasó de ser mayoritariamente clonal a genéticamente muy heterogéneo. Al diversificarse, *O. novo-ulmi* consiguió que su tasa de infección por parte de una serie de virus que lo debilita (y que posiblemente causó la atenuación de la primera pandemia de grafiosis) disminuyera ostensiblemente. Ello se debe a que los virus solo pueden transmitirse entre cepas compatibles entre sí, mientras que, al aumentar la diversidad de grupos compatibles, esta transmisión se ve limitada. Por otra parte, se conoce que *O. novo-ulmi* se divide en dos subespecies, una euroasiática y otra norteamericana, con características fenotípicas y reproductivas particulares. Esta última subespecie fue introducida en Europa en los años 70, y en consecuencia se produjo un solapamiento en la distribución de ambas subespecies. Este solapamiento ha conducido a una extensa hibridación entre las dos subespecies en varios lugares de Europa dando como resultado nuevos fenotipos del patógeno, localmente adaptados. La complejidad y dinámica de estos eventos ponen en evidencia la necesidad de realizar un análisis de los posibles cambios en la estructura del patógeno. En España, la última caracterización de las cepas de grafiosis se realizó en 2008, mediante un estudio de la diversidad genética del patógeno. Para avanzar en esta línea, durante esta fase del convenio, se aislarán al menos 20 nuevas cepas de grafiosis procedentes de distintas regiones del territorio español. Se estudiará su taxonomía, sus características fenotípicas y se estimará su grado de virulencia usando un método de inoculación del patógeno en manzanas, mediante el cual el área necrótica generada es una estimación de la virulencia de la

cepa. Además, aprovechando la aparición de nuevas metodologías de secuenciación genética, estas cepas se caracterizarán mediante marcadores moleculares que permitirán conocer la estructura taxonómica actual del patógeno en España. La caracterización fenotípica permitirá conocer si se está produciendo una selección hacia una mayor o menor agresividad del patógeno, comparando su virulencia estimada con la de cepas aisladas hace más de 15 años. Este resultado será de utilidad para la evaluación del futuro comportamiento de los clones de olmo resistentes ya seleccionados ante estas nuevas cepas de hongos emergentes.

4. Interacción genotipo de olmo × cepa de grafiosis en olmos seleccionados por su resistencia.

El patógeno causante de la grafiosis está en continua evolución, por lo que nuevos fenotipos del patógeno localmente adaptados pueden haber emergido en los últimos años. De cara a la utilización de los genotipos resistentes seleccionados, es importante definir con la mayor precisión posible su comportamiento ante distintas cepas del patógeno, y comprobar si existe una interacción significativa entre el genotipo y la cepa. Cabe la posibilidad de que algunas cepas del patógeno sean más virulentas frente a algunos genotipos de olmo que frente a otros. Para el estudio de estas interacciones, el primer año se propagarán vegetativamente plantas de *Ulmus minor* de cuatro genotipos catalogados como resistentes a la grafiosis (Ademuz, Dehesa de la Villa, Dehesa de Amaniel y Retiro). Se propagarán además un genotipo de tolerancia intermedia y otro susceptible, seleccionados de entre los usados habitualmente en el programa del olmo. Trascurrido un periodo vegetativo de cultivo en vivero, las plántulas se plantarán en una parcela de experimentación en las instalaciones del Ministerio, con una distribución de genotipos completamente aleatoria. En el tercer periodo vegetativo tras su plantación (4.º año del convenio), se hará un seguimiento de la fenología foliar y, transcurridos 40 días tras el inicio de la brotación de primavera, las plantas de cada genotipo se dividirán aleatoriamente en cinco grupos para su inoculación con cinco cepas diferentes de *Ophiostoma novo-ulmi*. El número estimado de plantas necesarias para el ensayo será de 6 genotipos × 5 cepas × 6 réplicas/cepa = 180 plantas, que serán lo más homogéneas posible en cuanto a crecimiento. Tras la inoculación, se realizará un seguimiento del desarrollo de síntomas de marchitamiento foliar. El año de la inoculación se medirá sobre los árboles la conductancia estomática, como estimación del estado hídrico de la planta, y la temperatura mediante cámara térmica, ya que las hojas que transpiren menos por el bloqueo de los vasos se calentarán más. Como resultado, se conocerá si las cinco cepas de grafiosis se comportan de manera similar ante los seis genotipos.

5. Estudio de la adaptación hidráulica de los clones resistentes a distintos ambientes.

Dos de los mayores retos a los que se enfrentan los olmos son la enfermedad de la grafiosis y el calentamiento global. Para poder predecir el comportamiento de los clones resistentes bajo condiciones climáticas futuras es necesario entender su plasticidad fenotípica. Esta tarea estudiará cómo se adaptan los caracteres hidráulicos de los olmos resistentes a distintas condiciones ambientales. Los árboles tienen que encontrar un equilibrio entre la capacidad de transporte de agua desde el suelo a las hojas y la capacidad fotosintética de sus hojas. Este equilibrio les permite aprovechar la disponibilidad de agua en el suelo, maximizando su fotosíntesis sin llegar a niveles elevados de estrés hídrico causados por la pérdida de agua a través de sus hojas debido a la demanda evapotranspirativa de la atmósfera. Dado el vínculo existente entre la susceptibilidad a la grafiosis y el tamaño de los vasos del xilema (a mayor diámetro mayor susceptibilidad a la enfermedad y mayor capacidad de transporte hídrico) es importante conocer cómo van a variar estos caracteres bajo condiciones climáticas futuras. Para ello, se estudiará la relación entre la inversión realizada por el árbol en su capacidad fotosintética, la relación de área foliar respecto al diámetro de los tallos y la capacidad de transporte de los tallos de los genotipos resistentes seleccionados. Se ha establecido una

hipótesis de cómo han de variar estos parámetros en función de las condiciones ambientales (humedad del suelo, radiación, temperatura y humedad relativa) y el coste de producción de hojas, la cual establece que las plantas maximizarán su capacidad de asimilación fotosintética sin alcanzar estrés hídrico significativo manteniendo una homeostasis de ratio de 0,7 entre la concentración de CO<sub>2</sub> intercelular de las hojas y concentración de CO<sub>2</sub> ambiental. Se seleccionarán 10 localidades con climas contrastados donde se han plantado clones resistentes a la grafiosis en los últimos años (ya sea en parcelas de ensayo, bancos de conservación o a través de donaciones a distintas entidades). En cada uno de los ejemplares seleccionados se medirá una curva de respuesta asimilación versus concentración intracelular de CO<sub>2</sub>, se medirá la capacidad de transporte hídrico, la relación entre área foliar y área basal de los clones, se tomará una muestra de hojas para evaluar su coste de producción y se tomará una muestra de suelo para determinar su estructura y contenido en macronutrientes.

6. Incorporación de endófitos beneficiosos a la producción de planta.

En los últimos años se han seleccionado una serie de hongos endófitos que, inoculados en plantas de olmo, han demostrado un efecto positivo en la resistencia de la planta ante la grafiosis o en la supervivencia ante situaciones de estrés abiótico. En la naturaleza, los endófitos se adquieren gradualmente por parte de la planta durante su proceso de desarrollo, especialmente durante los estadios iniciales de crecimiento. Los endófitos que están presentes en las semillas o en el suelo van a ser los primeros colonizadores de la planta. Por otra parte, se conoce que el orden de llegada de estos microorganismos a la planta puede influir en las asociaciones que se establezcan a largo plazo debido a un «efecto de prioridad», pudiendo conducir a asociaciones de tipo beneficioso o perjudicial. Una vez la planta adquiere un mayor desarrollo, la flora endófitica y las asociaciones que se establecen entre los distintos microorganismos son más estables y resilientes ante cambios en su entorno, por lo que su modificación por métodos artificiales resulta más compleja. En la presente fase del convenio se inocularán semillas y plántulas jóvenes con endófitos beneficiosos para comprobar su influencia en el desarrollo de las plantas y la persistencia de los endófitos inoculados a largo plazo en el interior de sus tejidos. Esta utilización de los endófitos podría dar lugar a un mejor desarrollo de las plantas, una mayor supervivencia o incluso a una mayor tolerancia al estrés biótico.

Para ello, durante el primer año, se recogerán semillas de polinización abierta de tres individuos de *Ulmus minor* del banco clonal de conservación de Puerta de Hierro, las cuales se tratarán mediante inmersión en una suspensión esporal de endófitos clasificados como beneficiosos para la planta, bien sea por estimular su desarrollo o incrementar la resistencia a la grafiosis. Asimismo, se tratarán plántulas de un genotipo de *U. minor* obtenidas por cultivo *in vitro* mediante inmersión de su sistema radical en una suspensión esporal de los mismos endófitos beneficiosos, seleccionados en fases previas del convenio. Los genotipos seleccionados (tanto para la recogida de semillas como para su propagación vegetativa) serán de resistencia moderada o baja a la grafiosis. Las plántulas obtenidas (40 por árbol madre u ortet, en total 160 plantas) serán aviveradas durante dos savias en un centro del Ministerio y plantadas al final de su segundo año de vida en dos parcelas experimentales. Como controles, la mitad de los brinzales y réplicas clonales obtenidos no se tratarán con los endófitos. Una vez establecidas las parcelas, se medirá la tasa de crecimiento radial y apical y parámetros de intercambio gaseoso de las plantas durante dos años. Cuando las plantas tengan cuatro savias, en cada parcela se realizará uno de los siguientes ensayos: i) tolerancia a la sequía estival sometiendo a las plantas de la parcela a carencia de riego durante los meses estivales, y ii) resistencia a la grafiosis mediante la inoculación artificial del patógeno. Al cuarto año de edad se tomarán muestras en árboles tratados y control para estudiar, mediante PCR cuantitativa, la cantidad existente en los tejidos de floema y xilema de los endófitos inoculados. De esta forma, se podrá evaluar la persistencia de los endófitos en la planta y su efecto sobre la supervivencia, el desarrollo y la tolerancia al estrés biótico de las plantas.

#### 7. Propagación de ejemplares seleccionados a partir de cruces R × R.

En el pasado se realizaron una serie de cruces controlados entre algunos de los genotipos resistentes a la grafiosis catalogados. Como resultado, se obtuvieron siete progenies que fueron plantadas en una parcela experimental e inoculadas durante dos años consecutivos (2017 y 2018) con una cepa de grafiosis. Un número elevado de individuos de esa parcela mostraron una alta resistencia a la enfermedad. Sin embargo, para que su resistencia pueda evaluarse con suficiente rigor estadístico, cada individuo debe ser replicado, plantado e inoculado de nuevo, en un número de réplicas clonales no inferior a seis. Una vez su resistencia se confirme, podrían ser propuestos como materiales de base para actuaciones de recuperación de la especie.

Esta tarea tiene el objetivo de propagar por cultivo *in vitro* nuevos genotipos procedentes de cruces R × R, si la adaptación de estos clones a las condiciones del cultivo *in vitro* así lo permiten. De cada genotipo propagado se obtendrán 40 réplicas clonales que serán entregadas en el CNRGF Puerta de Hierro. Este número de réplicas es el que se estima conveniente para incluir cada genotipo en dos parcelas de ensayo en distintos ambientes y evaluar su resistencia como clon. La propagación se realizará durante los tres últimos años del convenio.

Durante la primera anualidad se ha conseguido con éxito el estaquillado de raíz de la mayoría de estos genotipos procedentes de 7 familias de cruces R × R en un número diverso de réplicas. Con el material obtenido de los progenitores caracterizados como *U. minor* puros (sin introgresión con *U. pumila*), se instalarán en 2023 dos parcelas para el ensayo de la resistencia a la grafiosis en dos ambientes (22 genotipos de 4 familias en la Parcela 47 del CNRGF Puerta de Hierro y 16 genotipos de 3 familias en la Parcela 5 CNRGF Alaquàs).

Con el fin de incrementar el número de genotipos R × R y poder comparar su comportamiento frente al inóculo de la grafiosis en ambos ambientes, se prevé instalar nuevas parcelas a finales del año 2025 o principios del año 2026. Para ello, se propagarán mediante cultivo *in vitro* 6 genotipos procedentes de 3 familias que no han sido propagadas en número suficiente para su instalación en la parcela de Alaquàs en 2023 (6 × 20 réplicas), tres genotipos ya están introducidos *in vitro* en el centro de Puerta de Hierro y su propagación se realizará allí. Por otro lado, tras la primera inoculación prevista para mayo de 2023 de la parcela de progenies procedentes de una segunda remesa de cruces R × R (parcela 44 del CNRGF de Puerta de Hierro) se seleccionarán alrededor de 20 genotipos resistentes, provenientes de 3 familias no representadas en la parcela 47 de Puerta de Hierro y cuyos progenitores han sido caracterizados como *U. minor* puros. Durante los dos últimos años se propagará material de estos brinzales (20 genotipos × 40 réplicas). La selección de brinzales a propagar se realizará según los niveles de resistencia mostrados y tratando de que la representación de las tres familias sea lo más homogénea posible.

#### 2. Resumen y asignación del presupuesto

Corresponde a la UPM la realización de los trabajos descritos en el apartado primero del presente documento, aportando el personal científico, técnico y auxiliar para la buena ejecución de aquellos, así como el material de laboratorio, instrumental y medios precisos.

Su realización en líneas generales comprende:

- La ejecución práctica de todas las labores de laboratorio, en instalaciones propias y de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación (en adelante, DGBBD) con personal especializado.

– La detección precoz de la resistencia a la grafiosis de genotipos seleccionados de *Ulmus minor* (actividad 1).

- De cada uno de los cinco genotipos de olmo candidatos que se ensayen cada año, así como del genotipo que se utilice como control de resistencia, se obtendrá material adecuado para su multiplicación mediante cultivo *in vitro*. Se propagarán seis réplicas de cada genotipo para la realización de los ensayos (1A).

- Se evaluarán los resultados de los ensayos mediante la estimación de parámetros biométricos y bioquímicos (1B).

– La ampliación del catálogo de recursos genéticos de los olmos ibéricos (actividad 2).

- Se obtendrá un primer genoma de referencia de *Ulmus minor* mediante la secuenciación *de novo* de un clon de olmo catalogado como resistente a la grafiosis mediante la generación de diversas librerías de ADN y su posterior ensamblaje mediante técnicas bioinformáticas (2A).

- Se resecuenciarán otros 6 genotipos de olmo catalogados como resistentes y otros 6 genotipos de interés para el programa de mejora (2B).

- Se compararán las técnicas moleculares de detección de la introgresión de *U. minor* con *U. pumila* (SSR y marcadores específicos diseñados *ad hoc*) en los genotipos entregados en la fase anterior del convenio, así como en híbridos de origen conocido entre ambas especies (2C).

– La caracterización del estado actual del patógeno de la grafiosis en España (actividad 3).

- Se aislarán al menos 20 nuevas cepas de grafiosis a partir de olmos infectados en distintas regiones del territorio español (3A).

- Se realizará la caracterización fenotípica de cada cepa mediante la evaluación de su crecimiento y de las características morfológicas de la colonia (3B).

- Se caracterizará la virulencia de cada cepa mediante el método de inoculación en manzanas y se comparará con la de cepas ya empleadas en los ensayos de resistencia (3C).

- Se realizará una caracterización taxonómica de cada cepa mediante el empleo de marcadores moleculares específicos (3D).

– El estudio de la interacción genotipo de olmo × cepa de grafiosis en olmos seleccionados por su resistencia (actividad 4).

- Se propagará la planta necesaria para la realización del ensayo (al menos 180 plantas de seis genotipos) (4A).

- Se hará el diseño y se plantará una parcela experimental (4B).

- Los árboles plantados se inocularán con una cepa de grafiosis y se hará un seguimiento de la fenología y los síntomas mostrados (4C).

– Estudio de la adaptación hidráulica de los clones resistentes a distintos ambientes (actividad 5).

- Se seleccionarán 10 plantaciones de clones resistentes a la grafiosis establecidas en los últimos años en localidades que presenten condiciones ambientales contrastadas (5A).

- Se realizarán mediciones fisiológicas y biométricas relacionadas con las características hidráulicas de los clones antes del comienzo del periodo vegetativo y al final del mismo, y se obtendrán los parámetros ambientales de las distintas localidades (5B).

- Se evaluará la plasticidad fenotípica de las características hidráulicas de los clones de olmo a los distintos ambientes analizados (5C).

- La incorporación de endófitos beneficiosos a la producción de planta (actividad 6).
  - Se propagarán tres ejemplares por semilla y otro más por cultivo *in vitro*, la mitad de los cuales serán tratados con endófitos beneficiosos (6A).
  - Las plantas propagadas se plantarán en dos parcelas experimentales (6B).
  - Se realizará un seguimiento de la tasa de crecimiento y parámetros de intercambio gaseoso (6C).
  - Se estimará la tolerancia a la sequía y la resistencia a *Ophiostoma novo-ulmi* de las plantas tratadas con endófitos y las no tratadas (6D).
- La propagación de ejemplares seleccionados a partir de cruces R × R (actividad 7).
  - Se propagarán 26 genotipos mediante cultivo *in vitro*: 6 de ellos mediante 20 réplicas y otros 20 mediante 40 réplicas (860 plantas en total) (7A).
- El asesoramiento de los trabajos de propagación relacionados con los olmos que se realizan en la Red de Centros Nacionales de Recursos Genéticos Forestales.
- El asesoramiento de los trabajos necesarios para la conservación de las plantaciones existentes, tanto en terrenos gestionados directamente por la DGBBD, como en otros que tengan relación con las plantaciones establecidas con este convenio o con los suscritos anteriormente.
- La UPM adoptará las medidas de protección y seguridad necesarias durante la ejecución de su trabajo en cumplimiento con la legislación de riesgos laborales.
- La presentación, con carácter anual, a la DGBBD de un certificado de los asientos contables que realiza la UPM en relación con este convenio (especificando fechas, código del asiento, concepto, beneficiario, factura, DNI/NIF, partida e importes) agrupando según la tipología de los diferentes gastos (gestión, personal, material fungible, material inventariable y gastos por desplazamientos), para que la DGBBD pueda comprobar el uso correcto de los fondos públicos. Las anualidades se considerarán según lo establecido en la cláusula segunda del texto del convenio.
- La redacción de los informes técnicos necesarios para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades previstas. Al menos se deberá presentar un informe completo con todas las actuaciones por cada año de ejecución. El informe del último año contendrá toda la información generada durante la ejecución, a modo de informe final de esta prórroga.

Por otro lado, corresponde a la DGBBD:

- Poner a disposición del convenio los terrenos e instalaciones necesarias (relacionadas en el anejo II) para la correcta ejecución de los trabajos, fundamentalmente de la Red de Centros Nacionales de Recursos Genéticos Forestales, constituido por:
  - Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales «Puerta de Hierro» (Madrid).
  - Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales «El Serranillo» (Guadalajara).
  - Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales «Valsaín» (Segovia).
  - Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales «Alaquàs» (Valencia).
- El establecimiento y mantenimiento de las plantaciones instaladas en sus propios terrenos o en aquellos que gestione y la colaboración en aquellas tareas específicas que lo requieran, concretamente la realización de plantación, reposición de marras, escardas, podas, riegos, tratamientos fitosanitarios y técnicas de cultivo en vivero en general, así como el apoyo en la toma de datos de los ensayos.
- Promover los acuerdos con otros organismos, en caso de ser necesarios, para la consecución de los objetivos del convenio, concretamente para el apoyo de las Comunidades autónomas u otras administraciones en los trabajos de campo que se ejecutarán por todo el territorio español y en el suministro de datos ya existentes.

- La tramitación de las solicitudes para la autorización de nuevos materiales de base que se obtengan del programa.
- A efectos de verificar la justificación del uso correcto de los fondos públicos:
  - La comprobación y conformidad de certificados de los asientos contables presentados por la UPM. En este sentido, se considerarán válidos aquellos certificados oficiales emitidos por la UPM que acrediten los gastos en personal, material fungible, material inventariable y gastos por desplazamientos.
  - Comprobar la correcta ejecución de las actividades concluidas y su conformidad previa y preceptiva al informe favorable de la Comisión de Seguimiento. Para tal fin se revisarán los informes técnicos presentados por la UPM.

### 3. Publicidad

Al tratarse de una actuación cofinanciada al 75 % por el FEADER, deberá darse cumplimiento a las normas establecidas en materia de información y publicidad, detalladas en el anejo III del Reglamento de Ejecución (UE) 808/2014, de la Comisión.

En todas las actividades se deberá incorporar de modo visible el logotipo oficial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el logo del FEADER, tal como se muestra a continuación:



En caso de que las actuaciones fueran objeto de cofinanciación a través del PEPAC, las mismas deberían asumir las obligaciones de información y publicidad que les fueran de aplicación en cumplimiento de los requisitos reglamentarias que se establezcan.

### 4. Duración

Las actuaciones citadas en el presente documento tienen una duración prevista de 4 años (48 meses) desde la fecha de inscripción en el Registro electrónico Estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación (REOICO) de la adenda segunda y prórroga. El cronograma previsto se presenta a continuación y resultará eficaz una vez que la adenda tercera sea inscrita en el citado REOICO. No obstante, la duración podría ser menor si los objetivos y actuaciones previstas se logran finalizar antes del citado plano, aunque esto no es probable debido a la complejidad de las actuaciones y los largos plazos requeridos para algunas de ellas.

En concreto y según la metodología establecida, los ensayos de resistencia tienen una duración mínima de 4 años para poder obtener resultados concluyentes. Además, hay actividades con acciones dependientes de fases previas y no pueden iniciarse de manera simultánea. Por tanto, no se considera aconsejable establecer un plazo de duración menor que pudiera comprometer la consecución de los objetivos previstos.

### 5. Modificaciones

La comisión de seguimiento podrá proponer las modificaciones necesarias para cumplir con los objetivos del presente convenio a propuesta de las partes. Las propuestas de modificación de las actividades previstas, así como su ejecución en el tiempo, serán debidamente justificadas y no supondrá un incremento de la aportación dineraria total de la DGBBD ni una desviación sustancial respecto de los objetivos generales del convenio.

## 6. Cronograma

Cronograma de trabajos previstos. La codificación se corresponde con la asignación del apartado anterior:

Actividad	Anualidad 6 (prórroga)	Anualidad 7 (prórroga)	Anualidad 8 (prórroga)	Anualidad 9 (prórroga)
1	1A	1A	1A	
	1B	1B	1B	
2	2A	2A	2A	
		2B	2B	2B
			2C	
3	3A	3A	3A	
		3B	3B	
			3C	3C
			3D	3D
4	4A			
		4B		
				4C
5	5A	5A		
		5B	5B	
				5C
6	6A			
		6B		
			6C	6C
				6D
7		7A	7A	7A

## ANEJO II

**Aportaciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y de la Universidad Politécnica de Madrid de la Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos**

Aportaciones del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico:

1. Personal funcionario y laboral:

1.1 Personal funcionario:

– Don Felipe Pérez Martín. Jefe de Área. Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.

– Don David León Carbonero. Jefe de Servicio. Subdirección General Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.

- Doña Laura Prieto Estévez. Jefa de Sección de Producción de Material Genético. Subdirección General Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.
- Doña María Cruz Anegón Esteban. Subdirección General Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.
- Doña María Elena Pérez Gómez. Directora del Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales de El Serranillo.

#### 1.2 Personal laboral:

- Doña Sonia Arribas Lastra. Técnico superior de actividades técnicas y profesionales. Subdirección General Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.
- Don Enrique Sastre Callejo. Ayudante de actividades técnicas y profesionales. Subdirección General Política Forestal y Lucha contra la Desertificación.

La estimación de la dedicación del personal del MITECO a lo largo de los cuatro años sería la siguiente:

Personal MITECO	Días/año	Total cuatro años (días)
Don Felipe Pérez Martín.	25	100
Don David León Carbonero.	60	240
Doña Laura Prieto Estévez.	10	40
Doña María Elena Pérez Gómez.	10	40
Doña María Cruz Anegón Esteban.	10	40
Doña Sonia Arribas Lastra.	95	380
Don Enrique Sastre Callejo.	40	160

#### 2. Instalaciones y terrenos utilizados para el convenio en la Red de Centros Nacionales de Recursos Genéticos Forestales.

##### Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales Puerta de Hierro (Madrid)

Parcelas establecidas previamente a este convenio.	19.087 m <sup>2</sup> .
Terrenos disponibles para futuras plantaciones.	4.058 m <sup>2</sup> .
Laboratorio.	Cámaras frigoríficas, Microscopio de fluorescencia, Autoclave, Cámara de flujo laminar, agitador magnético, básculas, estufa de cultivo, cabina de extracción de gases, microtomo, destilador, microscopio convencional, lupa y armarios de seguridad.
Cámaras cultivo in vitro.	2 unidades.
Cámara de propagación vegetativa.	100 m <sup>2</sup> .
Invernadero.	120 m <sup>2</sup> .
Umbráculo.	2000 m <sup>2</sup> .
Maquinaria.	Tractor, remolque, dumper, minicargadora, motocultor, astilladora, desbrozadoras manuales, ahoyadora y motosierras.
Instalaciones.	Sistema de riego, estación meteorológica y Sala de exposición permanente.

## Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales de Valsaín (Segovia)

Parcelas establecidas previamente a este convenio.	28.100 m <sup>2</sup> .
Terrenos disponibles para futuras plantaciones.	20.000 m <sup>2</sup> .
Invernadero automatizado.	144 m <sup>2</sup> .
Umbráculo.	450 m <sup>2</sup> .
Laboratorio.	Cámara frigorífica y microscopio.
Maquinaria.	Tractor, cisterna riego, remolque (3.500 kg), ahoyadora, desbrozadora de cadenas, dumper, segadora, empacadora, desbrozadoras manuales y motosierras.
Instalaciones.	Sistema de riego.

## Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales El Serranillo (Guadalajara)

Parcelas establecidas previamente a este convenio.	1.183 m <sup>2</sup> .
Terrenos disponibles para futuras plantaciones.	1.746 m <sup>2</sup> .
Maquinaria.	Tractor y desbrozadora.
Instalaciones.	Sistema de riego.

## Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales de Alaquàs (Valencia)

Parcelas establecidas previamente a este convenio.	6.258 m <sup>2</sup> .
Terrenos disponibles para futuras plantaciones.	6.204 m <sup>2</sup> .
Cámara de propagación.	40 m <sup>2</sup> .
Invernadero.	160 m <sup>2</sup> .
Umbráculo.	700 m <sup>2</sup> .
Maquinaria.	Tractor y desbrozadora.
Instalaciones.	Sistema de riego.

## Aportaciones Universidad Politécnica de Madrid:

## 1. Personal funcionario y contratado permanente:

– Doña María Valbuena Carabaña. Profesora Contratado Doctor. Departamento Sistemas y Recursos Naturales-UPM. Coordinadora 1 del Proyecto. Responsable de los temas relacionados con la Detección precoz de la resistencia, la caracterización del patógeno de la grafiosis y la construcción de un genoma de referencia.

– Don Juan Antonio Martín García. Profesor Titular de Universidad. Departamento Sistemas y Recursos Naturales-UPM. Coordinador 2 del proyecto. Responsable de los temas relacionados con el estudio de los endófitos en la resistencia a la grafiosis, la interacción genotipo × cepa, y la propagación de genotipos resistentes.

– Don Jesús Rodríguez Calcerrada. Profesor Contratado Doctor I3. Departamento Sistemas y Recursos Naturales-UPM. Responsable del estudio de la adaptación hidráulica de los clones resistentes a distintos ambientes. Participará además en la evaluación de parámetros fisiológicos de los olmos en distintas actividades (1, 4, 6).

– Doña Rosana López Rodríguez. Profesora Titular de Universidad. Departamento Sistemas y Recursos Naturales-UPM. Participará en los estudios relacionados con la evaluación de parámetros fisiológicos y bioquímicos de los olmos en distintas actividades (1, 4, 5, 6).

La estimación de la dedicación del personal de la UPM a lo largo de los cuatro años sería la siguiente:

Personal UPM	Días/año	Total cuatro años (días)
Doña María Valbuena Carabaña.	70	280
Don Juan A. Martín García.	70	280
Don Jesús Rodríguez Calcerrada.	45	180
Doña Rosana López Rodríguez.	35	140

## 2. Uso de laboratorios.

La utilización de los laboratorios necesarios para cumplir los objetivos previstos en el convenio, tanto el general como los relacionados con la producción de planta (todas las actividades excepto la 2, 3 y 5), el análisis molecular (actividades 2, 3, y 6), los estudios de fisiología (actividades 1, 4 y 6), o los de cultivo de hongos (actividades 1, 3, 4 y 6), serán los relacionados a continuación:

Laboratorio básico común y de propagación del material vegetal	
Cámara frigorífica.	Conservación de material a 4 °C.
Congelador -20 °C vertical Liebherr.	Conservación de material.
Congelador -80 °C Thermo Scientific (Forma 900 series).	Conservación de material.
Arcón congelador -80 °C (1).	Conservación de material.
Fitotrón.	Cultivo planta.
Cámaras de cultivo (4).	Cultivo de planta.
Germinadora.	Cultivo de planta in vitro.
Autoclave.	Esterilización de medios de cultivo.
Cabina de flujo laminar.	Trabajos en condiciones de esterilidad.
Invernadero.	Aclimatación y engorde de planta.
Análisis molecular	
Secuenciador Li-cor.	Análisis genético.
Termocicladores (2).	Amplificación de ADN.
Centrífuga.	Extracción de ADN.
Molinos de trituración.	Preparación del material vegetal para ADN.
Material diverso.	Análisis de ADN.
PCR tiempo real CFX 96 BioRad.	Multiplicación de ADN.
Geldoc XR BioRad.	analizador de imagen.
Nanodrop 1000 Thermo.	Cuantificación ac. nucleicos.
Experion BioRad.	Comprobación calidad ac. nucleicos.
Termociclador Applied Biosystems.	Multiplicación de ADN.
Termociclador veriti (con gradiente de temperatura) Applied Biosystems.	Multiplicación de ADN.
Microcentrifugas Genesys (3).	Preparación muestras.

Centrifuga refrigerada Heraeus.	Preparación muestras.
Cabina de bioseguridad PCR Biosan.	Estructura de trabajo en seguridad.
Work Station	Ordenador para manejo de secuencias, base de datos.
Estudios fisiológicos	
Cámara presión Schölander.	Medida del potencial hídrico.
Equipo IRGA Li-6400XT.	Medida de intercambio gaseoso.
Li-6400-02B Led red/blue light source.	Medida de intercambio gaseoso en hojas de frondosas.
Cámara Li-6400-09 Soil Chamber.	Medida de intercambio gaseoso en suelos y troncos.
Porómetro Decagon.	Medida de conductancia estomática.
XYL'EM embolism meter.	Medida de conductancia hidráulica.
HP-FM dynamax.	Medida de conductancia hidráulica a alta P.
Equipo TDR	Medida de humedad del suelo.
Estudios de microbiología	
Analizador de imagen.	Análisis y cuantificación de ADN.
Microscopios ópticos (2).	Microscopía y equipos fotográficos asociados.
Cámara de flujo laminar.	Aislamiento y manipulación de hongos.
Agitador orbital con control térmico.	Agitación medios de cultivo.
Cámara de cultivo de hongos.	Incubación de hongos aislados.

#### ANEJO IV

**Presupuesto de la Adenda modificativa tercera del Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio ambiente, competencia actual del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y la Universidad Politécnica de Madrid para la conservación de los olmos ibéricos**

#### *Presupuesto*

#### Aportaciones del primer periodo de ejecución (2017-2021)

	Anticipo 1. <sup>a</sup> - Euros	2018 2. <sup>a</sup> - Euros	2019 3. <sup>a</sup> - Euros	2020 4. <sup>a</sup> - Euros	2021 5. <sup>a</sup> - Euros	Totales - Euros
G) Gastos de gestión.						17.395,06
Comisiones aval bancario del anticipo.	0,00	580,31	295,65	0,00	0,00	
Canon UPM (20 % de la cantidad recibida como anticipo) *.	0,00	16.519,10	0,00	0,00	0,00	
P) Gastos de Personal (comunes a diversos objetivos) **.						490.919,58
Un contrato: objetivos 1, 2, 3, 4 (dedicación 15 %, 60 %, 15 %, 10 %).	20.403,63	3.861,40	34.035,66	33.499,40	33.696,55	
Un contrato: objetivos 1, 3, 5, 6 (dedicación 55 %, 25 %, 5 %, 15 %).	16.856,28	6.053,82	28.978,47	24.765,76	30.670,00	
Un contrato: objetivo 3 (dedicación 100 %).	6.879,60	0,00	5.316,68	19.339,50	0,00	

\* Nueva normativa UPM (22 de diciembre de 2017, cambia el canon del 20 % al 15 %).

\*\* Los gastos de personal (P) se presentan de forma común y no se contabilizan en los diversos objetivos (1-10).

\*\*\* Según las cláusulas del convenio, la cantidad aportada en 2017 como anticipo debía ser justificada en las siguientes anualidades.

\*\*\*\* Esta cantidad fue devuelta mediante liquidación al finalizar el primer periodo de ejecución.

	Anticipo 1. <sup>a</sup> - Euros	2018 2. <sup>a</sup> - Euros	2019 3. <sup>a</sup> - Euros	2020 4. <sup>a</sup> - Euros	2021 5. <sup>a</sup> - Euros	Totales - Euros
Un contrato: objetivos 4, 5, 6, 10 (dedicación 40 %, 10 %, 45 %, 5 %).	0,00	0,00	34.835,00	38.205,04	15.705,00	
Dos contratos: objetivos 7, 8, 9 (dedicación 17 %, 33 %, 50 %).	0,00	0,00	2.773,00	8.535,87	0,00	
Varios contratos: objetivos 1-3, 6, 10 (dedicación 15 %) y objetivos 4, 5, 7-9 (dedicación 5 %).	0,00	31.437,38	33.619,50	22.874,28	38.577,76	
1) Detección y propagación de ejemplares de <i>Ulmus minor</i> no afectados por la grafiosis.						29.615,24
Inventario y recogida de <i>Ulmus minor</i> .	14,99	1.207,04	5.841,82	2.408,13	0,00	
Material fungible y mantenimiento de equipos.	13.454,83	2.750,82	2.768,83	1.168,78	0,00	
Análisis molecular de <i>Ulmus minor</i> .	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2) Propagación de clones de <i>Ulmus sp</i> de interés.						10.925,60
Material fungible.	1.868,55	6.721,32	902,78	663,53	769,42	
3) Inventario, propagación, recogida de semillas y análisis molecular de <i>Ulmus laevis</i> .						11.283,75
Inventario y recogida de <i>Ulmus laevis</i> .	33,54	2.611,75	1.557,29	368,41	2.108,13	
Análisis molecular de <i>Ulmus laevis</i> .	0,00	0,00	1.556,63	0,00	3.048,00	
4) Detección precoz de la tolerancia a grafiosis en <i>Ulmus minor</i> .						41.730,78
Fluorímetro FMS2 de Pulso Modulado Portátil Hansatech.	15.964,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Material fungible para cultivo de plantas y mantenimiento de equipos.	5.257,11	0,00	0,00	0,00	0,00	
Material fungible para ensayos colorimétricos y químicos.	0,00	0,00	2.628,25	0,00	0,00	
Material fungible para actividades enzimáticas.	0,00	0,00	3.395,03	0,00	0,00	
Criomicrotomo.	0,00	0,00	14.486,39	0,00	0,00	
5) Desarrollo de nuevas herramientas para la estimación de la pureza de los olmos resistentes a la grafiosis.						10.500,00
Carreras de secuenciación masiva.	0,00	10.500,00	0,00	0,00	0,00	
6) Identificación y caracterización de genes implicados en la tolerancia a la grafiosis.						49.659,44
Análisis molecular de la expresión génica.	0,00	0,00	34.236,35	0,00	0,00	
Análisis de genes de resistencia por qPCR.	0,00	0,00	0,00	8.621,57	4.321,05	
Extracción y análisis de la calidad de ARN.	0,00	0,00	2.480,47	0,00	0,00	
7) Inducción de resistencia a grafiosis en <i>Ulmus minor</i> por daño mecánico.						95,00
Material fungible para la producción de planta.	0,00	0,00	0,00	95,00	0,00	
8) Efectos de la sequía en la resistencia a la grafiosis en <i>Ulmus minor</i> , <i>Ulmus laevis</i> y <i>Ulmus glabra</i> .						0,00
Análisis químicos de concentración de azúcares.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

\* Nueva normativa UPM (22 de diciembre de 2017, cambia el canon del 20 % al 15 %).

\*\* Los gastos de personal (P) se presentan de forma común y no se contabilizan en los diversos objetivos (1-10).

\*\*\* Según las cláusulas del convenio, la cantidad aportada en 2017 como anticipo debía ser justificada en las siguientes anualidades.

\*\*\*\* Esta cantidad fue devuelta mediante liquidación al finalizar el primer periodo de ejecución.

	Anticipo 1. <sup>a</sup> - Euros	2018 2. <sup>a</sup> - Euros	2019 3. <sup>a</sup> - Euros	2020 4. <sup>a</sup> - Euros	2021 5. <sup>a</sup> - Euros	Totales - Euros
9) Efectos de la sequía previa y posterior a la infección con <i>O. novo-ulmi</i> en la resistencia a la grafiosis en clones vulnerables y resistentes de <i>Ulmus minor</i> .						10.310,06
Sensores de distancia tipo LVDT modelo DF2.5 y portasensores.	0,00	0,00	6.256,99	0,00	0,00	
Material fungible y mantenimiento de equipos.	0,00	0,00	0,00	4.053,07	0,00	
Análisis químicos de concentración de azúcares.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10) Estudio de la implicación de los endófitos en la resistencia a <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> .						20.328,27
Extracción de ADN y análisis molecular.	642,39	357,60	1.395,17	0,00	0,00	
Equipo de endoterapia.	1.220,58	0,00	0,00	0,00	0,00	
Camara cultivo para microorganismos.	0,00	0,00	4.154,94	0,00	0,00	
Productos para microbiología.	0,00	0,00	894,50	1.500,00	1.544,84	
Análisis moleculares para identificación de microorganismos.	0,00	0,00	8.618,25	0,00	0,00	
Total gastos.	82.595,50	82.600,54	231.027,65	166.098,34	130.440,75	
Totales gastos acumulados.	82.595,50	165.196,04	396.223,69	562.322,03	692.762,78	
Totales justificados (conforme a las actas de la comisión de seguimiento).	0,00	165.193,37	231.027,65	166.098,34	130.440,75	
G) Canon UPM (15 % de las cantidades ingresadas) (conforme a las actas de la comisión de seguimiento).	0,00	14.576,09	40.769,59	29.311,47	23.018,96	
Totales justificados + canon UPM (conforme a las actas de la comisión de seguimiento) (a).	0,00	179.769,46	271.797,24	195.409,81	153.459,71	800.436,22
Totales previstos (según adenda 2. <sup>a</sup> ) (b).	82.595,50	97.173,96	271.797,24	195.409,81	181.677,73	828.654,24
Totales previstos acumulados (c).	82.595,50	179.769,46	451.566,70	646.976,51	828.654,24	
Cantidad sin justificar (d) = (c)-(a) para anualidad 2018; (b)-(a) para el resto ****.		0,00	0,00	0,00	28.218,02	28.218,02
Aportaciones MITECO ejecutadas (e) = (b) - (d).	82.595,50	97.173,96	271.797,24	195.409,81	153.459,71	800.436,22

\* Nueva normativa UPM (22 de diciembre de 2017, cambia el canon del 20 % al 15 %).

\*\* Los gastos de personal (P) se presentan de forma común y no se contabilizan en los diversos objetivos (1-10).

\*\*\* Según las cláusulas del convenio, la cantidad aportada en 2017 como anticipo debía ser justificada en las siguientes anualidades.

\*\*\*\* Esta cantidad fue devuelta mediante liquidación al finalizar el primer periodo de ejecución.

Reorganización presupuestaria de las aportaciones del segundo periodo de ejecución del convenio para la conservación de los olmos ibéricos (2022-2025)

	6.ª anualidad – Euros	7.ª anualidad – Euros	8.ª anualidad – Euros	9.ª anualidad – Euros	Total – Euros
P) Gastos de Personal (comunes a diversas Tareas) *.					671.669,99
Contrato producción y mantenimiento de planta: tareas 1, 4, 6 y 7.	21.558,87	32.315,00	32.980,00	40.825,00	
Contrato laboratorio bioquímica y genética: tareas 1, 2, 3, 5, 6.	7.555,34	26.150,00	32.980,00	40.850,00	
Contrato laboratorio bioquímica y genética: tareas 1, 2, 3, 6.	26.398,74	38.780,00	39.570,00	49.000,00	
Contrato bioinformática: tarea 2.	21.558,87	32.315,00	32.980,00	40.850,00	
Contrato patología forestal: tareas 1, 2, 3, 4, 6.	25.495,00	4.070,00		39.510,00	
Contratos de apoyo técnico y gestión: tareas 1-7.	5.163,17	8.565,00	47.500,00	24.700,00	
1) Detección precoz de la tolerancia a la grafiosis en <i>Ulmus minor</i> .					30.500,00
Espectrofotómetro UV-visible.	10.500,00				
Obtención de material para su propagación.		2.000,00	2.000,00		
Producción de planta.	733,53	2.250,00	2.250,00		
Ensayos biométricos y bioquímicos.	1.250,90	5.250,00	4.265,57		
2) Ampliación de recursos genéticos de <i>Ulmus minor</i> .					67.000,00
Secuenciación del genoma de referencia.	5.072,61	22.833,39			
Resecuenciación de clones de interés.	32.094,00		5.000,00		
Caracterización introgresión <i>U. pumila</i> .		1.000,00	1.000,00		
3) Caracterización del patógeno.					24.500,74
Cámara digital para microscopio y software.	2.750,60				
Obtención de cepas.	372,98	6.377,16	3.000,00		
Caracterización taxonómica y de virulencia.			6.000,00	6.000,00	
4) Interacción olmo × cepa en clones resistentes.					23.733,53
Equipo de medición de parámetros fisiológicos.			20.000,00		
Producción de planta.	733,53				
Seguimiento y evaluación.			1.000,00	2.000,00	
5) Adaptación hidráulica de los genotipos resistentes.					87.275,00
Equipo medición actividad fotosintética.			72.775,00		
Selección y evaluación de plantaciones.		5.000,00	2.500,00	2.500,00	
Evaluación de las características hidráulicas.		1.500,00	1.500,00	1.500,00	
6) Inoculación endófitos beneficiosos.					8.733,53
Producción e inoculación de planta.	733,53				
Seguimiento plantaciones.		1.500,00	1.500,00	5.000,00	

\* Los gastos de personal (P) se presentan de forma común y no se contabilizan en las diversas tareas (1-7). Las indemnizaciones fin de contrato están contabilizadas en la última anualidad.

\*\* Normativa UPM (22 de diciembre de 2017) canon del 15 % de la aportación.

\*\*\* Según las actas de la comisión de seguimiento.

	6.ª anualidad - Euros	7.ª anualidad - Euros	8.ª anualidad - Euros	9.ª anualidad - Euros	Total - Euros
7) Propagación de clones de <i>Ulmus sp</i> de interés.					9.000,00
Cultivo de plantas.			4.500,00	4.500,00	
Gastos comunes.					70.587,21
Reparaciones y mantenimiento de equipamiento.	1.587,21	15.000,00	15.000,00	10.000,00	
Apoyo técnico y divulgación del Programa del olmo.		3.000,00	20.000,00	6.000,00	
Total gastos.	163.558,88	207.905,55	348.300,57	273.235,00	993.000,00
No justificado del periodo anterior ***.	-100,05	0,00	0,00	0,00	-100,05
Total.	163.458,83	207.905,55	348.300,57	273.235,00	992.899,95
G) Canon UPM (15 % de las cantidades ingresadas) **.	28.845,68	36.689,21	61.464,81	48.217,94	175.217,64
Totales.	192.304,51	244.594,76	409.765,38	321.452,94	1.168.117,59

\* Los gastos de personal (P) se presentan de forma común y no se contabilizan en las diversas tareas (1-7). Las indemnizaciones fin de contrato están contabilizadas en la última anualidad.

\*\* Normativa UPM (22 de diciembre de 2017) canon del 15 % de la aportación.

\*\*\* Según las actas de la comisión de seguimiento.