

# *Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático: Encuentros entre la ciencia y la técnica*



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Gobierno  
de Navarra



Nafarroako  
Gobernua



CEBAS-CSIC



Generalitat  
de Catalunya



Centre de la Propietat  
Forestal



GOBIERNO  
DE ARAGON

idæa



IPE  
INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGIA  
CSIC



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA



CEAM  
FUNDACIÓN  
CENTRO DE ESTUDIOS  
AMBIENTALES DEL  
MEDITERRANEO



Universidad de  
Castilla-La Mancha

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



## *Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático: Encuentros entre la ciencia y la técnica*

---

**Fecha:** 19-21 de octubre de 2022

**Lugar de la reunión y participantes:**

- **19 de octubre:** salida de campo (abierta). Información ampliada a final del programa
- **20 de octubre:** Día de ponencias invitadas (abierta)  
Sala de Grados de la Escuela Técnica de Ingenieros Agrónomos y Biociencias (ETSIAB), Planta 1ª del edificio “Los Olivos” (número 10 del plano siguiente) del Campus de Arrosadia de la Universidad Pública de Navarra en Pamplona (UPNA) (<https://www.unavarra.es/conocerlauniversidad/campus/campus-de-arrosadia>).
- **21 de octubre:** Sesiones internas miembros de la Red  
Sala de reuniones contigua a la Sala de Grados de la Escuela Técnica de Ingenieros Agrónomos y Biociencias (ETSIAB), Planta 1ª del edificio “Los Olivos” (número 10 del plano siguiente) del Campus de Arrosadia de la Universidad Pública de Navarra en Pamplona (UPNA).

## **Programa**

### **Día 1: Salida de campo a la Sierra de Leyre**

Con el fin de conocer sobre la gestión forestal en varias zonas y compartir información científica, contaremos con personal del Gobierno de Navarra:

- Mikel Repáraz. Jefe de Negociado de Prevención de Incendios
- Rubén Artazkotz. Técnico de la Sección de Gestión de la Comarca Pirenaica
- Javier Leoz. Guarda de Medio Ambiente

### **Mañana**

- 09:30 Salida desde aparcamiento Agrónomos de la UPNA:  
**42° 47' 53.4" N 1° 38' 01.2" W**
- 09:30-10:05 Transporte hasta la Foz de Arbayún. Interpretación botánica del paisaje (Javier Peralta\_UPNA).
- 10:05-10:15 **Parada 1:** mirador de la Foz de Arbayún. Interpretación (Javier Peralta\_UPNA). Foto de grupo
- 10:15-10:35 Transporte con vistas e interpretación del paisaje desde el mirador de la Foz de Arbaiun hasta Aspurz (Javier Peralta\_UPNA)
- 10:35-10:50 Caminata hasta parcelas
- 10:50-11:50 **Parada 2:** Investigación forestal y gestión en parcelas experimentales de Aspurz (Juan Blanco\_UPNA, Bosco Imbert\_UPNA, Rubén Artazkotz\_Gobierno de Navarra, Mikel Repáraz\_Gobierno de Navarra)
- 11:50-12:05 Caminata hasta el microbús

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

---

- 12:05-12:40 Aspurz-cima del Arangoti
- 12:40-13:10 **Parada 3:** Vistas y explicaciones desde la cima del Arangoti (embalse de Yesa, fuego de Leyre, ecotono región Mediterránea y región Eurosiberiana, otros). UPNA y Gobierno de Navarra
- 13:10-14:10 Cima del Arangoiti-monasterio de Leyre
- 14:10-14:30 Tiempo libre
- 14:30- 15:45 Comida

### **Tarde**

- 16:00-16:15 Transporte desde el Monasterio de Leyre hasta la zona quemada en la Sierra de Leyre
- 16:15-17:00 **Parada 4:** Gestión del fuego en Leyre (Mikel Repáraz\_Gobierno de Navarra, Ruben Artazkotz\_Gobierno de Navarra)
- **Parada 5** (Masas de *Quercus faginea* y *Quercus humilis* con claras,) y Parada 6 (Masa de *Pinus halepensis* con clara fuerte) (Javier Leoz\_Gobierno de Navarra, Mikel Repáraz\_Gobierno de Navarra, Rubén Artazkotz\_Gobierno de Navarra) se harán o no en función del tiempo disponible

**Llegada a la UPNA:** entre 18:30 y 19:00

### **Previsión meteorológica de la AEMET (consulta 14/10/2022)**

Norte Sierra de Leire (Navascués, altitud 644 m)

Probabilidad de precipitación: 25%

Tª min y max: 9/22

Velocidad y dirección del viento (km/h): 20 (sudeste)

Sur Sierra de Leyre (Yesa, altitud 490 m)

Probabilidad de precipitación: 40%

Tª min y max: 14/30

Velocidad y dirección del viento (km/h): 20 (sur)

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

**Día 2: Sesión internacional**

HORA	TÍTULO	PONENTE
9:00-9:15	Inauguración del evento	<b>Fco. Javier Arregui</b> , Vicerrector de Investigación UPNA <b>Ramo Barrena</b> , Directora Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y Biociencias, UPNA <b>Antonio del Campo</b> . Coord. SilvAdapt.net, Universidad Politécnica de Valencia
9:15-9:55	Resistencia, Resiliencia y Regeneración de los encinares del Sistema Ibérico en el contexto presente de Cambio Global	<b>Mariano Moreno</b> , Universidad de Barcelona
9:55- 10:35	Cuantificación y optimización de la gestión forestal sostenible y multiobjetivo en la Comunidad Valenciana: LIFE RESILIENT FORESTS	<b>Javier Pérez Romero</b> , Universidad Politécnica de Valencia
10:35-10:55	<b>Receso Café</b>	
10:55-11:35	LIFE ADAPT-ALEPPO. Adaptive management of Mediterranean <i>Pinus halepensis</i> forests in the face of climate change	<b>Santi Martín</b> , Agresta
11:35-12:15	Gestionando los sistemas forestales de Andalucía en un contexto de cambio: la adaptación de un legado sometido a múltiples tensiones	<b>Ramón Guzmán</b> , Junta de Andalucía
12:15-12:55	PROYECTO LIFE-IP NAdapta-CC - Estrategia integrada para la adaptación al cambio climático en Navarra	<b>Joël Dozzi</b> , GAN-NIK <b>Irantzu Primicia Álvarez</b> , Gobierno de Navarra
12:55-13:35	Gestión forestal privada frente al CC, un contexto incierto	<b>Eduardo Montero</b> , Asociación de propietarios forestales de Navarra (FORESNA)
13:35-15:00	<b>Receso Comida</b>	
15:00-15:40	Selvicultura y Cambio Climático. Retos e Iniciativas en la Región de Murcia	<b>Juan Faustino Martínez Fernández</b> , Patrimonio Natural y Cambio Climático, Gobierno de Murcia
15:40-16:20	Enhancing resilience of forests through adaptive forest management	<b>Marcus Lindner</b> , European Forest Institute (EFI)
16:20-17:00	<b>Receso Café</b>	
17:00-17:40	Managing for Uncertainty through Adaptive Silviculture for Climate Change	<b>Linda Nagel</b> , Utah State University
17:40-18:20	Mitigación del riesgo de erosión después de incendio en Galicia	<b>Cristina Fernández</b> , Centro de Investigación Forestal de Lourizán
18:20-19:00	Gestión forestal multifuncional en Catalunya: nuevos enfoques	<b>Teresa Cervera</b> , Generalitat de Catalunya

### **Día 3 mañana: Mesa redonda miembros de la Red**

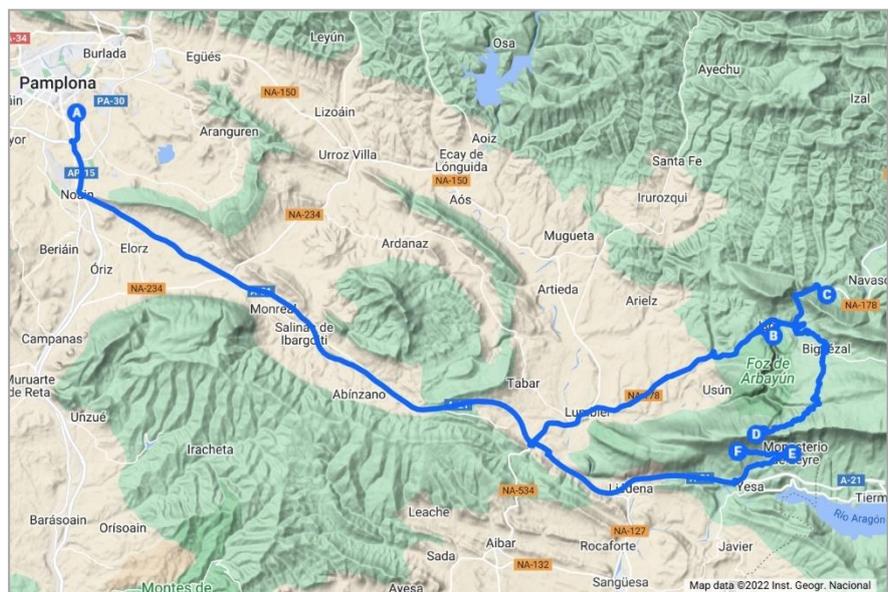
Horario: 9:00-13:30h, 13:30-15 h comida en restaurante en UPNA

- Repaso objetivos Red e ítems asociados
- Cuestiones internas de funcionamiento: estado presupuesto, nueva página web, nueva memoria presentada, etc.)
- Pasos siguientes: ítems a cubrir hasta cierre de proyecto, nuevos miembros, proyecto coordinado año que viene

### **Información ampliada salida de campo**

Recorrido desde Pamplona (A) a la Sierra de Leyre

- A** Salida
- B** Mirador Foz de Arbayún
- C** Aspuz
- D** Arangoiti, Sierra de Leyre
- E** Monasterio de Leyre
- F** Zona incendio



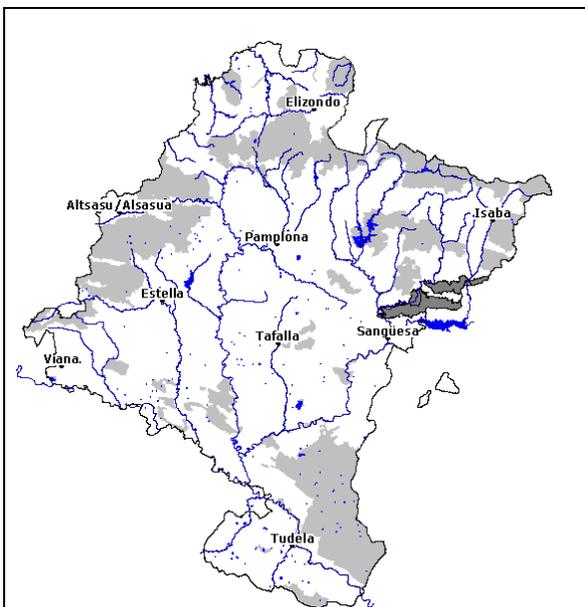
Paradas en la Sierra de Leyre (B-G)

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

- A** Salida
- B** Mirador Foz de Arbayún
- C** Aspuz
- D** Arangoiti, Sierra de Leyre
- E** Monasterio de Leyre
- F** Zona incendio

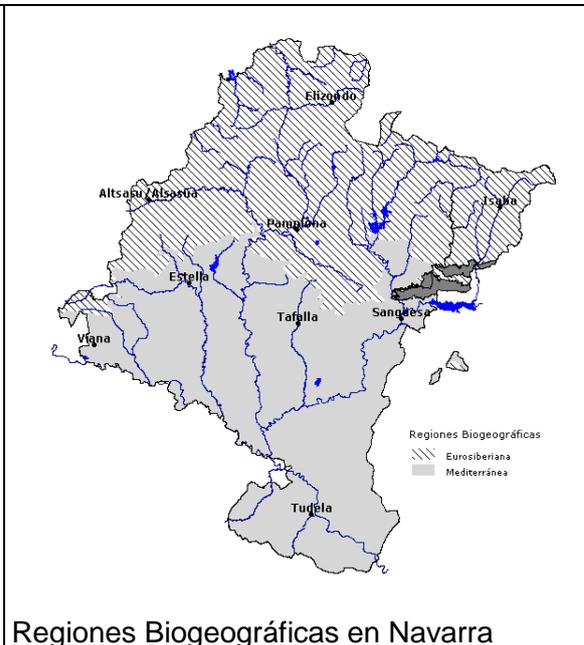


La Sierra de Leyre es un islote entre el Pirineo y el Valle del Ebro, como se observa en su vegetación y usos del suelo, muy distintos de los del territorio circundante. Existe una fuerte disimetría entre la solana (P media anual: 700 L/año) y la umbría (P>1000 L/año), por el contraste climático que produce su alineación E-O en sus dos vertientes.



Red Natura 2000. Resaltados las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) de la Sierra de Leyre y Foz de Arbayún (6.390 ha) y de la Sierra de Illón y Foz de Burgui (3.640 ha)

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*



En el sur hay viñedos, olivares y almendros, mientras que al norte quedan hayedos y pinares de pino rojo. El río Irati atraviesa la Sierra en su parte O por la foz de Lumbier, al N el río Salazar excava la foz de Arbayún entre Bigüézal e Iso, y al E el río Esca la foz de Sigüés. Al S quedan el río Aragón y el embalse de Yesa, en la actualidad en fase de ampliación.

Los materiales geológicos dominantes son areniscas y calizas; emergen de las margas grises de la Cuenca de Aoiz-Lumbier y el Canal de Berdún, cubiertas parcialmente por terrazas fluviales, glaciares y derrubios de ladera. Las areniscas dan lugar a suelos arenosos con pH ácido donde prospera la vegetación acidófila, rara en el Prepirineo.

La sierra es una encrucijada de distintos territorios biogeográficos: su cresta traza el

límite entre la región Mediterránea, con sequía estival acusada, representada por carrascales (*Quercus rotundifolia*) y coscojas (*Q. coccifera*), y la región Eurosiberiana, con veranos más lluviosos y donde viven robles pelosos (*Quercus pubescens*), marojos (*Q. pyrenaica*) y hayas (*Fagus sylvatica*). La influencia cantábrica la marcan especies como la otavera (*Genista hispanica* subsp. *occidentalis*), la pirenaica los robles pelosos (*Q. pubescens*) y la ibérico-levantina la mata espinosa *Erinacea anthyllis*.

### La vegetación

En el transecto fitotopográfico se muestra la distribución de los principales tipos de vegetación en la Sierra y a continuación se comentan algunos de ellos.

En la solana domina la vegetación medi-terránea, representada por los **carrascales** [Hábitat de Interés Comunitario 9340] y **coscojares** [5210, si en ellos abundan enebros]. La carrasca (*Quercus rotundifolia*) y la coscoja (*Q. coccifera*) son especies perennifolias, con hojas esclerófilas cubiertas de pelos o ceras, adaptadas al clima mediterráneo. En las foces en los carrascales viven arbustos termófilos como el durillo (*Viburnum tinus*) y el madroño (*Arbutus unedo*), comunes en los encinares costeros. Conviven con **tomillares y aliagares submediterráneos** [4090] donde abundan tomillos (*Thymus vulgaris*), aliagas (*Genista scorpius*), espliegos (*Lavandula latifolia*) y el lastón *Brachypodium retusum*. Hacia el N este tipo de vegetación se enrarece y desaparece en la vertiente atlántica del Pirineo.

## Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático: Encuentros entre la ciencia y la técnica

Los **robleales pelosos** de *Quercus pubescens* y *Q. subpyrenaica* representan la vegetación submediterránea; ocupan los suelos más profundos de los glaciares y las partes altas de la solana. *Q. subpyrenaica* es un taxón de origen híbrido entre *Q. pubescens* y el quejigo (*Q. faginea*) frecuente en todo el Prepirineo; es precisamente en el Prepirineo donde contactan los bosques sudeuropeos de roble peloso con los **quejigales** [9240] ibéricos. Estos robleales ocupan los lugares donde la humedad no es suficiente para que prospere el haya y ceden ante los carrascales cuando la sequedad es más acusada. En la subida al puerto de Iso, desde Domeño, se puede observar el mosaico de robles, que dominan en depresiones y vaguadas, y carrascales localizadas en los terrenos más abruptos.

En la umbría de la Sierra se refugian los hayedos, bosques exigentes en humedad, debido a que la insolación es menor y a que en esas laderas quedan retenidos los frentes nubosos que vienen del norte. Los **hayedos** [9120] que viven sobre areniscas presentan una flora acidófila con especies como los arándanos (*Vaccinium myrtillus*), acebos (*Ilex aquifolium*) o la gramínea *Deschampsia flexuosa*. Junto a ellos aparecen bosquetes de abedul (*Betula pendula*) y de álamo temblón (*Populus tremula*), que ocupan antiguos claros. Las hayas que viven en las calizas de la sierra suelen presentar un porte menos esbelto, por la menor disponibilidad hídrica, y son acompañadas por abundante boj (*Buxus sempervirens*), orquídeas nemorales y otras especies comunes en los robleales de *Quercus pubescens*.

Los **marojales** [9230] son uno de los tipos de bosque más originales de Leyre, aunque son muy escasos. Están dominados por el marojo o ametza (*Quercus pyrenaica*), que a pesar de su denominación científica es una rareza en el Pirineo, solo presente en Leyre y las sierras vecinas de Illón y Orba. Estos bosques ibero-atlánticos son frecuentes en el occidente peninsular, sobre suelos silíceos y, al igual que los brezales de la sierra, son semejantes a los del Sistema Ibérico, al otro lado del Ebro. Los **brezales** [4020, 4030] también son un tipo de vegetación acidófila, en el que las especies dominantes son la brechina (*Calluna vulgaris*) y otros brezos como la ilarra o biércol (*Erica vagans*) y *E. cinerea*, a los que acompañan en algunos puntos las leguminosas *Genista anglica* y *G. pilosa*.

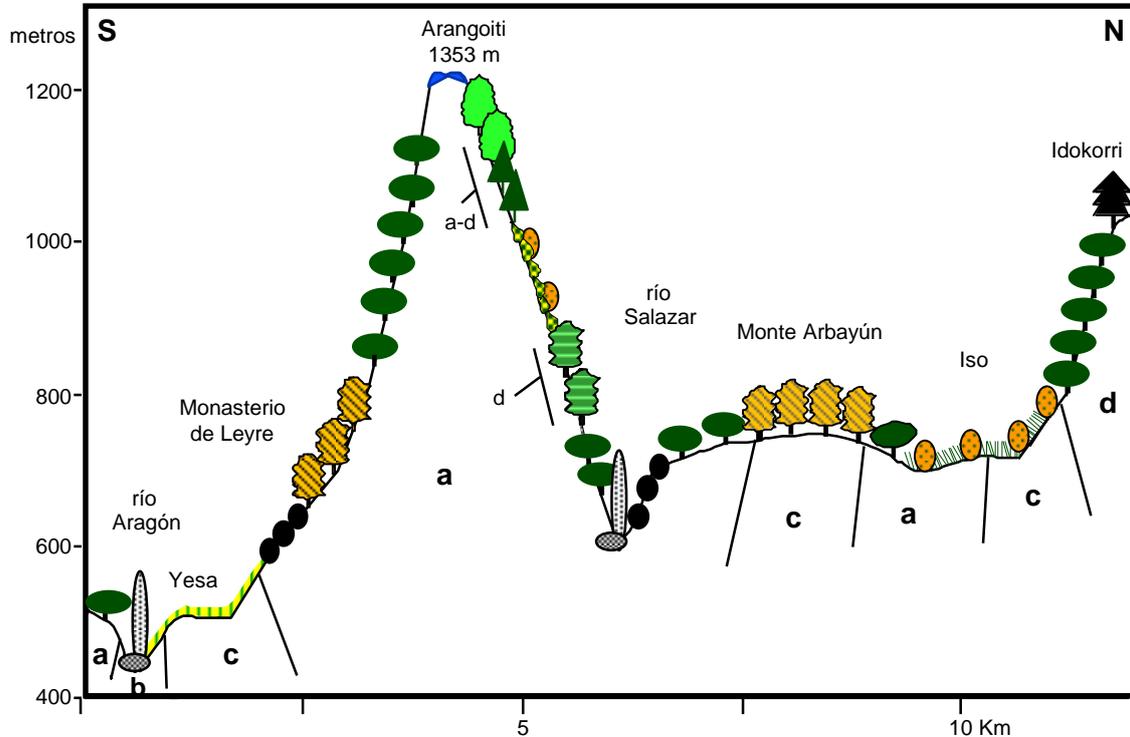
En la umbría de Leyre no son raros los  **pinares de pino rojo** (*Pinus sylvestris*), que favorecidos por los aprovechamientos forestales suelen reemplazar a hayedos, robleales y marojales; no obstante, también constituyen la vegetación climática en lugares escarpados, como algunas crestas, y en esta zona también son una etapa forestal de sustitución de los bosques de planocaducifolios, por su carácter colonizador.

En las crestas calizas próximas a Arangoiti, sobre calizas y en suelos que sufren crioturbación, viven los **matorrales de *Erinacea anthyllis*** [4090], matas pulviniformes características de las altas montañas calizas mediterráneas, con frío intenso en invierno y verano seco y cálido. Más frecuentes son los **matorrales de otabera** (*Genista hispanica* subsp. *occidentalis*) [4090], que son etapa de sustitución de buena parte de los bosques calcícolas de la zona, y que encuentran en estas localidades su límite de distribución occidental en la Península Ibérica.

Por último, en los **roquedos** [8210] de las foces y cortados de Leyre viven plantas adaptadas a la escasez de suelo y los grandes contrastes térmicos. Son especies que con frecuencia presentan áreas de distribución reducida, como el endemismo pirenaico occidental *Petrocoptis hispanica*, de la misma familia que los claveles, que vive en roquedos extraplomados.

Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica

Esquema fitotopográfico de la Sierra de Leyre (Navarra-Aragón)



	Hayedos basófilos y xerófilos (en calizas) ( <i>Epipactido helleborines-Fagetum</i> )	<b>Biogeografía</b> Región Mediterránea, Provincia Mediterránea Ibérica Central sector Somontano Región Eurosiberiana, Provincia Pirenaica Sector Prepirenaico
	Hayedos acidófilos y ombrófilos (en areniscas) ( <i>Galio rotundifolii-Fagetum</i> )	
	Pinares secundarios de pino royo ( <i>Pinus sylvestris</i> )	<b>Bioclimas</b> Mediterráneo Templado
	Robledales de <i>Quercus</i> gr. <i>pubescens</i> ( <i>Roso arvensis-Quercetum pubescentis</i> )	
	Marojales de <i>Quercus pyrenaica</i> + brezales ( <i>Festuco-Quercetum pyrenaicae</i> + <i>Genisto anglicae-Ericetum vagantis</i> )	<b>Termotipos y ombrotipos</b> Meso-supramediterráneo, subhúmedo Montano, subhúmedo, húmedo
	Carrascales supramediterráneos ( <i>Spiraeo obovatae-Quercetum rotundifoliae</i> )	
	Plantaciones forestales ( <i>Pinus nigra</i> )	<b>Litología</b> a. Calizas b. Depósitos aluviales c. Margas d. Calcarenitas, areniscas
	Bosques de ribera: choperas, saucedas ( <i>Populetalia albae, Salicetalia purpureae</i> )	
	Matorrales de otabera ( <i>Genista occidentalis</i> ) ( <i>Arctostaphylo-Genistetum occidentalis</i> )	
	Coscojares meso-supramediterráneos ( <i>Spiraeo obovatae-Quercetum cocciferae</i> )	
	Bojerales	
	Comunidad de <i>Erinacea anthyllis</i>	
	Pastos mesoxerófilos	
	Cultivos de cereal	

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

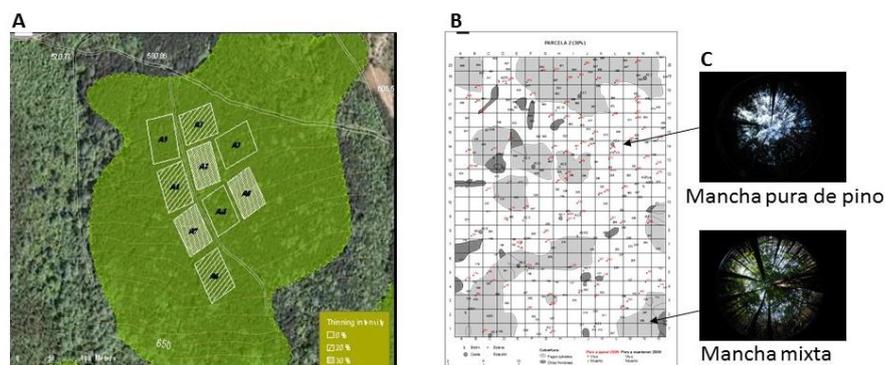
**Parada 1: Mirador de Arbayún**

La foz de Arbayún es una garganta producida en la roca caliza por el río Salazar, que alcanza hasta 400 metros de profundidad, y que es Reserva Natural y Zona de Especial Protección de Aves. Esta foz alberga la mayor población de buitre leonado de Navarra, y otras aves como el águila real, el alimoche y el quebrantahuesos. Después de disfrutar de las impresionantes vistas, haremos una foto de grupo.

**Parada 2: Parcelas experimentales de Aspuz**

En esta parada se hablará sobre la gestión del pino silvestre realizada por el Gobierno de Navarra, incluyendo el régimen de claras y las cortas de regeneración, y distintos aspectos sobre las investigaciones realizadas en este bosque por el Grupo de Investigación de Ecología y Medio Ambiente de la UPNA.

En 1999 finalizó el proyecto “Estudio y construcción de Tablas de Producción de Selvicultura de referencia para masas regulares de regeneración de *Pinus sylvestris* L., en la Comunidad Foral de Navarra, que se realizó entre el I.N.I.A. y el Gobierno de Navarra. En el mismo, se realizaron las labores de establecimiento de dos ensayos de demostración de claras en masas de pino silvestre. Uno en el Concejo de Aspuz, y otro en el paraje de Krutxillaga, en un comunal del ayuntamiento de Garde. En 1999 se aplicaron en cada localidad tres intensidades de clara (0%, 20% y 30% de retirada de área basimétrica- AB) con tres réplicas por tratamiento en parcelas de 30x40 m (Figura 1 A). En el año 2009 se realizó la segunda clara en Aspuz (0%, 20% y 40% de retirada de AB). Adicionalmente, en Aspuz cada parcela se divide en manchas puras de pino y manchas mixtas de pino y frondosas (Figura 1 B, C). El objetivo general de la investigación sobre las claras forestales es la determinación del régimen de cortas que, junto con la determinación del turno o edad de madurez, optimice la utilidad global del sistema forestal. Sin embargo, los contactos entre la Sección de Montes del Gobierno de Navarra y el Grupo de Ecología y Medio Ambiente de la UPNA, posibilitaron que desde esta última institución se iniciasen investigaciones a largo plazo sobre los efectos de la gestión forestal en el funcionamiento (producción arbórea y ciclos de nutrientes) y estructura (diversidad y biodiversidad en el suelo y el sotobosque) de estos dos bosques navarros.



*Figura 1. A) Vista aérea de la disposición de las 9 parcelas de 30x40 m en Aspuz con tres tratamientos y tres réplicas por tratamiento: 0%, 20% y 30% de retirada del área basimétrica en 1999. En la clara de 2009, el tratamiento del 30% pasó a ser del 40%. B) Distribución espacial en una parcela de la mancha pura de pino (blanco) y manchas mixtas de frondosas y pino (gris = haya, marrón = otras frondosas); C) Fotos hemisféricas mostrando una mancha pura de pino y una mancha mixta*

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

---

Algunos de los hallazgos que hemos hecho durante estos años son: 1) la extracción conjunta de fuste y copas de los pinos no es sostenible al resultar en balances negativos de fósforo incluso para intensidades de claras bajas (i.e., 10% AB) (Blanco et al., 2005); 2) las claras ralentizan el flujo de nutrientes al reducir tanto el aporte de nutrientes por desfronde como la velocidad de descomposición de la hojarasca (Blanco et al., 2008; Blanco et al., 2011); 3) en Aspurz, los flujos de agua y de nutrientes y por tanto el crecimiento de los árboles, varían entre zonas mixtas de pino y haya, y zonas puras de pino silvestre, siendo el crecimiento del pino mayor en estas últimas (Primicia et al., 2013); 4) en Aspurz, los efectos de las claras sobre el crecimiento fueron mayores en las hayas que en los pinos, y en las claras moderadas que en las claras fuertes (Primicia et al., 2014; Cardil et al. 2018); 5) en Aspurz, los efectos de las claras sobre el crecimiento de pino y haya generalmente aumentó durante periodos de sequía, tanto a escala estacional como anual (Cardil et al., 2018, Figura 2); 6) las claras no impidieron cambios en la densidad de la madera durante periodos de sequía, pero sí que redujeron las fluctuaciones en las propiedades de la madera (Candel-Pérez et al., 2018); 7) las hayas y los pinos han cambiado la forma en la que utilizan el agua disponible, y por lo tanto la intensidad de competición por la misma, al ir aumentando las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera desde los años 60 del siglo XX (González de Andrés et al., 2018); 8) La variabilidad en patrones de circulación en el clima global afecta la ecofisiología y dinámicas de las masas de Aspurz y Garde (González de Andrés et al., 2019); 9) Las hayas maduras dominan competitivamente al pino silvestre al tener mayor longitud específica y densidad de sus raíces a todas las profundidades (Yeste et al., 2021); 10) en Aspurz, las claras afectan los procesos de facilitación plántula-plántula y árbol-plántula a escalas < 1m, y modifican la heterogeneidad ambiental espacial a distancias mayores (Rodríguez-Pérez et al., 2022).

### CLARAS PARA REDUCIR EFECTO DE SEQUIA

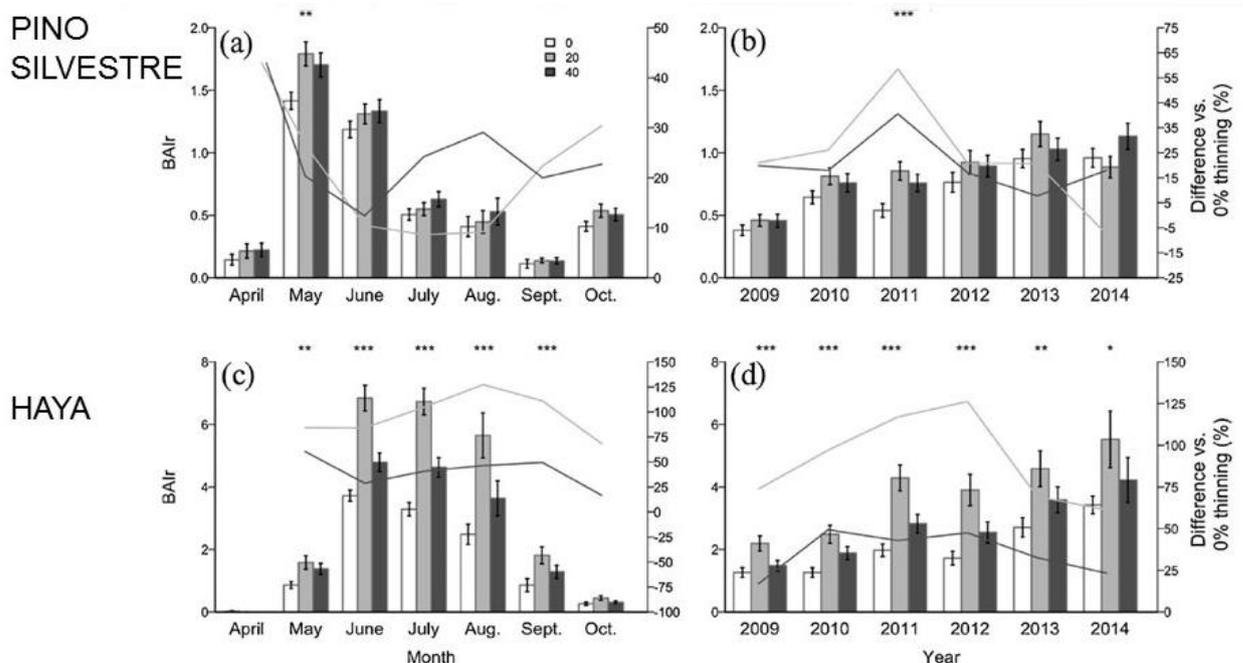


Figura 2. Tasas de incremento del área basimétrica mensuales y anuales ( $BAIr$ ,  $cm^2 \text{ día}^{-1}$ ; media  $\pm$  error estándar) de pino silvestre (a y b, respectivamente) y haya europea (c y d, respectivamente) en función de la intensidad de clara (0%, 20% y 40% de retirada de AB) para los meses de la estación de crecimiento en el periodo 2009-2014, siendo 2011 y 2012 años de sequía, y julio y agosto meses de sequía. Las diferencias significativas en el incremento del área basimétrica entre intensidades de clara se indican de la siguiente forma: \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ . Las diferencias en porcentajes en el crecimiento de claras moderadas (20%, línea clara) y severa (40%, línea oscura) relativas a las parcelas control se muestran en el eje derecho de las "ys". Fuente: Cardil et al., 2018.

La base de datos que se está generando (Figura 3) tiene cuatro objetivos fundamentales:

- Caracterización espacio-temporal de la estructura y función de ambos ecosistemas
- Calibración progresiva de un modelo de simulación en la dinámica de ambos bosques bajo distintos escenarios de manejo y cambios ambientales
- Explorar las interacciones dinámicas y mecanismos entre distintos componentes/procesos de ambos ecosistemas (p. ej., biodiversidad y función)
- Compartir datos con otros grupos de investigación y realizar análisis comparativos con otros ecosistemas

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*



*Figura 3. Selección de algunas de las variables que se han monitoreado entre los años 2000 y 2020 en Aspuz y/o Garde*

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

---

**Parada 3. Cima del monte Arangoiti**

Desde esta cima se aprecia el límite entre la región Mediterránea y la región Eurosiberiana. Veremos los efectos de la crioturbación en el suelo, y matorrales en retroceso de *Erinacea anthyllis*, mata característica de las altas montañas calizas mediterráneas. En la distancia, observaremos una lengua de vegetación quemada, que casi llega a la cima, perteneciente al área quemada que visitaremos a la tarde, y los efectos de la sequía en los niveles de agua del embalse de Yesa. Habrá también una breve intervención sobre aspectos forestales en distintas zonas geográficas de Navarra.

**Parada 4. Zona quemada en la Sierra de Leyre**

La zona quemada en 2022, que vamos a visitar, se encuentra a 2,5 km del Monasterio de Leyre. Primero veremos una zona quemada de encinar y luego una repoblación de pino laricio (*Pinus nigra*) (Figura 4). El personal del Gobierno de Navarra nos explicará, entre otros temas, el desarrollo del incendio y las medidas tomadas tras el mismo. En la figura 5 pueden consultarse el área afectada y los porcentajes para distintas especies de árboles o tipos de vegetación, y en la figura 6 un mapa del área afectada.



*Figura 4. Vistas del área quemada en la Sierra de Leyre*

*Jornada Internacional sobre adaptación de los bosques al cambio climático:  
Encuentros entre la ciencia y la técnica*

Tipo	Superficie (ha)	%
Carrasca (Quercus rotundifolia)	215,9	60,9
Pino laricio (Pinus nigra)	71,3	20,1
Bojeral (Buxus sempervirens)	24,5	6,9
MATORRAL ARBOLADO	14,3	4,0
CARRASCAL-ROBLEDAL	12,4	3,5
TERRENOS CON ESCASA VEGETACIÓN	11,6	3,3
Enebral (Juniperus sp.)	2,0	0,6
PASTIZAL MATORRAL	1,6	0,4
Matorral mediterráneo	0,7	0,2
Pastizal	0,2	0,0
Pastizal alta montaña	0,1	0,0
<b>Total</b>	<b>354,4</b>	<b>100</b>

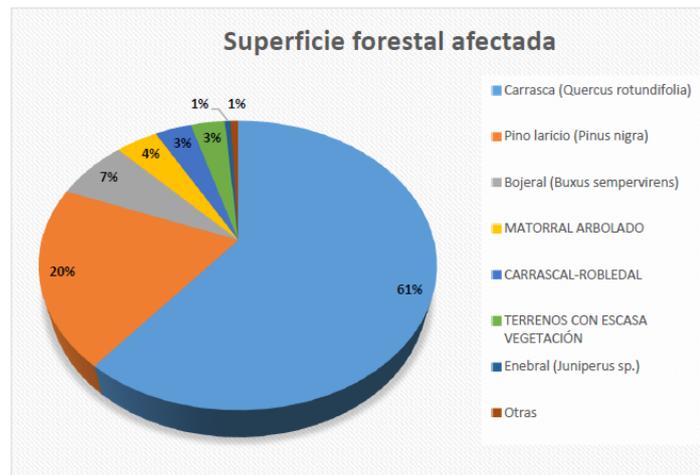


Figura 5. Superficie afectada por el incendio (2022) en la Sierra de Leyre en hectáreas y porcentajes para distintas especies de árboles o tipos de vegetación

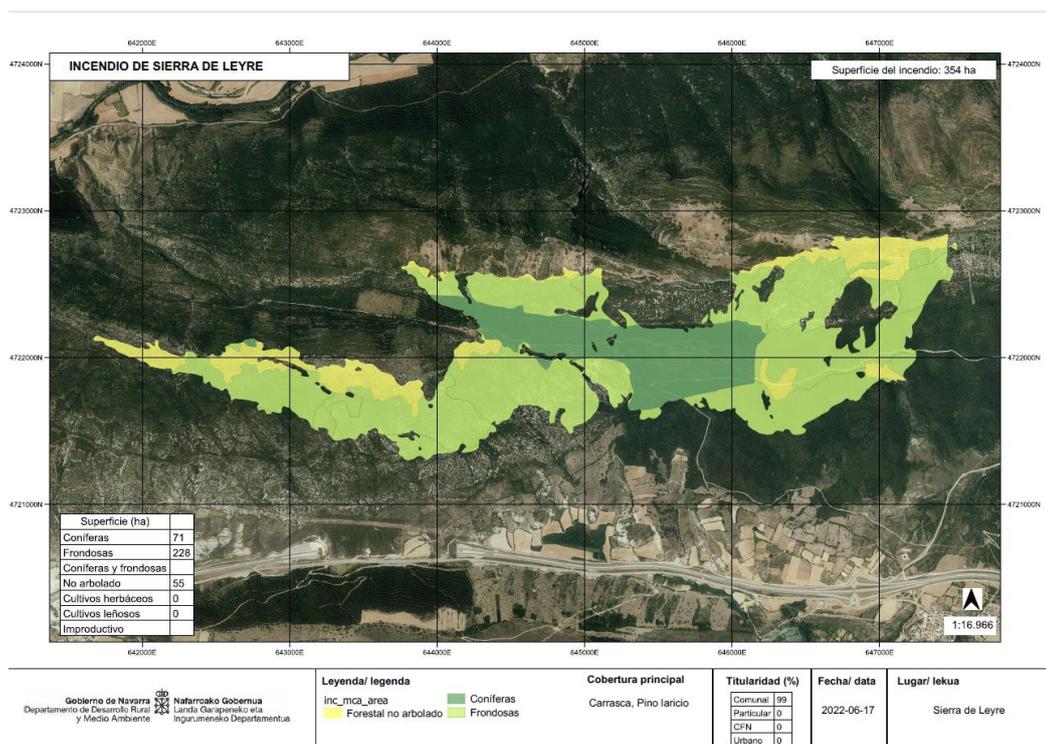


Figura 6. Mapa del área de la Sierra de Leyre afectada por el incendio en 2022

## **Paradas 5 y 6. Masas con claras en la Sierra de Leyre**

Si hubiera tiempo disponible, visitaremos junto al monasterio de Leyre, dos masas con actuaciones forestales: una masa de roble (*Quercus faginea* y *Quercus humilis*) con claras y una masa de pino carrasco (*Pinus halepensis*) con clara fuerte.

## **Referencias**

Blanco, J.A., Zavala, M.A., Imbert, J.B., Castillo, F.J. 2005. Sustainability of forest management practices: Evaluation through a simulation model of nutrient cycling. *Forest Ecology and Management* 213 209-228

Blanco, J.A., Imbert J.B., Castillo, F.J. 2008. Nutrient return via litterfall in two contrasting *Pinus sylvestris* forests in the Pyrenees under different thinning intensities. *Forest Ecology and Management* 256: 1840-1852

Blanco, J.A., Imbert J.B., Castillo, F.J.. 2011. Thinning affects *Pinus sylvestris* needle decomposition rates and chemistry differently depending on site conditions. *Biogeochemistry* 106: 397-414. DOI: 10.1007/S10533-010-9518-2

Candel-Pérez, D., Lo, Y-M., Blanco, J.A., Chin, C-M., Camarero, J.J., González de Andrés, E., Imbert, J.B., Castillo, F.J. 2018. Drought-induced changes in Wood density are not prevented by thinning in Scots pine stands. *Forests* 9, 4. DOI: 3390/f9010004

Cardil, A., Imbert, J.B., Camarero, J.J., Primicia, I., y Castillo F. J. 2018. Temporal interactions among throughfall, type of canopy and thinning drive radial growth in an Iberian mixed pine-beech forest. *Agricultural and Forest Meteorology*. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.01.004

González de Andrés, E., Blanco, J. A., Imbert, J. B., Guan, B.T., Lo, Y-H., Castillo F. J. ENSO and NAO affect long-term leaf litter dynamics and stoichiometry of Scots pine and European beech mixedwood. 2019. *Global Change Biology* 25: 3070-3090.

González de Andrés, E., Camarero, J. J., Blanco, J. A., Imbert, J. B., Lo, Y-H., Sangüesa-Barreda, G. y Castillo F. J. 2018. Tree-to-tree competition in mixed European beech-Scots pine forests has different impacts on growth and water-use efficiency depending on site conditions. *Journal of Ecology* 106(1): 59-75. DOI: 10.1111/1365-2745. 12813

Primicia I., J.J. Camarero, J.B. Imbert y F.J. Castillo. 2013. Effects of thinning and canopy type on growth dynamics of *Pinus sylvestris*: inter-annual variations and intra-annual interactions with microclimate. *European Journal of Forest Research* 132: 121-135. DOI: 10.1007/s1034210342-012-0662-1

Primicia I., R. Artazcoz, J.B. Imbert, F. Puertas, M.C. Traver y F.J. Castillo. 2016. Influence of thinning intensity and canopy type on Scots pine stand and growth dynamics in a mixed managed forest. *Forest Systems* 25(2):1-10. DOI: 10.5424/fs/2016252-07317

Rodríguez-Pérez, J., Imbert, B., Peralta, J. 2022. Environmental and density-dependency explain the fine scale aggregation of tree recruits before and after thinning in a mixed forest of Southern Europe. *PeerJ* 10: e13892. <http://doi.org/10.7717/peerJ.13892>

Yeste, A., Blanco, J.A., Imbert, J.B., Zozaya-Vela, H., Elizalde-Arbilla, M. 2021. *Pinus sylvestris* L. and *Fagus sylvatica* L. effects on soil and root properties and their interactions in a mixed forest. *Forest Ecology and Management* 481, 118726