



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

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

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Life Montado-Adapt: adaptación de la dehesa al cambio climático. Actuaciones en la dehesa “La Atalaya” (Cazalla de la Sierra, Sevilla)

GUZMÁN ÁLVAREZ, J.R.¹; VENEGAS TRONCOSO, J.²; BASTIDA, M.³; ALEXANDRE, C.⁴; PENEDOS, C.⁴; BAJOUCO, R.⁴; RIBEIRO, N.⁴; PINTO-GOMES, C.⁴; RAPOSO, M.⁴; RABAÇA, J.⁴; FREIXIAL, R.⁴; GODINHO, C.⁴; RIBEIRO, J.⁴; POEIRAS, A.⁴; NUNES, J.⁴; CAMILO-ALVES, C.⁴; CORREIA, M.⁴; MAYMONE, M.⁴; MACHADO, H.⁵; DE CASTRO SILVA, M.⁵; VIDEIRA E CASTRO, I.⁵; BERTOMEU, M.⁶; CABALLERO GÓMEZ, M.²; CASTAÑO TORRES, V.⁷; MARAVER GARCIA, J.⁷

¹ Dirección General del Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

² Agencia de Medio Ambiente y Agua, Junta de Andalucía.

³ Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM).

⁴ Universidad de Évora.

⁵ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV).

⁶ Universidad de Extremadura.

⁷ Delegación Territorial de Sevilla. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía.

Resumen

El proyecto Life Montado-Adapt tiene como objetivo principal atenuar las consecuencias del cambio climático en las dehesas y montados, mejorando su sostenibilidad desde el punto de vista económico, social y medioambiental. Formado por un consorcio de organizaciones, centros de investigación y propietarios de dehesas y montados de Portugal y España, el proyecto tiene como eje la implementación en campo de actuaciones que supongan una mayor adaptación de los previsibles cambios ecológicos y económicos. Como socio del proyecto, la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible ha diseñado y ejecutado un programa de actuaciones en la dehesa “La Atalaya”, monte de titularidad pública situado en el Parque Natural de la Sierra de Norte de Sevilla, cuyos resultados se presentan como ejemplo de los retos, dificultades y oportunidades que plantea el cambio climático en este tipo de sistemas agrosilvopastorales.

Palabras clave

Decaimiento, repoblación, regeneración natural, biodiversidad forestal, seca.

1. Introducción

La transformación que vienen registrando las dehesas y montados durante los últimos tiempos, tanto por el abandono de ciertas labores como por la intensificación de otras, unido a otros factores como el cambio climático o los procesos de decaimiento, están generando una creciente preocupación respecto a la sostenibilidad del sistema y a la viabilidad de las explotaciones.

El proyecto LIFE MONTADO-ADAPT (<https://www.lifemontoadapt.com/>) está coordinado por la Associação de Defesa do Património de Mértola (Portugal) y participan socios de Portugal y España. El partenariado incluye socios que realizan trabajo científico (Universidad de Évora, Universidad de Lisboa e Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária) y trabajo técnico (Universidad de Extremadura, União da Floresta Mediterrânea, Terradrone y FSG), junto con 10 socios propietarios y gestores de dehesas y montados en donde se implementan las acciones demostrativas del proyecto (**Figura 1**).



Figura 1. Localización de las áreas piloto (dehesas y montados demostrativos) del proyecto Life Montado-Adapt.

El objetivo del proyecto es atenuar las consecuencias del cambio climático en dehesas y montados, mejorando su sostenibilidad desde el punto de vista económico, social y medioambiental a través de actuaciones demostrativas que incorporen técnicas innovadoras para la adaptación y mejora de los servicios ecosistémicos y promoviendo la replicación de este modelo entre la población rural de Portugal y España que se desenvuelve en los paisajes de dehesas y montados.

Como principales impactos del cambio climático en las dehesas y montados se han identificado: aumento de la afección de la seca y de la mortalidad de los árboles (por factores como la mayor evapotranspiración, la disminución del contenido de agua en el suelo, la disminución del nivel freático y, por consecuencia, la disminución de los períodos de crecimiento vegetativo que afectan al vigor de los árboles, reducen la resistencia y reducen la resistencia a plagas y enfermedades, dificultan la regeneración natural y la producción de semilla); disminución de la productividad y de la calidad de los pastos (con menor biodiversidad florística, menor producción de semilla y acortamiento del ciclo de producción y pérdida de calidad); reducción de la producción animal (debida al mayor estrés térmico, cambios en la alimentación, reducción del tiempo de pastoreo y mayor incidencia de parásitos y enfermedades); disminución del agua disponible (por menor precipitación y reducción del número de días de lluvia, aminorando la infiltración, el almacenamiento y la alimentación de las capas freáticas); mayor degradación del suelo (por la reducción de la cobertura vegetal y la pérdida de materia orgánica que da lugar a una mayor compactación y mayor erosión hídrica y eólica). Todo ello se traduce en una pérdida progresiva de rentabilidad, al reducirse la productividad y aumentar la dependencia de insumos externos, a lo que se une fluctuaciones de los mercados y variabilidad de precios.

La Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía (anterior Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio) actúa como socio titular de dehesa, poniendo a disposición el monte público "La Atalaya" (Cazalla de la Sierra, Sevilla) para aplicar de forma piloto el Sistema Integrado de Gestión de la Dehesa (SIGD), diseñado en el marco del proyecto. El SIGD es un enfoque a nivel de explotación que permite planificar la gestión de los distintos elementos que componen la dehesa (arbolado, pastoreo, agua, suelo y rentabilidad) con el objetivo de adaptar este sistema a las limitaciones derivadas del cambio climático, asegurando al mismo tiempo la rentabilidad de las explotaciones y aumentando su papel en términos sociales. El SIGD se adapta a las características de cada explotación y a las opciones de cada propietario o gestor.

Los principios en que se fundamenta el SIGD son los siguientes:

- Diversificación de la producción vegetal con utilización de diferentes cultivos y variedades que exploten distintos estratos de ocupación del suelo, optando por aquellas más resistentes a las condiciones climáticas adversas.
- Mantener la explotación silvo-agro-pastoral y promover cultivos de ciclo corto en articulación con cultivos de ciclo medio, largo y muy largo.
- Conservación o restauración del suelo y del agua, mejorando la fertilidad y la estructura del suelo, así como la calidad y la cantidad de agua disponible.
- Salvaguardar y mejorar las funciones de la biodiversidad de la dehesa, restaurando la diversidad y la complejidad estructural del sistema.
- Garantizar la viabilidad económica de las explotaciones mediante la reducción de los costes y el aumento de los ingresos a través de la diversificación de los productos y servicios de la dehesa.

Las etapas en la formulación del SIGD en el ámbito del Life Montado Adapt han sido las siguientes:

- 1.- Definir las características y limitaciones específicas de la finca y su manejo.
- 2.- Capacitar a los propietarios en temas relevantes para la definición e implementación de SIGD.
- 3.- Conocer la finca a través de diversos estudios que permitieron profundizar en el estado actual de la dehesa, tales como modelos climáticos, análisis de suelo, análisis de presencia de *Phytophthora sp.*, biodiversidad y otros. Estos estudios fueron realizados por los socios de índole científica del proyecto.
- 4.- Definir las metas y objetivos de la finca como guías para el camino de adaptación a seguir.
- 5.- Definir las estrategias de adaptación: económicas (conservando los productos y servicios o aumentando la gama de estos), sociales y ambientales y los sitios en donde se implantarán.
- 6.- Definir las especies a utilizar, teniendo en cuenta su disponibilidad en el mercado y su adaptabilidad a los escenarios climáticos esperados.
- 7.- Identificar las medidas de adaptación que se utilizarán en la aplicación de las estrategias de adaptación sobre el terreno.
- 8.- Planificar la implementación, es decir, el modelo de plantación y los materiales a adquirir, y presupuestar y proyectar las actuaciones.
- 9.- Ejecución de las actuaciones.
- 10.- Monitoreo y seguimiento.

La Dehesa “La Atalaya” (Cazalla de la Sierra)

La Atalaya es un monte público perteneciente a la Junta de Andalucía (código SE-10500-JA). Pertenece al término municipal de Cazalla de la Sierra (Sevilla) y está enclavado en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla y en la Reserva de la Biosfera “Dehesas de Sierra Morena” (**Figura 2**). Tiene una superficie de 680,7 ha, divididas en dos sectores separados por un camino: El Escobalón (107,7 ha), al norte, y La Atalaya propiamente dicha (573,07 ha).

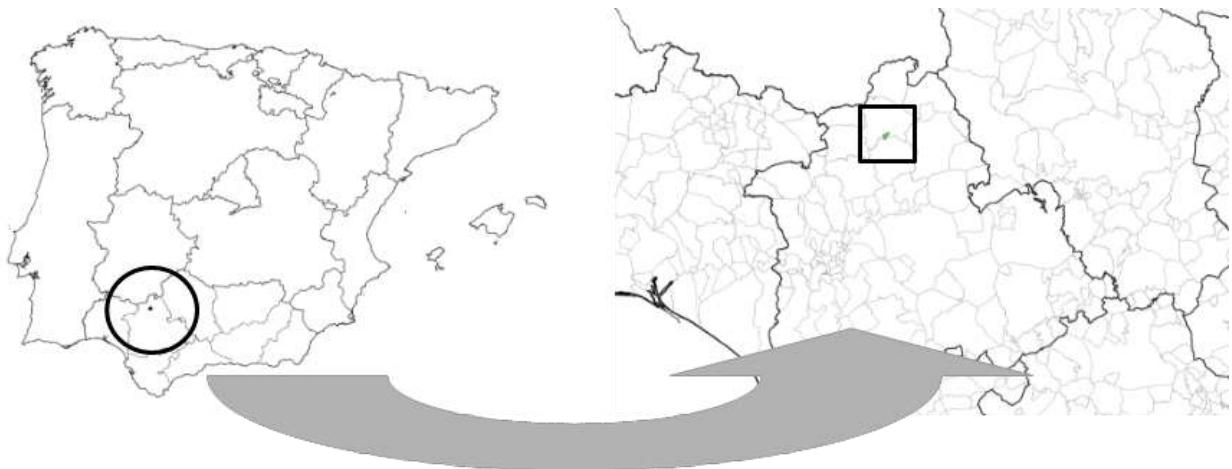


Figura 2. Localización de la dehesa “La Atalaya” (Cazalla de la Sierra, Sevilla).

La finca está delimitada por el arroyo del Tamujar, tributario del río Viar, que coincide con su lindero oeste y noroeste, el cual recoge otros arroyos del sistema secundario de drenaje de la finca. Esta red hidrográfica cuenta con tres embalses: el pantano de La Atalaya (19,5 ha de vaso), al oeste, y dos pantanetas, La Herradura (1,6 ha) y Fuente la Zarza (1,3 ha), al sur de la propiedad.

El relieve de la dehesa es de suave a acolinado, presentando lomas, vaguadas y cerros aislados con espacios puntuales de pendiente moderada (el 69% de la finca tiene pendientes inferiores al 15%), sobre todo en su sector septentrional. La máxima altitud es de 557 m (Cerro de La Atalaya) y la cota inferior es de 420 m (Figura 3). La orientación principal es solana (71,25% del terreno). Los datos de la estación meteorológica de El Pedroso (a 415 m y 8 km de la finca) muestran una temperatura media anual de 17,7°C (invernal de 11,3°C, primaveral de 19,3°C, estival de 25,7°C y otoñal de 14,5°C), un valor máximo de temperaturas de 41,9°C, un mínimo de -1,3°C, 20 días de heladas y unas precipitaciones medias de 751 mm. El roquedo comprende tanto materiales de tipo metamórfico (pizarras, grauvacas, arcosas y areniscas) como volcánico (granodioritas, granito biotítico y material volcánico).

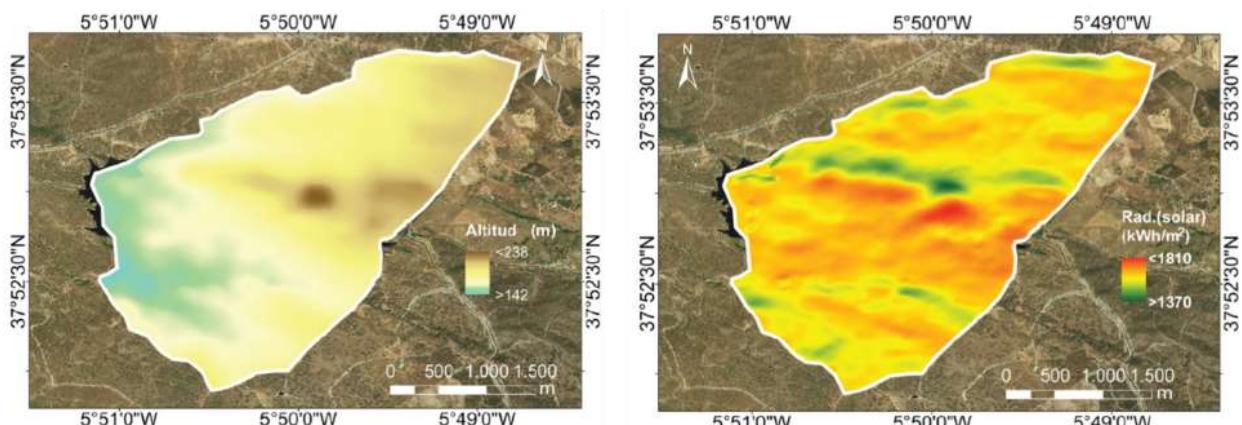


Figura 3. Representación gráfica de la altitud y la insolación (radiancia) en la dehesa “La Atalaya” (Cazalla de la Sierra, Sevilla).

La vegetación principal de la finca es la formación adehesada, con predominancia de encinas en el sector norte y alcornoque en el sur, aunque presentando una masa mixta en buena parte de la superficie. Presenta zonas de matorral (*Cistus salviifolius*, *Cistus crispus*, *Cytisus scoparius*, *Cytisus striatus*) que son objeto de manejo periódico mediante desbroce. En la mayor parte de la finca la densidad de arbolado se sitúa entre 40 y 65 pies/ha, con una fracción de cabida cubierta (porcentaje

de copa de formación adehesada) de entre el 40 y el 60%. Existen, no obstante, rodales con mayor cobertura y densidad, y espacios desarbolados, especialmente una extensa área de 44,5 ha en la parte central de la finca con relieve de llano a suavemente colinado y que fue objeto de cultivo agrícola durante buena parte de la segunda mitad del siglo XX. El arbolado presenta diferentes clases de edad, con una proporción alta de pies maduros con diámetro a la altura del pecho superior a 130 cm.

La fauna y flora cuenta con especies de gran interés. En un muestreo (*testing*) de biodiversidad realizado el 22/4/2017 (Life Biodehesa, 2017) se inventariaron 247 especies vegetales, 8 especies de anfibios (tritón pigmeo, tritón ibérico, gallipato, ranita meridional, sapillo pintojo ibérico, sapo de espuelas, rana común y sapo corredor), 3 de reptiles, 45 de aves (entre ellas el torcecuellos ibérico, trepador azul, golondrina daúrica, cigüeña negra, culebrera europea, águila calzada, águila imperial, buitre leonado y buitre negro) y 6 de mamíferos (entre ellas la nutria). La Atalaya está dentro del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación del águila imperial ibérica, del Plan de Recuperación y Conservación de aves necrófagas y del Plan de Recuperación y Conservación del lince ibérico.

De titularidad de la Junta de Andalucía, desde el año 2016 es gestionada por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía (AMAYA) siguiendo las líneas directrices del Plan de Gestión Integral (PGI) de montes públicos de la Sierra Norte, aprobado y coordinado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Este modelo tiene como finalidad implantar una gestión con especial incidencia en la economía local, generando alternativas sostenibles e incidiendo en la reinversión de los beneficios económicos de los aprovechamientos, combinado con la mejora del medio natural y las infraestructuras que le dan soporte.

La dehesa carece de proyecto de ordenación. El aprovechamiento ganadero se realiza mediante la venta de los pastos a través de un proceso de licitación pública. Se ofrecen dos lotes de montanera y pastos, agrupados en sendos códigos de explotación. Las cabezas totales son 1.250 ovejas (que pastan desde el 1 de noviembre hasta el 31 de mayo) y 620 cerdos (de 1 de noviembre a 28 de febrero). La gestión cinegética se ejecuta en base al Plan Técnico de Caza y su programa anual, realizándose anualmente una montería y la caza de la paloma. El corcho es aprovechado a través de un procedimiento de licitación pública. Previamente se realizan los trabajos de ruedos y veredas, junto con los de mantenimiento de la red de infraestructuras contra incendios. Recientemente se ha adoptado la decisión de alargar el turno a 10 años para mejorar la calidad del corcho y cuidar de la salud del arbolado. El próximo descorche se prevé para el año 2023.

Unas notas sobre el manejo histórico de la dehesa

“La Atalaya” fue adquirida en 1985 por la Junta de Andalucía a través del Instituto Andaluz de Reforma Agraria (escritura pública de 28/8/1985) en desarrollo de la Ley 8/1984.

Desconocemos la historia de la finca durante el siglo XIX. Posiblemente fuera objeto del proceso desamortizador de los bienes comunales y concejiles que tuvo lugar en la segunda mitad de ese siglo. La fecha de construcción de dos grandes pilares abrevaderos junto a nacimientos de la finca (1898) y la existencia de pozos, cercas de piedra y restos de construcciones que pueden identificarse como antiguas majadas o recintos en donde los pastores guardaban y custodiaban al ganado, manifiestan una utilización de la dehesa orientada a la ganadería extensiva rotacional en las primeras décadas del siglo XX.

Hacia la segunda o tercera década del siglo XX la dehesa fue adquirida por Epifanio Sánchez Pastor y Sánchez Grande, banquero y empresario cuya familia procedía de Almadén. La madre, Carolina Sánchez Grande, se instaló en Bélmez tras haber fallecido su esposo en 1894 (ANÓNIMO, 1894). En esa localidad del norte de Córdoba, fundó o participó en diversas actividades empresariales y bancarias junto con sus hijos, Epifanio, Andrés y Gregorio, (como muestra representativa, intervinieron en la suscripción de acciones de la Compañía Telefónica Nacional de España y fueron corresponsables del Banco Urquijo, del Banco Hispano Americano y del Banco Español de Crédito y vocales de diversas aseguradoras, con actividad, al menos, entre 1922 y 1935, en SUGOL, 2011). Entre estas empresas destaca un molino para la obtención de harinas, actividad

que los hermanos Epifanio y Andrés ampliaron a Peñaflor (Sevilla), en la ribera del Guadalquivir, tras adquirir en 1919 la fábrica de harinas de esta localidad (MARTÍN y CARRASCO, 2019). Durante los años posteriores, Epifanio Sánchez Pastor se convertiría en un prohombre de la sociedad cordobesa, siendo alcalde de Bélmez en 1930 (Diario La Voz de Córdoba, 7/10/1930) y posteriormente sevillana (con propiedades en la sierra Norte, pero también en la campiña, como el cortijo de Juanito Borrero, en Arahal, vendido para la instalación de la Academia de pilotos de aviación, germen de la Base Aérea de Morón, en Diario El Correo, 28/1/2018). De esos años (década de 1930) debe datar el cortijo de “La Atalaya”, su construcción más emblemática, una residencia estacional de recreo emplazada en la cúspide de una colina con excelente panorámica. Formado por una vivienda pintoresca y emblemática con un oratorio adosado y rematado por una sencilla espadaña desde el punto de vista estilístico “guarda concomitancias con la arquitectura ingenieril de estaciones de ferrocarril y confederaciones hidrográficas de principios del siglo XX, de tintes un tanto historicistas con abundantes piezas de soportes, ventanales y rejas metálicas” (PABÓN et al., 2009). Junto al cortijo se localiza un conjunto de edificaciones (casillas para los trabajadores de la dehesa, cobertizo y cuadras) que cronológicamente deben situarse en una fecha similar al cortijo, además de una zahúrda con bóveda de cañón situada en el centro de la finca, a 700 m al sur de las construcciones principales. La presencia de rodales de alcornoques de edad homogénea y buena conformación productiva pone de manifiesto el interés que tuvo la propiedad en promover la producción corchera. Todos estos datos apuntan a que la propiedad de La Atalaya tuvo una orientación ganadera y corchera durante la parte central del siglo XX, además de ser considerada como finca de recreo y centro de relación, sacando provecho de la belleza del paisaje y de la abundancia de potenciales piezas de caza.

Tenemos constancia de que durante el segundo tercio del siglo XX la dehesa La Atalaya tuvo una vocación innovadora. Fue equipada con equipos mecánicos y motorizados de forma pionera en la comarca (así, por ejemplo, a nombre de Epifanio Sánchez Pastor y Sánchez-Grande se hizo una solicitud en 1967 para implantar un molino de piensos, en BOE n.º 16, 19/1/1967). Las actividades llevadas a cabo en la finca (ganadería, desbroces y otras) daban trabajo al menos a cuarenta persona durante los años sesenta (STUDER, 2018).

A mediados de los años sesenta la finca fue orientada hacia la ganadería de lidia, tras haber adquirido Andrés Sánchez Pastor junto con Pío Alcón en 1966 el hierro Guadalest. El primero quedó como único propietario de la ganadería en 1977 hasta su venta en 1986 a Luis y Antonio Domecq (Guadalest, <https://www.las-ventas.info/ganaderia/94>, consultado 22/10/2021).

Tras su adquisición, el IARA elaboró un Plan de Mejora (Orden de 1 de octubre de 1986, BOJA n.º 96), realizando un conjunto de construcciones y mejoras como naves ganaderas, almacenes, ampliación de los embalses e instalación de un sistema de riego por impulsión desde el embalse principal. Durante esos años se volcaron los esfuerzos para convertirla en una finca de referencia que, además, generara mano de obra para ayudar a mitigar el problema del paro en la comarca. Se planteó crear un centro de referencia de la raza porcina ibérica y se realizó una plantación de frutos rojos, regada con un sistema de pivot. Una importante porción de la finca fue dedicada al cultivo de praderas sembradas, con un sistema de ensilado para aprovechar mejor el recurso.

de nuevo a cargo de la Junta de Andalucía (2013). Durante esa etapa la dehesa estaba orientada a la instalación de un Centro de Selección del Cerdo Ibérico (Resolución del Consejero de Economía y Hacienda de fecha 16/10/1990). El convenio partía del reconocimiento de la finca “La Atalaya” como un exponente demostrativo de lo que debe ser la explotación integral de las dehesas teniendo en cuenta la conservación y desarrollo del medio natural y explotando nuevas fuentes de ingresos complementarios como pueden ser el turismo rural que sean fuentes de ingresos que ayuden a mejorar el nivel y la calidad de vida del medio rural. Establecía como cabaña ganadera de la dehesa un objetivo de cien vacas de vientre de alguna raza en peligro de extinción, cinco sementales y los machos y hembras de reposición necesarias; y un núcleo de cría de raza ibérica y/o cruzada en un número que no podría ser superior a 200 madres. Los aprovechamientos forestales de leñas de encina y alcornoques serían realizados con arreglo a las especificaciones habituales. Entre las actuaciones a desarrollar se deberían mantener limpia de matorral todas las áreas en donde fuera técnicamente posible y se destinaría al menos el 30% de la finca a pastos mejorados mediante la

implantación de pratenses, abonados fosfóricos de mantenimiento y adecuado manejo del ganado. Durante estos años se realizó una repoblación con encinas y alcornoques en base al Reglamento 2080/1992 en la zona desarbolada próxima al embalse principal de la parte central de la finca (aproximadamente en 50 ha, con un marco de 4 x 5,5 m).

Tras unos años de gestión directa por parte de la Delegación Territorial de Medio Ambiente, pasó a formar parte de los montes incluidos en el Programa de Gestión Integrada para los montes públicos de la Sierra Norte de Sevilla (Resolución de la Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos de 30/9/2016).

2. Objetivos

- Presentar los resultados de la aplicación de la metodología Sistema Integrado de Gestión de la Dehesa en la dehesa “La Atalaya”.
- Presentar las actuaciones de adaptación demostrativas de adaptación al cambio climático llevadas a cabo en la dehesa en el marco del proyecto Life MONTADO-ADAPT.

3. Metodología

3.1.- Estudios para profundizar en el conocimiento de la dehesa

Fueron llevados a cabo por los equipos científicos del proyecto (Universidad de Évora, Universidad de Lisboa e INIAV) durante el periodo 2017-2019. Se estableció una parcela permanente para el seguimiento durante la vida del proyecto de variables relacionadas con la pervivencia a largo plazo de la dehesa. La parcela tiene una superficie de 3,83 ha y fue elegida de forma aleatoria. El rodal de estudio se situó en las coordenadas UTM 250.450, 4.196.850, huso 30. Es un roda mixto con predominancia de la encina (60,1%) y alcornoque, de edad madura, diámetro a la altura del pecho medio 134,19 cm y con cubierta arbórea uniformemente densa.

Las principales metodologías seguidas fueron las siguientes (véase en detalle los resultados en www.lifemontadoadapt.com)

a.- Escenarios climáticos

Los escenarios climáticos se elaboraron a partir de la metodología del IPCC (5º Informe, 2014), presentando los resultados para dos RCPs (*Representative Concentration Pathways*) o trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero utilizadas para la modelización climática: RCP 4.5, trayectoria intermedia de estabilización en la cual el forzamiento radiactivo para 2100 es de 4,5 W/m² y RCP 8.5, trayectoria máxima, de 8,5 W/m². La evolución modelada para las temperaturas y las precipitaciones se basan en el periodo de referencia de 1961 a 1990. Se realizaron simulaciones a partir de 17 modelos CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project; para más detalles, CARVALHO, 2017).

b.- Análisis del suelo, biomasa y biodiversidad

Se hicieron muestreos del suelo los días 21/2/2018 y 1/7/2021 para su caracterización básica (roquedo, topografía, textura, contenido en carbono orgánico, densidad aparente, pH, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación de bases, fósforo y potasio extraíbles, entre otros) y monitoreo de algunas variables de carácter más dinámico (biomasa de hojarasca, agregados del suelo y conductividad hidráulica en el horizonte superficial (0 a 5 cm), carbono orgánico y reserva de carbono hasta 30 cm).

La biodiversidad fue evaluada a partir de la riqueza y abundancia relativa de especies de aves en transectos realizados los días 9/5/2018, 16/7/2018, 18/10/2018 y 12/6/2021. El muestreo de invertebrados se realizó mediante trampas con glicol etilénico e inventarios florísticos.

c.- Estudio de la vegetación

Se inventariaron y midieron las variables de todos los árboles contenidos en la parcela de muestreo (n=190). La cuantificación de la biomasa, carbono y CO₂ (t/ha) en los árboles y pasto se realizó los días 21/2/2018, 9/5/2018 y 1/6/2021. Para la determinación de las especies de vegetación del pasto se tomó un área de muestreo de 100 m².

d.- Análisis de la presencia de *Phytophthora* sp.

Se tomaron muestras de arbolado con distintos estados de defoliación (mayo 2018). Cada muestra de suelo estuvo compuesta por 4 submuestras del horizonte superficial, al Norte, Este, Sur y Oeste bajo el árbol, a unos 1-2 metros desde el tronco. Para el análisis de laboratorio se utilizó el método de la “hoja cebo” con aislamiento del cultivo y la identificación de especies en base a métodos morfológicos y moleculares.

e.- Análisis de la población natural de *Rhizobium*

Se estimó por el método de número más probable (MPB) de infección de plantas con inóculo de suelo utilizando *Trifolium subterraneum* como hospedante.

3.2.- Definición de las estrategias y medidas de actuación. Elaboración y ejecución del proyecto de actuaciones demostrativas

El SIGD de La Atalaya se llevó a cabo entre 2017 y 2018, la redacción del proyecto durante 2019 y la implementación de las actuaciones en el terreno entre diciembre 2019 y junio 2020.

4. Resultados

4.1.- Diagnóstico de la dehesa La Atalaya a partir de los estudios para profundizar en su conocimiento

En la Figura 4 se muestran las principales variables derivadas de los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Como resumen de estos escenarios, cabe destacar que las previsiones bajo el escenario RCP 8,5 sitúan la temperatura media anual en 20,3 °C y la temperatura media máxima en agosto en 40,5° C, con una precipitación anual de 478 mm y una reducción del número de días con precipitación > 1 mm (124), lo que podría provocar que las encinas y alcornoques no reúnan las condiciones precisas para vegetar (BRAVO y MONTERO, 2008).

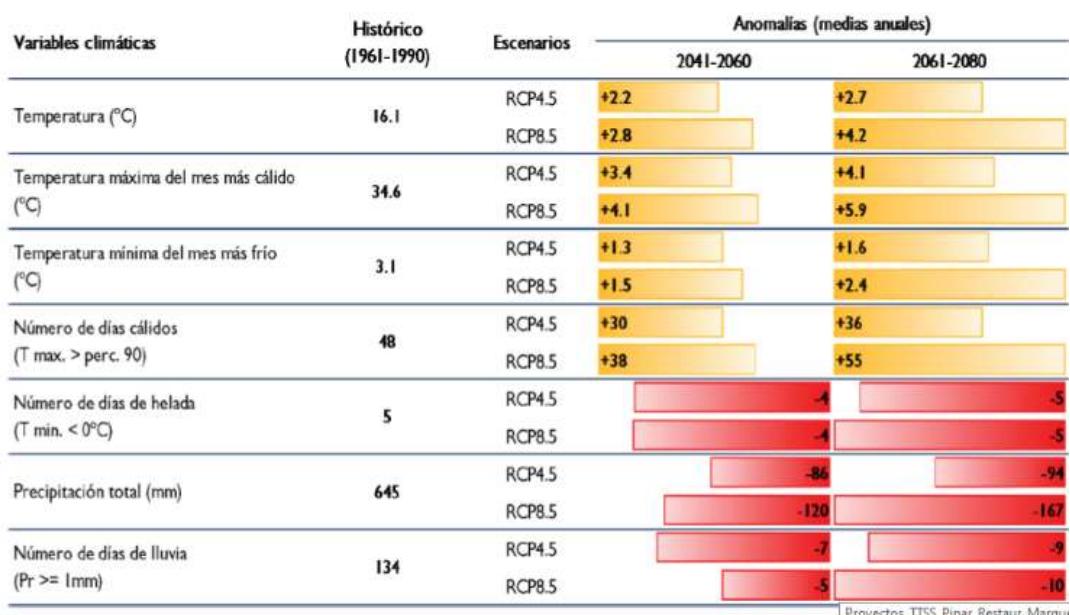


Figura 4. Principales variables de la aplicación de los escenarios de cambio climática RCP 4,5 y RCP 8,5 en la dehesa “La Atalaya” y comparación con los valores históricos (1961-2000).

El análisis de las condiciones edáficas de la finca La Atalaya muestra que ésta presenta una gran heterogeneidad en las condiciones de sitio (suelo y pendiente). La zona cuenta con una topografía variable con zonas llanas en vaguadas y en la vega del arroyo Tamujar, y otras zonas de relieve ondulado con pendientes que van de leves a moderadas y fuertes. Predominan los suelos de franco a franco-arenoso y franco arcilloso, de tres tipos: cambisol eútricos (con un porcentaje de saturación de bases superior al 50%, al menos entre los 20 y 50 cm), regosoles eútricos (poco desarrollados, condicionados por la topografía y formados a partir de materiales no consolidados, ricos en bases, con porcentaje de saturación superior al 50%) , leptosoles líticos (poco desarrollados, limitados por la presencia de una roca dura subsuperficial).

La parcela de muestreo corresponde a un emplazamiento sobre una colina con pendientes de inclinadas a empinadas. Hay un gran contraste en las propiedades del suelo entre la localización bajo copa y fuera de copa El contenido de carbono orgánico es relativamente alto, especialmente bajo la copa de los árboles. La densidad del suelo es creciente en profundidad, con manifestación de compactación de moderada a fuerte en el horizonte de 15 a 30 cm. El suelo es moderadamente ácido con capacidad de intercambio catiónico media, que disminuye con la profundidad (de forma paralela a la reducción de materia orgánica). Niveles medios de fósforo extraíble y muy altos de potasio y hierro.

En el estudio de biodiversidad se inventariaron 21 especies, de las cuales solo 1 pertenecía al grupo de las forestales especialistas y 8 al de forestales generalistas; el resto eran especies propias de medios agrícolas o de ecosistemas. La buena densidad de arbolado contribuye a que aparezcan especies forestales.

La biodiversidad de la vegetación es baja, con dos especies arbóreas (encina y alcornoque) y una composición del pastizal que denota condiciones de nitrificación, con un número muy reducido de plantas de calidad forrajera. Como especie muy abundante (cobertura entre el 25 y el 50% de la superficie de la parcela de muestreo) se registró *Leontodon taraxacoides*; abundante (entre el 5-25%): *Avena barnata*, *Vulpia bromoides*, *Trifolium* sp., *Raphanus raphanistrum*; relativamente abundantes (entre el 1-5%): *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Spergula arvensis*, *Stipa capensis*, *Gynandriris sisyrinchium*, *Cnicus benedictus*, *Eryngium campestre*, *Carduus tenuiflorus*, *Ornitopus compressus*, *Lamarckia aurea*, *Scolymus hispanicus*, *Bromus sterilis*, *Bromus hordeaceus*, *Hedypnois cretica*, *Dactylis lusitanica*, *Cynodon dactylon*, *Vicia disperma*, *Ornithogalum umbellatum*; presentes (menos del 1%): *Urginea maritima*, *Urtica membranacea*, *Asphodelus* sp., *Senecio vulgaris*, *Sisymbrium officinale*, *Salvia verbenaca*, *Geranium rotundifolium*, *Stellaria media*, *Muscari comosum*, *Paronychia argentea*, *Rumex angiocarpus*, *Erodium cicutarium*, *Petrorhagia manteuii*, *Salvia argentea*, *Carline corymbosa*, *Hypocharis glabra*, *Anagallis arvensis*, *Plantago lagopus*, *Medicago polymorpha*, *Echium plantagineum*, *Silene galica*, *Anthemis coluta*, *Lavatera cretica*, *Calendula arvensis* y *Diplotaxis catholica*.

Si bien la densidad arbórea del rodal es alta, la edad del arbolado es elevada, con la amenaza del riesgo de muerte de ejemplares. Urge, por ello, mejorar el éxito de la regeneración natural. La regeneración del arbolado se caracterizó como muy baja, con una práctica ausencia de plántulas bajo las copas.

En la parcela de muestreo, debido a su inclinación, se consignó un gran riesgo de erosión, asignando un índice de vulnerabilidad general alto.

No se detectaron especies de *Phytophthora* en las muestras analizadas en laboratorio.

En cuanto a la evaluación de *Rhizobium*, se detectaron $1,47 \times 10^3$ y $2,3 \times 10^3$ *Rhizobium/g* de suelo, un valor considerado como medio: sin embargo, puede que no sea suficiente para una nodulación efectiva de las leguminosas anuales como *Trifolium* sp.

La biomasa de la parcela de muestreo (**Tabla 1**) presenta valores muy superiores al valor de referencia para este tipo de dehesa gracias a la buena densidad del rodal, al tamaño promedio de los árboles y al buen tamaño y vitalidad de la mayor parte de los ejemplares. La biomasa de pastos se encuentra por encima del límite inferior de los valores de referencia.

Especie	Biomasa (t/ha)	Carbono (t/ha)	CO ₂ capturado (t/ha)
<i>Quercus ilex</i>	29,33	14,66	53,77
<i>Quercus suber</i>	30,26	15,13	55,48
Total Quercus (n=193)	59,59	29,80	109,25
Pasto	3,78	1,70	6,23
TOTAL	63,37	31,5	115,48

Tabla 1. Valores de biomasa, carbono y CO₂ en la parcela de muestreo (3,83 ha) en la dehesa "La Atalaya".

Se ha medido la reserva de carbono en el suelo a partir de dos componentes: la hojarasca, con 18,7 t/ha y el horizonte edáfico entre 0 y 30 cm, con 90,1 t/ha. Estos datos suponen que la reserva de carbono en el suelo es prácticamente el triple que el contenido en la biomasa.

En cuanto a la gestión micoselvícola, se valoró que la gestión actual de la finca es correcta y solo se recomiendan algunas mejoras para la producción de setas.

Integrando los resultados del análisis y evaluación, se extrajo el siguiente **diagnóstico sintético** del estado de la dehesa: presenta claras señales de degradación a pesar de la buena salud de los árboles en general y de la densidad del rodal estudiado, lo que indica la necesidad de promover la regeneración natural y de reducir la presión sobre los suelos.

Como **recomendaciones** para establecer medidas de gestión que pongan el énfasis en la adaptación climática, se propusieron:

- Incrementar el pasto con especies leguminosas y palatables. Implantar pastos permanentes basados en leguminosas anuales, que deben inocularse con bacterias del tipo *Rhizobium* con una alta capacidad de fijación de nitrógeno.
- Rejuvenecer la dehesa para evitar la erosión, mejorando la regeneración natural.
- Mantener algunos arbustos y árboles adultos como refugio para las micorrizas (reservando al menos el 1% del área sin intervención), mejorar la cobertura permanente del suelo y mantener madera de poda y corta en montones para aumentar los microhabitats de hongos saprofitos.

4.2.- Diseño y ejecución de actuaciones demostrativas de adaptación

A partir del diagnóstico realizado en el proyecto, del conocimiento de la finca y del presupuesto disponible, se propusieron una serie de actuaciones demostrativas basadas en los siguientes elementos claves como estrategia de adaptación (**Tabla 2**):

- 1.- Arbolado: asegurar la regeneración del arbolado.
- 2.- Ganado: Aumentar y mejorar la cantidad y calidad del alimento aportado por la propia explotación.
- 3.- Agua: Mejorar la eficiencia en la conservación y uso del agua.
- 4.- Suelo: Reducir la erosión y compactación e incrementar la materia orgánica y fertilidad del suelo.
- 5.- Biodiversidad: Mejorar la aptitud de la dehesa como hábitat de especies de fauna y flora.
- 6.- Rentabilidad: Mantener y aumentar la rentabilidad.

Medida de adaptación	Actuación	Mitigación y adaptación
Mejorar la producción de pastos	Siembra de pradera polifítica (12 ha en tres parcelas). Doble pase de grada de disco ligera, rulo, superfosfato 200 kg/ha, 35 kg/ha de semilla de varias especies	Secuestro de carbono; reducción de la vulnerabilidad de la explotación: protección del suelo; mayor disponibilidad de pastos para el ganado; alimento ganadero de calidad
Conservar y	Parcela con manejo según línea clave (3)	Secuestro de carbono; aumento de la

mejorar el uso del agua	ha). Diseño en gabinete sobre planimetría. Labor con arado vertical (50 cm de profundidad y separación de surcos 50 cm)	capacidad de infiltración del agua; mejora de la producción de pastos
Reducir la erosión	Hidrotecnias demostrativas para evitar cárcavas. Instalación de 19 elementos (fajinas y albarreadas) en cabecera de cárcava y zonas de desagüe de ladera	Conservación del suelo; reducción de la erosión; mejora de la capacidad de infiltración
Conservar el arbolado	Parcela demostrativa (7,21 ha, 140 plantas) Diferentes combinaciones de protección con finalidad comparativa (malla cinegética 17x30 y 10x15 cm, malla electrosoldada con mallazo 15 x 15 cm, malla arbusto espinoso; postes de madera, perfiles metálicos y varillas acero corrugado; 1,3 m y 2 m de altura)	Conservación del arbolado; aumento de la resiliencia de la dehesa; secuestro de carbono; reducción de la erosión; mejora de la biodiversidad
Evitar desequilibrios de plagas	Cajas nido para aves y murciélagos (8 cajas anideras para paseriformes y 6 cajas para paseiformes, murciélagos e himenópteros)	Reducción de la vulnerabilidad del arbolado; mejora de la resiliencia de la dehesa; mejora de la biodiversidad; menor probabilidad de desequilibrios biológicos
Aumentar la biodiversidad de insectos	Cajas de anidación de insectos (8)	Reducción de la vulnerabilidad del arbolado; mejora de la resiliencia de la dehesa; mejora de la biodiversidad
Diversificar la producción	Plantación demostrativa de especies aromáticas (9.100 plantas de diversas especies en 0,35 ha; separación entre plantas 30 cm; entre líneas, 50 cm)	Secuestro de carbono; mejora de la resiliencia de la dehesa; aumento de la oferta de productos; mejora para los polinizadores; mejora de biodiversidad
Aumentar la biodiversidad vegetal	Plantación en setos: en márgenes de ribera (800 plantas); alrededor lámina de emblasas (1.000 plantas); en cerramientos (1.270 plantas, 340 m)	Secuestro de carbono; reducción de la erosión; reducir la exposición del suelo; mejora para la biodiversidad

Tabla 2. Actuaciones demostrativas de adaptación en la dehesa "La Atalaya".

Con estas propuestas de actuaciones se elaboraron los proyectos "Manejo integrado de la dehesa en el monte La Atalaya (Cazalla de la Sierra, Sevilla). Actuaciones para la diversificación económica" y "Manejo integrado de la dehesa en el monte La Atalaya (Cazalla de la Sierra, Sevilla). Actuaciones con función de ecoservicios y medioambiental", que fueron ejecutados entre diciembre de 2019 y junio de 2020.

5. Discusión

La dehesa y el montado están muy expuestos a las consecuencias del cambio climático por lo que es preciso plantear y ejecutar durante el periodo de transición en el que nos encontramos actuaciones que permitan la adaptación de estos sistemas (FERNÁNDEZ-MANJARRÉS et al., 2018) que, además, puedan suponer aportaciones para su mitigación (LEÓN et al., 2011). El cambio climático se traducirá, entre otros efectos, en una rentabilidad de las explotaciones cada vez más comprometida (IGLESIAS et al., 2016) y en un aumento de las presiones ambientales a las que están sometidas las dehesas y los montados (PLIENINGER et al., 2021). Cada vez se dispone de información más contrastada sobre los efectos del cambio climático en el régimen de precipitaciones y su relación con los agrosistemas (MIRANDA et al., 2011), en las comunidades ecológicas mediterráneas (SARDANS y PEÑUELAS, 2013) o sobre la ganadería extensiva, base del

mantenimiento de estos agroecosistemas y soporte económico del territorio de la dehesa y el montado (HERRERA, 2020).

Una de las principales fortalezas del sistema montado / dehesa es su diversidad, que se refleja en varias dimensiones (hábitats, aprovechamiento de recursos, sistemas de gestión), con la que se consigue reducir los riesgos y amortiguar el impacto de eventos perturbadores. Sin embargo, los cambios de diversa índole que se están acumulando durante las últimas décadas (ambientales, económicos, sociales y culturales) están comprometiendo su futuro. Posiblemente la mayor amenaza sea la falta de relevo del arbolado: al envejecimiento de encinas y alcornoques se le ha sumado la incidencia cada vez más extendida de la “seca”, en particular la podredumbre radical producida por *Phytophthora cinnamomi*. Desde el punto de vista económico, se acusa una creciente pérdida de rentabilidad, cada vez más tensionada por el desequilibrio entre la evolución del precio de los insumos y de la mano de obra y el precio de venta de los productos de la dehesa (HERRERA, 2020).

Como se ha expuesto, la situación actual de la dehesa “La Atalaya” es heredera de su gestión histórica. Orientada principalmente a la producción ganadera extensiva y a la obtención de corcho desde finales del siglo XIX, la dehesa se adaptó a diferentes circunstancias socioeconómicas y a las distintas visiones de los sucesivos propietarios que la han manejado. Emplazada en un entorno físico comparativamente fértil en el conjunto de Sierra Morena (debido a la importante presencia de suelos relativamente profundos desarrollados sobre materiales volcánicos), su arbolado ha mantenido unos valores de densidad y cobertura óptimos. Sin embargo, la evolución de la dehesa “La Atalaya” se está alejando de la trayectoria marcada hasta el momento y han irrumpido factores de cambio ambientales con una intensidad en su manifestación desconocida hasta la fecha.

Como se pone de manifiesto en el conjunto de España, el régimen temporal y la cantidad de la precipitación está cambiando (ESTEBAN-PARRA et al., 1998). Las temperaturas están mostrando un ascenso ostensible durante las dos primeras décadas del siglo XXI y la ausencia de regeneración de las encinas y alcornoques están suponiendo una inflexión en el estado de la dehesa y su capacidad de aportar productos y servicios.

Las predicciones climáticas son especialmente preocupantes para el sistema Montado/Dehesa, lo que acentúa la necesidad de comprender el alcance de los cambios previstos, de anticipar sus efectos y de buscar formas de adaptación. La respuesta del Life Montado-Adapt ha sido desarrollar el Sistema de Gestión Integrado de la Dehesa (SIGD), que abarca un conjunto de estrategias de adaptación basadas en los tres pilares de la sostenibilidad: ambiental, social y económica. Si el clima ha cambiado, el sistema debería también cambiar. Bajo esta premisa, el proyecto Life Montado Adapt establece como prioridad la adaptación a las condiciones climáticas actuales y futuras y sus consecuencias. En su vertiente de planificación, el SIGD ofrece una aproximación conceptual actualizada que puede ser implementada en instrumentos de ordenación y planificación forestal aplicados a la dehesa (SAN MIGUEL, 1994; MONTES et al, 2007). En este sentido, la aplicación de modo piloto en 12 dehesas y montados de España y Portugal permite disponer de un elenco de situaciones y soluciones aportadas que pueden servir de inspiración para otras explotaciones.

Durante el transcurso del proyecto se puso en evidencia un aspecto fundamental: el margen de libertad para idear y llevar a cabo propuestas de adaptación está limitado no solo por los condicionantes del medio físico, sino por consideraciones ligadas a los conceptos administrativos que se aplican en las dehesas y montados, sistemas de base territorial forestal que tanto en España como en Portugal están sujetos a normativa de protección y conservación (MUÑOZ et al., 2021). La aplicación de esta regulación obliga a que los cambios propuestos no comprometan los atributos que definen estos sistemas agroforestales (como la especie o especies principales, cobertura de copa, mantenimiento de una estructura tipo parque), cuestión que en ocasiones resulta controvertida debido a la existencia de diferentes percepciones que se traducen en una multiplicidad de definiciones de dehesa y montado (GUZMÁN y GUIMARAES, 2021).

El diagnóstico obtenido a raíz de los estudios y trabajos del Life Montado Adapt en la dehesa “La Atalaya” identifica como principal amenaza la falta de regeneración del arbolado. La ausencia del patógeno *Phytophthora* sp. ofrece una oportunidad para emprender acciones activas de renovación

(mediante plantación) combinadas con la protección de la regeneración natural, que debería ser fomentada mediante la protección de las nuevas plantas y un adecuado manejo ganadero. También se ha subrayado la necesidad de mejorar la composición del pastizal, tanto por sus efectos sobre la productividad ganadera como para mejorar la protección del suelo.

En relación con el manejo del suelo, es importante llamar la atención sobre la dimensión relativa de la reserva de carbono en el suelo (aproximadamente tres veces la biomasa aérea). Mantener o, si es posible, aumentar esta reserva (en primera instancia a través de la materia orgánica) es una clara medida de adaptación y mitigación frente al cambio climático que contribuye a aportar resistencia y resiliencia al sistema a través de la mejora de la fertilidad edáfica. Como la cantidad de carbono en el suelo es más alta bajo las copas, aumentar la densidad del arbollado es una medida que favorece el aumento de carbono, no sólo en la biomasa, sino también en el suelo.

Los principales retos identificados (regenerar el ecosistema de la dehesa; mejorar los recursos forrajeros para el ganado; diversificar la producción de la finca; mantener la humedad del suelo y evitar la erosión; aumentar la población de polinizadores) han sido acometidos a través de un conjunto de actuaciones de adaptación. Estas actuaciones se han proyectado con ánimo demostrativo, de modo que la experiencia de “La Atalaya” sirva como espacio de aprendizaje retomando su vocación pasada de finca de referencia.

Las actuaciones fueron ejecutadas durante diciembre de 2019 y los primeros meses de 2020. Este periodo de tiempo coincidió con dos circunstancias determinantes. Por un lado, el otoño-invierno de 2019 fue seco y caluroso, sin presentarse precipitaciones con entidad hasta la última semana de diciembre. La siembra de leguminosas aprovechó estas lluvias, aunque fueron excesivamente tardías (tercera semana de diciembre). El desarrollo de la pradera fue, no obstante, favorable durante la primavera. Sin embargo, la crisis del coronavirus impidió realizar un seguimiento adecuado del estado de la pradera, así como de las plantaciones realizadas. Como consecuencia, las labores de mantenimiento (entrada del ganado, escardas, primeros riegos) se retrasaron hasta el mes de junio, siendo muy afectadas las plantaciones por la intensa evapotranspiración de mayo y junio.

En cualquier caso, el aprendizaje ha sido fructífero, disponiendo de un campo de experiencias de posibles medidas de adaptación, que junto con las realizadas en las otras 11 dehesas y montados del Life Montado Adapt conforman un catálogo de posibilidades de actuación atractivo y realista.

6. Conclusiones

Como consecuencia del cambio climático, las dehesas y montados están experimentando una variación en sus condiciones de contexto ambiental que está modificando las pautas y cadencias de la trayectoria histórica de evolución de estos sistemas agrosilvopastorales. Ante esta circunstancia, es preciso establecer estrategias de adaptación que permitan mantener su sostenibilidad ecológica, económica y social. El proyecto Life Montado Adapt ha diseñado y puesto en marcha una metodología (Sistema Integrado de Gestión de la Dehesa) y un conjunto de campos de experimentación y ensayo (12 dehesas y montados demostrativos) para emprender actuaciones de adaptación, bajo el monitoreo y la supervisión de equipos de trabajo técnicos y científicos. Estas actuaciones constituyen un elenco de ejemplos que pueden ser replicados o servir de inspiración para otras propiedades.

7. Bibliografía

ANÓNIMO. 1894. Esquela informando del fallecimiento de Epifanio Sánchez Pastor, 20 de noviembre de 1894. En: <https://www.todocoleccion.net/documentos-antiguos/ciudad-real-1894-esquela-mortuoria-viuda-epifanio-sanchez-pastor-doca-x51503696>, consultado el 22/10/2021

BRAVO, A.; MONTERO, G.; 2008. Descripción de los caracteres culturales de las principales especies forestales de España. En: SERRADA, R.; MONTERO, M.; REQUE, J. (Eds.). Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA. Madrid.

CARVALHO, S.; 2017. Ficha informativa L11. La Atalaya. Life Monado-Adapt.

ESTEBAN-PARRA, M. J.; RODRIGO, F. S.; CASTRO-DÍEZ, Y.; 1009. Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992. International Journal of Climatology, 18: 1557-1574.

FERNÁNDEZ-MANJARRÉS, J. F.; RUIZ-BENITO, P.; ZAVALA, M. A.; CAMARERO, J. J.; PULIDO, F.; PROENÇA, V.; NAVARRO, L.; SANSILVESTRI, R.; GRANDA, E.; MARQUÉS, L.; TEMUNOVIC, M.; BERTELSMEIER, C.; DROBINSKI, P.; ROTURIER, S.; BENITO-GARZÓN, M.; GARCÍA DE CORTÁZAR-ATAURI, I.; SIMON, L.; DUPAS, S.; LEVREL, H.; SAUTIER, M; 2018. Forest adaptarion to climate change along steep ecological gradients: the case of the Mediterranean-Temperate transition in Southe-Western Europe. Sustainability, 10: <https://doi.org/10.3390/su10093065>

GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.; GUIMARAES, M. H.; 2021. The spatial, temporal and social construction of the concept of silvopastoral systems. The case of montado and dehesa. En: PINTO-CORREIA, T.; GUIMARAES, M. H.; MORENO, G.; ACOSTA-NARANJO, R. (eds.): Governance for Mediterranean silvopastoral systems. Lessons from Iberian dehesas and montados. Páginas 127-141. Routledge. London.

HERRERA, P. M. (ed.); 2020 Livestock Farming and Climate Change: An In-Depth Approach. Fundación Entretantos and Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo – Life Live-Adapt. http://www.ganaderiaextensiva.org/wp-content/uploads/2020/04/Eng_CuadernoEntretantos6_GanaderiyCC.pdf

IGLESIAS, E.; BÁEZ, K.; DÍAZ-AMBRONA, C. H.; 2016. Assessing drought risk in Mediterranean dehesa grazing lands. Agricultural Systems, 149: 65-74 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.017>

LEÓN BEROICAL, F.; MATEOS RODRÍGUEZ, B.; PÉREZ DÍAZ, A.; 2011. Aportación de las dehesas a la mitigación del cambio climático. En: GOZÁLVEZ PÉREZ, V.; MARCO MOLINA, J. A. (eds.) Energía y territorio: dinámicas y procesos: comunicaciones. Páginas 191-202. Universidad de Alicante - Asociación de Geógrafos Españoles. Madrid.

LIFE BIODEHESA. 2017. Testing de Biodiversidad. 22/4/2017. http://www.uco.es/investigacion/proyectos/biodehesa/wp-content/uploads/Informe_Testing_biodiversidad_LifebD.pdf

MARTÍN PRADAS, A.; CARRASCO GÓMEZ, I.; 2019. La fábrica de harinas, electricidad y tejidos de yute de Peñaflor (1906-1924). Cuadernos de los Amigos de los Muses de Osuna, 21: 51-58

MIRANDA, J. D.; ARMAS, C.; PADILLA, F. M. ; PUGNAIRE, F. I.; 2011. Climatic change and rainfall patterns: Effects on semi-arid plant communities of the Iberian Southeast. Journal of Arid Environments, 75: 1302-1309.

MONTES PITA, F.; SAN MIGUEL, A.; RUBIO SÁNCHEZ, A. 2007. La ordenación de masas irregulares aplicada a montes adehesados. En: Actas de la Reunión sobre Sistemas Silvopastorales, Sociedad Española de Ciencias Forestales. Plasencia.

MORENO G.; PULIDO, F.J.; 2009. The Functioning, Management and Persistence of Dehesas. En: RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; McADAM, J.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. (eds.) Agroforestry in Europe. Advances in Agroforestry, vol 6. Páginas 127-160. Springer. Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8272-6_7

MUÑOZ-ROJAS, J.; GUZMÁN ÁLVAREZ, J. R.; LOUPA-RAMOS, I.; 2021, The complexity of public policies in Iberian montados and dehesas. En: PINTO-CORREIA, T.; GUIMARAES, M. H.; MORENO, G.; ACOSTA-NARANJO, R. (eds.): Governance for Mediterranean silvopastoral systems. Lessons from Iberian dehesas and montados. Páginas 169-188. Routledge. London.

PAVÓN TORREJÓN, G.; QUILES GARCÍA, F.; OLMEDO DE GRANADOS, F.; TEJIDO JIMÉNEZ, F. J.; SÁNCHEZ ROMERO, J. C.; 2009. Cortijos, haciendas y lagares. Arquitectura de las grandes explotaciones agrarias en Andalucía. Provincia de Sevilla. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía. Sevilla.

PLIENINGER, T., L.; FLINZBERGER, M.; HETMAN, I.; HORSTMANNSHOFF, M.; REINHARD-KOLEMPAS, E.; TOPP, G.; MORENO, G.; HUNTSINGER, L.; 2021. Dehesas as high nature value farming systems: a social-ecological synthesis of drivers, pressures, state, impacts, and responses. *Ecology and Society*, 26:23 <https://doi.org/10.5751/ES-12647-260323>

SAN MIGUEL, A.; 1994. La ordenación de los sistemas adehesados. En: MADRIGAL, A.: Ordenación de montes arbolados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

SARDANS, J.; PEÑUELAS, J.; 2013. Plant-soil interactions in Mediterranean forest and shrublands: impacts of climatic change. *Plant Soil*, 365: 1-33 <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1591-6>

SUGOI. 2011. Aportes para una Historia de la Banca de Andalucía, 1780-1936. Bélmez. https://bancaandalucia.blogspot.com/2011_10_12_archive.html (consultado el 22/10/2021).

STUDER VILLAZÁN, L. 2018. La cuestión agraria en Andalucía: un estudio de las comarcas sevillanas de la Sierra Norte y la Vega del Guadalquivir (1960-1986). Tesis Doctoral, Facultad de Humanidades, Universidad de La Laguna, Tenerife.