aRTIkUTZa

naturaleza e historia — natura eta historia

Hitzaurrea 4

HISTORIA 6

I Las huellas de la prehistoria: el megalitismo en Artikutza 8
II Artikutza/Anizlarrea. Historia y documentación medieval 44
III La ganadería en los montes de la discordia: de Anizlarrea a Artikutza 66
IV Las ferrerías de Anizlarrea (siglos XIII-XVI) 90
V Historia de la minería, sus impactos y la recuperación forestal en la finca de Artikutza 112
VI Artikutzako trena 128
VII Artikutza y el abastecimiento de agua a Donostia. Una historia truncada 178
VIII Un siglo en la historia de Artikutza 206
IX El uso público en Artikutza 232

NATURA 256

I El clima en Artikutza 258
II Artikutzako arrokak eta beraietan irakurritako bilakaera geologikoa 284
III Los suelos: provisión de servicios ecosistémicos y aspectos clave para su conservación y gestión 296
IV Artikutzako errekak 316
V Vegetación 334
VI Artikutzako flora baskularraren inbentarioa eta korologiaren eta ekologiaren analisia 360
VII Historia y estado de conservación del bosque 378
VIII Diversidad taxonómica y funcional de los hongos 404
IX Invertebrados terrestres y notas sobre eucariotas unicelulares 430
X Anfibios y reptiles 462
XI La diversidad de aves y su relación con el hábitat forestal 476
XII Mamíferos 494
XIII Quirópteros 504

Edukien koordinatzaileen oharra / Nota de los coordinadores de los contenidos 518

NaTuRa

I
El clima en Artikutza

Peio Lozano Valencia[1], Itxaro Latasa Zaballos[2]

1- Sociedad de Ciencias Aranzadi 2- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
pedrojose.lozano@ehu.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Artikutzako klima

Artikutzako klima bere latitude ertainak asko baldintzatzen du, kontinente euroasiarraren mendebaldeko fatxadan dago ozeano Atlantikoaren masaren eragin handiarekin. Oso kontuan izan beharreko beste ezaugarri bat da mendebaldearen zirkulazio orokorra eta Mediterraneo itsasoaren itsas masaren gertutasuna, nahiz eta lerro zuzenean 300 kilometrotik gora egon, eragin handia baitu.

Horrek guztiak itsasaldeko klimaren erakoa sortzen du, urte osoan tenperatura atseginekin eta ondo markatutako lau urtarorekin. Horrelako baldintzak direla eta Artikutzako klima "Cfb" gisa sailkatzen da, Köppen-en sailkapenaren arabera.

Batez besteko tenperaturei dagokienez, hilabeterik hotzenak abendua, urtarrila eta otsaila dira, 7,1º, 6,4 º eta 6,4ºC, hurrenez hurren. Bestalde, hilabeterik beroenak hauek dira: abuztua (18,8 ºC), uztaila (18,7 ºC), eta ekaina eta irailak batezbesteko berdina partekatzen dute (16,7 ºC). Maxima absolutuek inoiz ez dute gainditu 40 ºC-ko tenperatura eta minimo absolutuak inoiz ez dira -15 ºC-tik beherakoak izan. Izotzik gabeko garaia apirila erdialdetik urriaren erdialdera arte da. Ez dirudi diferentzia handirik dagoenik serieko antzinakoenak diren urteen eta modernoenen artean.

Prezipitazioei dagokienez, eskualdeko gainerako estazio eta herriekiko desberdinak dira. Gogoratu behar da Artikutzako behatokia 300 m ingurura dagoela; halere, prezipitazio oso handiak ditu, zehazki 2.604 mm-koak. Europan erregistro handiagoak izaten diren sektore eta behatokiak daude (Eslovenia, Kroazia, Monte Negro, Portugal, Suitza), baina horiek, guztiak, 1.000 metrotik gora daude. Hori dela eta, Artikutzak errekor erlatiboa du 500 m-tik behera dagoen Europako estazio euritsuen gisa. Prezipitazio handi horiengatik erosi zuen finka Donostiako Udalak duela mende bat. Azken urteetan badirudi uholdezko jasek aspaldikoena den seriean baino prezipitazio gutxiago dutela.

Artikutzan, urteak dituen egunen erdian baino gehiagoan egiten du euria, zehazki 190 egunetan. Horri egun lainotuak eransten badizkiogu, ondoriozta dezakegu urtearen heren bat soilik dela eguzkitsua.

1. Introducción

Artikutza se ubica en una latitud entre 43° 09´ 28" y 43° 14´52" norte (Aizpuru et al., 1989). Esta ubicación a una latitud media y su relativa cercanía con respecto a la masa del Mar Cantábrico (Golfo de Bizkaia) da lugar a un clima con temperaturas medias relativamente suaves a lo largo del año y unas cantidades de precipitación bastante abundantes, es decir, un tipo de clima "Cfb" o "clima templado húmedo sin estación seca según la clasificación propuesta por Köppen (Köppen, 1938). Este tipo de clima se define a partir de temperaturas medias del mes más cálido por debajo de los 22 °C pero, a la vez, que superen los 10 °C durante, al menos, 4 meses al año. Se ha denominado tradicionalmente como clima oceánico o atlántico por estar condicionado de forma notable por la presencia de esta gran masa de agua marina. En general, no sólo se da en el área atlántica de Europa, sino que se puede encontrar en las regiones occidentales de las grandes masas continentales: fachada occidental del continente Europeo, desde el norte de Portugal hasta la parte central de Noruega, así como el sur de Chile y Sudáfrica, Nueva Zelanda, Tasmania, algunos sectores de la costa Australiana e incluso regiones de Sudamérica dentro de Argentina, Brasil o Bolivia.

Según la clasificación de Strahler (Strahler & Strahler, 1994), Artikutza se insertaría dentro de un clima denominado como oceánico de las costas occidentales, típico de latitudes medias y de sectores a caballo entre las masas de aire polar y tropical. Este tipo de clima surge en las latitudes entre los 40º y 60º, tanto al norte como al sur, dentro de las costas occidentales expuestas a las perturbaciones ciclónicas que siempre cuentan con un movimiento constante de oeste a este y que vienen asociadas a frentes polares sobre todo en invierno. Su característica general es que esta circulación general da lugar a un gran aporte de nubosidad y, con ello, de humedad y precipitaciones, de manera que una buena parte del año estos territorios se encuentran nublados o con precipitaciones. Éstas se reparten con máximos en invierno, aunque aparecen bien distribuidas a lo largo del año y, de hecho, no registran verdaderas épocas de sequía como sí le ocurre a las regiones y sectores de clima mediterráneo muy cercanas (sur de Navarra). Por su parte, con respecto a las temperaturas se vuelve a repetir lo atestiguado por la clasificación de Köppen: esta influencia oceánica y la circulación general

CLIMOGRAMA DE ARTIKUTZA

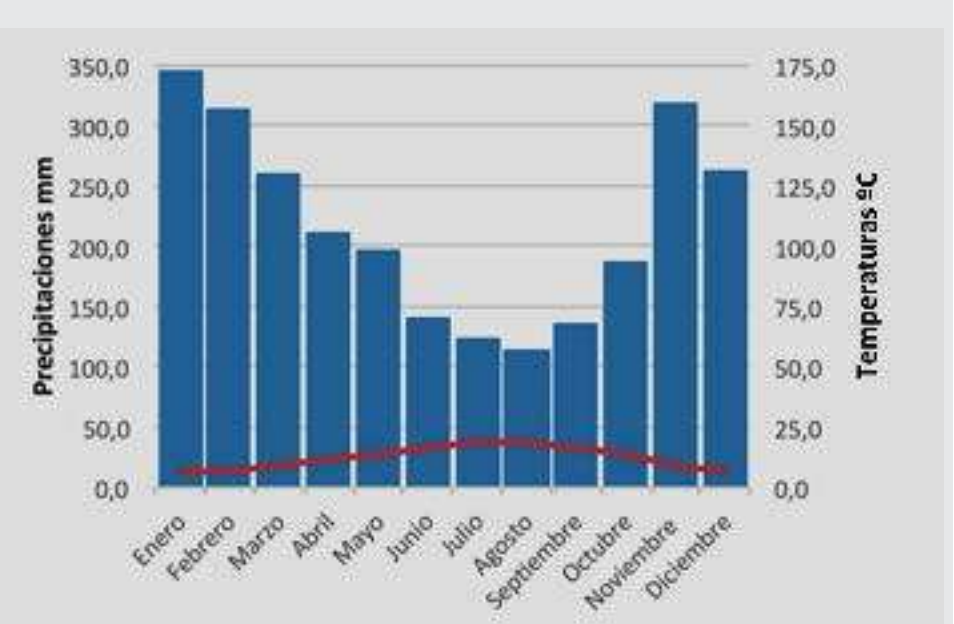


Figura 1.

Figura 1. Climograma de la estación de Artikutza. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

del oeste-este proveen no sólo de importantes cantidades de precipitación, sino de temperaturas moderadas o suaves.

Según la clasificación de Papapdakis, Artikutza se englobaría dentro de las características de los climas tipo (Mtc), es decir, clima marítimo, templado y húmedo con baja amplitud térmica pero inviernos no tan benignos como los disfrutados por el clima tipo (Mc) que podemos encontrar en localidades vecinas pero topográficamente más bajas como es Goizueta en la parte Navarra u Oiartzun en la guipuzcoana. La clasificación de Papadakis, al contrario que la de Köppen, busca una aplicabilidad de los tipos de climas con respecto a la agricultura. Este clima tipo Mtc se caracteriza por contar con inviernos de avena (Av), es decir, no excesivamente severos pero tampoco excesivamente benignos como para que se puedan dar, por ejemplo, cítricos. Los veranos serían de tipo maíz (M) o, incluso en los sectores más cálidos, de arroz (O). El régimen hídrico, en cualquier caso, sería siempre húmedo.

Artikutza, por tanto, se inserta dentro de la región atlántica de la Península Ibérica. Esta localización es clave para explicar la mayor parte de las características climáticas de la zona. En primer lugar y, tal y como se ha referenciado, la circulación general es del oeste al este con lo que la influencia de la masa oceánica del Atlántico y, más concretamente del Mar Cantábrico, es clave tanto para definir unas temperaturas relativamente suaves durante todo el año, como relativamente suaves en invierno y relativamente frescas en verano, más unas cantidades de precipitación notables y bien repartidas. Con respecto a la cantidad precipitada, sí muestra ciertas diferenciadas con otros territorios atlánticos de la fachada oeste de Europa puesto que, debido a cuestiones muy concretas y de disposición regional, muestra precipitaciones por encima de los 2.500 mm que pueden considerarse como las mayores de la Península Ibérica y de Europa a una altitud tan modesta.

Para caracterizar cualquier tipo de clima o de condiciones climáticas de un determinado lugar se requieren datos fiables y series dilatadas en el tiempo tanto de los valores de las temperaturas como de las precipitaciones. En este sentido, tomaremos en cuenta los datos ofrecidos por el Gobierno de Navarra (2018) que ha publicado registros sistemáticos hasta 2018 y que se remontan a mediados del siglo pasado. Los datos sobre pluviometría se recogieron desde 1931, mientras que los termométricos se incorporaron en 1954.

La estación de Artikutza (figura 2) se encuentra dentro del poblado homónimo, en un prado y cuenta con las siguientes coordenadas geográficas: 43° 12′ 46” norte, 1° 47′ 49” oeste y Altitud: 313 m.

Figura 2.

Figura 2. Estación meteorológica termopluviométrica de Artikutza. Imagen de los autores.

2. Objetivos

Este capítulo cuenta con el objetivo principal de describir pormenorizadamente cuáles son las características climáticas de la finca de Artikutza. Lógicamente, dichas características sólo se pueden abordar teniendo en cuenta los distintos artículos científicos y monografías que sobre el clima de Artikutza se han escrito y que, indefectiblemente, se basan en los datos aportados por la estación meteorológica homónima. No obstante, centrados en estos datos sólo podremos realizar un análisis parcial teniendo en cuenta que los datos que se registran en un determinado sector que es el fondo de valle de la finca, a 313 metros de altitud y con unas condiciones de orientación y horas de radicación solar, por ejemplo, muy concretas. Existe otro observatorio dentro de la finca que, aunque se encuentra a unos 650 metros, no cuenta con las necesarias series de más de 30 años. Hay que tener en cuenta que la finca de Artikutza cuenta con 3.700 Ha y con condiciones de lo más heterogéneas. Existen sectores de fondo de valle que reciben una escasa insolación en invierno y cuentan con abundantes inversiones térmicas durante la misma estación, sin embargo, existen sectores muy expuestos, en las zonas cimeras de las diferentes alineaciones montañosas, a más de 1.000 metros en sectores como: Teruetako gaina (1.036 m), Gurutzeta (1.007 m), Arainburu (1.053 m), Txirtxilo (1.002 m) y Loitzate (1.048 m). Estos sectores escapan de las inversiones térmicas en invierno, ofreciendo temperaturas superiores a los fondos de valle pero, a la vez, se encuentran mucho más expuestas a los diferentes frentes y borrascas, lo que unido a su mayor altitud genera, el resto del año, temperaturas más frescas y precipitaciones más abundantes.

Entre los valles y las cimas de las montañas de los sectores norte, oeste, sur y sureste existen una serie de medianías que escapan de las inversiones térmicas en invierno pero que, dependiendo de su orientación, son capaces de recibir mayores cantidades de insolación a lo largo del año y, por tanto, presentan condiciones microclimáticas de mayores temperaturas.

También la mayor o menor cobertura arbórea modifica ostensiblemente las condiciones térmicas como de precipitación y humedad. En general es lógico pensar que en aquellos sectores más forestados, con especies caducifolias (que por otra parte son las que más dominan hasta ocupar el 88,29% de todo el territorio) (Dorronsoro et al., 2016), las temperaturas serán más suaves en invierno pero, a la vez, más frescas en verano. Sin embargo, sólo podremos hacernos una idea general a partir de los datos obtenidos por la estación de Artikutza para precipitación y temperatura mientras podemos realizar ciertas extrapolaciones para referirnos a estas condiciones más de tipo microclimático.

3. Metodología

A partir de un intenso y prolijo barrido bibliográfico, se han compilado todas aquellas referencias: artículos científicos, comunicaciones a congresos, monografías y libros o informes de diferente naturaleza (fundamentalmente literatura gris) que con respecto a este territorio y esta temática se encuentran escritas a día de hoy.

Además de estas obras se ha accedido a las series termopluviométricas de la estación de Artikutza, así como a otras de observatorios vecinos o cercanos que nos puedan dar pistas sobre determinadas características climáticas.

La fuente fundamental de datos es la ficha climática del observatorio de Artikutza (Gobierno de Navarra, 2019). A partir de ésta, existe la posibilidad de obtener datos para distintos meteoros y para dos series diferentes: aquella que recoge todos los años, de 1954 hasta 2018 y la que recoge los datos de los últimos años, entre 1981 y 2018. Se tomaron en cuenta las dos series para establecer las necesarias comparaciones. Existen años donde en periodos que no van más allá de un mes se han observado hiatos o falta de datos. En ese caso se han

establecido las medias por días para rellenarlos, tanto para las temperaturas como para las precipitaciones. Las series han sido analizadas con la prueba de aleatoriedad de Hadamard para evitar posibles sesgos o patrones predispuestos.

4. Temperaturas

Dado que la propia ficha de Artikutza diferencia los datos de toda la serie de registros y los de los años comprendidos entre 1981 y 2010, se van a analizar ambas series para observar si existen diferencias notables dentro de los dos grandes grupos de datos, a su vez, a la última serie se le van a sumar los datos medios que van desde 2011 a 2018 de tal forma que se complete toda la serie hasta la actualidad.

La temperatura media anual de toda la serie (de 64 años) es de 12,3 °C (tabla 1 y figura 3), mientras que la media de la serie que discurre entre 1981 y 2018, es decir, los datos más modernos muestran la misma cantidad. No existe ninguna diferencia entre las temperaturas de toda la serie de observaciones y los registros que afectan a la última parte del siglo XX y a la primera parte del siglo XXI. Se puede afirmar que en este observatorio no se vislumbran cambios importantes en lo que respecta a las temperaturas medias.

En cuanto a la distribución intranual de las temperaturas medias mensuales, la primera característica a subrayar sería la suavidad térmica a lo largo de todo el año o la existencia de temperaturas relativamente benignas (Tabla 1 y figura 3). De hecho, podríamos calificar a este régimen térmico como mesotérmico templado para estas localizaciones de fondo de valle (Lozano & Lozano, 2003). No obstante, en estudios realizados a una escala regional que abarcaría el territorio que discurre entre el Cantábrico oriental y el Valle del Ebro, Pejenaute (2001) afirma que la década de los 60 del siglo pasado podría ser catalogada como moderada, la de los 70 de fría mientras que la de los 80 fue cálida. En Artikutza, de todas formas, no existen diferencias significativas a este respecto.

TABLA 1. Temperaturas medias por meses de toda la serie y entre 1981 y 2018.

	Temperaturas medias °C 1954-2018	Temperaturas medias °C 1981-2018
Enero	6,4	6,2
Febrero	6,4	6,3
Marzo	9,0	9,0
Abril	11,2	11,1
Mayo	13,9	14,0
Junio	16,7	16,7
Julio	18,7	18,6
Agosto	18,8	18,8
Septiembre	16,7	16,5
Octubre	13,5	13,4
Noviembre	9,4	9,4
Diciembre	7,1	7,1
Media	12,3	12,3

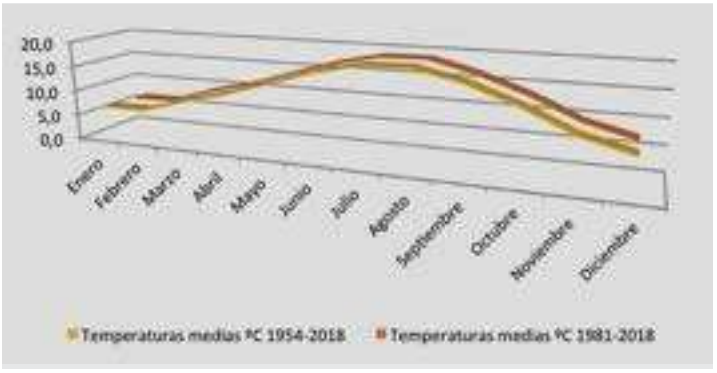


Figura 3.

Figura 3. Temperatura media por meses en el observatorio de Artikutza de toda la serie y entre 1981 y 2018. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra y el ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Para el cordal montañoso que rodea al valle de Artikutza se podría hablar de unas temperaturas más frescas a medida que pasamos de los 340 metros del fondo del valle a los más de 1.000 metros de las cimas más elevadas (Terueta, Gurutzeta, Arainburu, Txirtxillo, Loitzate, etc.). En este sentido, podríamos hacer un ejercicio de cálculo a partir del cual se diera una pérdida de 0,6 °C. cada 100 metros. Ello podría darnos una proyección para las cimas antes aludidas que podría ser la que se observa en la tabla 2 y la figura 4. Este descenso no es caprichoso o aleatorio, sino que responde al enfriamiento adiabático característico del gradiente térmico vertical de la atmósfera por el cual, aunque depende de diferentes cuestiones, de media se van perdiendo 0,62 °C cada

TABLA 2. Temperaturas medias por meses de toda la serie y en puntos por encima de los 1.000 metros de altitud.

	Temperaturas medias zonas altas °C
Enero	2,2
Febrero	2,2
Marzo	4,8
Abril	7,0
Mayo	9,7
Junio	12,5
Julio	14,5
Agosto	14,6
Septiembre	12,5
Octubre	9,3
Noviembre	5,2
Diciembre	2,9
Media	8,1

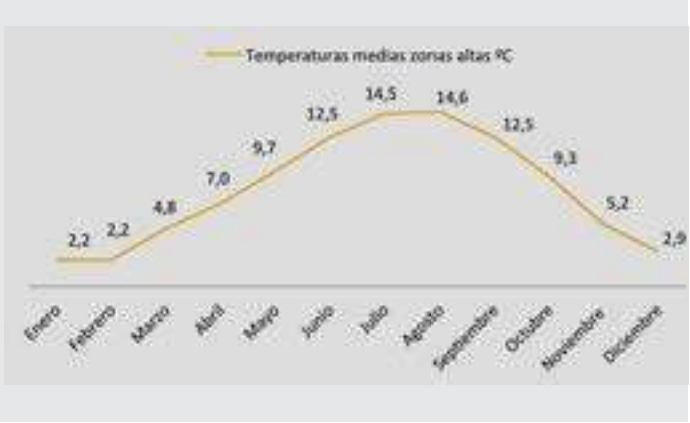


Figura 4.

Figura 4. Temperaturas medias por meses de toda la serie y en puntos por encima de los 1.000 metros de altitud.

100 metros. Debido a que las cotas más altas de la zona se encuentran a 1.040 metros, ello nos da que de media a cada registro mensual se le deberían detraer 4,8 °C. Realizada la operación, la tabla 2 y la figura 4 muestran las temperaturas medias de las zonas por encima de los 1.000 metros de Artikutza.

Tal y como se puede observar en figura 3, en ningún mes la temperatura media asciende por encima de los 19 °C, mientras que tampoco desciende de los 6 °C. No obstante, durante 5 meses las medias mensuales no superan los 10 °C, pero en el resto de meses (7) sí. Las temperaturas registradas siguen un patrón muy recurrente, no sólo en el mundo oceánico de la Península Ibérica, sino en otros ámbitos como el mediterráneo, que consiste en que las temperaturas medias más bajas se registran en el mes de enero, siendo agosto el mes más caluroso (aquí con 18,8 °C), muy cerca de julio (que aquí sólo pierde una décima con respecto al primero). Mientras el ascenso primaveral es más gradual, el enfriamiento otoñal es más drástico, de manera que la pendiente de la distribución entre el máximo veraniego y el mínimo invernal es más acusada que entre el invierno y la primavera, donde la pendiente es más suave y gradual. No obstante, no existen grandes diferencias. En lo que se refiere a las temperaturas calculadas o extrapoladas para aquellos enclaves superiores a los 1.000 metros, lo que sí se observa es una caída lógica de las mismas. Pese a todo, las medias mensuales nunca llegan a ser inferiores a 0 °C, lo que nos vuelve a hablar de unas temperaturas suaves durante todo el año, no excesivamente frías en invierno pero sí lo suficientemente frescas en verano donde el mes más cálido sería agosto y en este caso la temperatura media sería de 14,6 °C.

Con respecto a las temperaturas medias de las mínimas y de las máximas, la distribución es más o menos la misma. La media más baja de las mínimas se registra en enero y febrero con 2,2 °C, mientras la media más alta de las mínimas se alcanza en agosto con 14,6 °C (sólo una décima por encima de julio). Por su parte, la temperatura media de las máximas muestra valores mínimos en enero con 10 °C (cuatro décimas por debajo de febrero), mientras la máxima es registrada por agosto con 23,7 °C.

En lo que respecta a las medias de las máximas y mínimas medias por meses (tablas 4 y 5 y figuras 6 y 7), si realizamos una comparación entre los registros de toda la serie completa y los de los últimos años (1981-2018), obtenemos resultados muy semejantes, tanto para las medias de las mínimas como para los de las máximas.

A la vista de la tabla 4 y la figura 6, se observa que los datos son muy similares variando una décima o dos en el caso en que las dos series no coincidan. En los meses de finales de invierno o primavera (marzo, abril y mayo) las diferencias son a favor de la serie más moderna mientras que en otoño (septiembre, octubre y noviembre) los registros de la serie completa son más abultados. La media de todas las temperaturas medias de las mínimas por meses registra una décima menos para la serie más moderna de tal manera que, una vez más, o no se

observan grandes diferencias o incluso los datos de las series más modernas son ligeramente inferiores a los de la serie completa.

En lo que respecta a las temperaturas medias de las máximas, la situación viene a ser muy parecida a la observada para las temperaturas medias y para las medias de las mínimas. En este caso existe un mayor grado de heterogeneidad o las temperaturas, aunque muy similares, varían por series de manera que en los meses de enero, septiembre, octubre y noviembre son ligeramente superiores las de la serie completa sobre las que se toman entre 1981 y 2018. marzo, abril y mayo, por su parte, registran cifras más abultadas en los datos de la serie más moderna que los registrados en la serie completa. En cualquier caso, las diferencias son de 1 ó 2 décimas, como mucho y, al final, la media de las máximas es igual en los dos conjuntos de datos.

Tal y como puede observarse en la tabla 6 y la figura 8, la mínima absoluta se da dentro del mes de febrero con -13,2 °C, mientras que la máxima absoluta se da con 37 °C en los

Figura 6. Temperaturas medias de las mínimas por meses en el observatorio de Artikutza y para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

Figura 7. Temperaturas medias de las máximas por meses en el observatorio de Artikutza y para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

TABLA 4. Temperaturas medias de las mínimas por meses en el observatorio de Artikutza y para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Temperaturas medias de las mínimas ºC toda la serie	Temperaturas medias de las mínimas ºC 1981-2018
Enero	2,8	2,6
Febrero	2,4	2,2
Marzo	4,3	4,2
Abril	6,5	6,3
Mayo	9,1	9,0
Junio	12,0	11,9
Julio	14,1	14,0
Agosto	13,9	13,9
Septiembre	11,9	11,7
Octubre	9,3	9,2
Noviembre	5,8	5,7
Diciembre	3,7	3,5
Media	8,0	7,9

TABLA 5. Temperaturas medias de las máximas por meses en el observatorio de Artikutza y para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Temperaturas medias de las máximas ºC toda la serie	Temperaturas medias de las máximas ºC 1981-2018
Enero	10,0	9,9
Febrero	10,4	10,4
Marzo	13,7	13,8
Abril	15,9	16,0
Mayo	18,7	18,9
Junio	21,5	21,5
Julio	23,3	23,3
Agosto	23,7	23,7
Septiembre	21,5	21,3
Octubre	17,7	17,5
Noviembre	13,1	13,0
Diciembre	10,6	10,6
Media	16,7	16,7

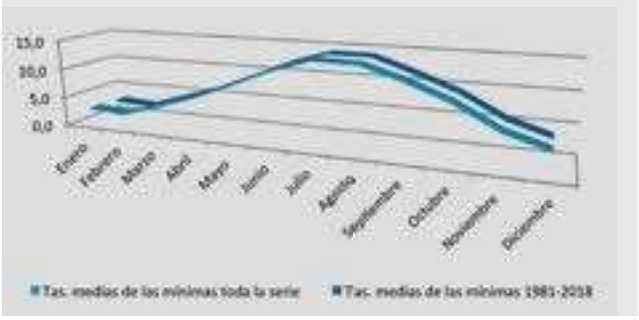


Figura 6.

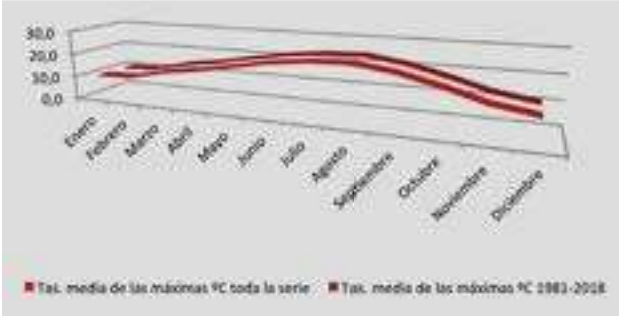


Figura 7.

TABLA 6. Temperaturas máximas y mínimas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Temperatura máxima absoluta °C	Temperatura mínima absoluta °C
Enero	22,3	-9,5
Febrero	23,5	-13,2
Marzo	28,5	-9,0
Abril	29,5	-2,5
Mayo	33,8	1,0
Junio	37,0	3,0
Julio	37,0	6,0
Agosto	37,0	6,0
Septiembre	36,0	2,5
Octubre	30,0	-1,5
Noviembre	25,5	-8,0
Diciembre	22,5	-9,0

Figura 8.

Figura 8. Temperaturas máximas y mínimas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza (1954-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

meses de julio, agosto y septiembre. La configuración en circo de este valle relativamente cerrado y orlado por esos cordones montañosos modestos, pero de cierta entidad, provoca que las temperaturas extremas máximas sean relativamente cálidas. Las máximas absolutas van normalmente asociadas en verano a días de olas de calor en toda la Península, con irrupción de masas de aire sahariano y gran insolación, y en otoño e invierno, fundamentalmente, a la irrupción de viento sur impulsado por los trenes de borrascas que, o bien entran a la península por el Golfo de Cádiz, o bien por la fachada atlántica portuguesa.

Por su parte, las mínimas absolutas se deben principalmente a situaciones de anticiclón continental (euroasiático) en invierno, o también a la irrupción de masas de aire ártico o siberiano. En cualquiera de los dos casos, las temperaturas pueden descender considerablemente aunque es raro que caigan por debajo de los 10 °C bajo cero. No obstante, como puede observarse, las mínimas absolutas pueden otorgar registros realmente bajos para los meses veraniegos (junio, julio, agosto e incluso septiembre). En algunos casos estos registros bajos emanan de situaciones de inversión térmica o de irrupciones de aire asociadas a masas anticiclónicas llegadas desde el norte de Europa o del océano Atlántico.

También puede configurarse como un ejercicio interesante observar las diferencias que pueden existir entre las mínimas y máximas absolutas por meses, para las dos series contempladas (tablas 7 y 8 y figuras 9 y 10).

En el caso de las mínimas absolutas se observan mayores diferencias que las atestiguadas hasta ahora. Aunque los valores medios anuales de las dos series son bastante similares, existen diferencias notables si analizamos los datos por meses. Hay que advertir que las dos series no son comparables estadísticamente puesto que la primera, al contar con más registros, tiene más posibilidades de registrar temperaturas más aberrantes o extremas. Resulta llamativo, por ejemplo, el mes de febrero, que registra para la serie completa una media de 4,7 °C menos que la serie más reciente. Al respecto, cabe reseñar que enero y febrero cuentan con unas temperaturas extremas en la serie completa considerablemente más bajas que las registradas en la serie más moderna. También en los meses de julio y diciembre se registró una temperatura mínima inferior en medio grado dentro de la serie completa. Lo cierto es que, en general, no existen heladas excesivamente rigurosas teniendo en cuenta que la mínima absoluta es la marcada para febrero con -13,2 °C dentro de la serie completa. Los últimos años, sin embargo, no han vuelto a registrarse esos guarismos relativamente bajos aunque en 2012 se dieron -8,5 °C que es la temperatura mínima más baja de la serie moderna, en concreto el 13 de febrero. Sí resultan curiosos los registros de finales de primavera y de verano. Esos 3 °C de junio o los 6 °C de julio y agosto se antojan como temperaturas realmente bajas aunque nada sorprendentes en un sector como el que nos ocupa donde los veranos son relativamente frescos.

En cuanto a las temperaturas máximas absolutas o extremas, cabe destacar que son relativamente altas, tanto las de la serie completa como los registros de los últimos años. El contar con más de 20 °C en meses claramente invernales como diciembre, enero y febrero y acercarse a los 30 °C en marzo o alcanzarlos en octubre, habla bien a las claras también de una influencia oceánica que hace que las temperaturas sean relativamente suaves pero, a la vez, la

TABLA 7. Temperaturas mínimas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Temperatura mínima absoluta °C toda la serie	Temperatura mínima absoluta °C (1981-2018)
Enero	-9,5	-8,5
Febrero	-13,2	-8,5
Marzo	-9,0	-9,0
Abril	-2,5	-2,5
Mayo	1,0	1,0
Junio	3,0	3,0
Julio	6,0	6,5
Agosto	6,0	6,0
Septiembre	2,5	2,5
Octubre	-1,5	-1,5
Noviembre	-8,0	-8,0
Diciembre	-9,0	-8,5
Media	-2,9	-2,3

TABLA 8. Temperaturas máximas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010).
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Temperatura máxima absoluta °C toda la serie	Temperatura máxima absoluta °C (1981-2018)
Enero	22,3	20,0
Febrero	23,5	23,5
Marzo	28,5	28,0
Abril	29,5	29,5
Mayo	33,8	32,0
Junio	37,0	35,0
Julio	37,0	36,1
Agosto	37,0	36,5
Septiembre	36,0	31,5
Octubre	30,0	30,0
Noviembre	25,5	25,5
Diciembre	22,5	22,5

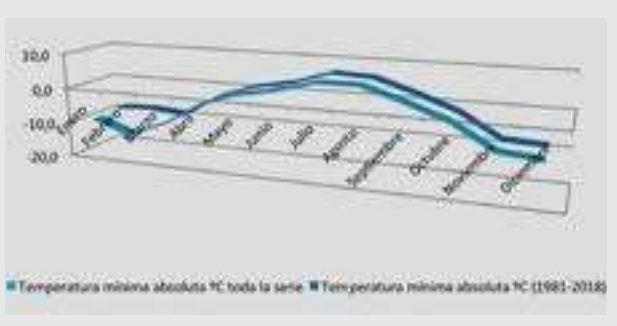


Figura 9.

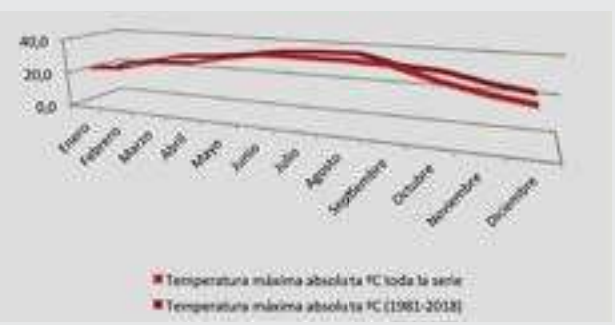


Figura 10.

existencia de situaciones recurrentes, totalmente frecuentes en otoño aunque tampoco infrecuentes en invierno y primavera, de situación de viento sur que, a partir de un claro efecto foehn, hace que las masas de aire vengan muy recalentadas después de recorrer toda la península de sur a norte, den lugar a estos registros tan abultados. Sin ir más lejos y, aunque todavía no contamos con registros, esas situaciones recurrentes de componente sur y de vientos desecantes y cálidos es la que se ha dado durante la mayor parte de febrero del año 2019.

En verano las temperaturas extremas tampoco llegan a los guarismos de localidades cercanas pero ya de claro carácter mediterráneo de la Navarra meridional. En el caso de Artikutza en ningún momento se llegan a los 40 °C. El máximo quedó representado en la serie completa cuando tanto en junio como julio y agosto se llegaron a registrar 37 °C. Es curioso observar que en la serie más moderna las temperaturas máximas extremas sólo alcanzan los 36,1 °C en julio, 35,5 °C en agosto y 35 °C en junio. De esta forma se puede atestiguar que tanto en las mínimas como en las máximas absolutas, las temperaturas extremas se dan en la serie completa y no en la más moderna con lo que se puede colegir que entre 1954 y 1981 se

Figura 9. Temperaturas mínimas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

Figura 10. Temperaturas máximas absolutas por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

TABLA 9. Días de helada por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Días de helada toda la serie	Días de helada 1981-2018
Enero	7,5	8,3
Febrero	7,4	7,7
Marzo	3,4	3,6
Abril	0,4	0,5
Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0
Julio	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0
Septiembre	0,0	0,0
Octubre	0,2	0,3
Noviembre	2,4	2,4
Diciembre	5,3	5,6
Media	26,7	28,4

Figura 11.

Figura 11. Días de helada por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

produjeron temperaturas veraniegas más extremas que en las décadas más recientes. Sin embargo, en los meses no estivales las temperaturas máximas extremas o absolutas son muy similares en ambas series. Dichas temperaturas máximas absolutas se dan, por lo tanto, durante los meses plenamente estivales de junio, julio y agosto y responden a lo que modernamente se ha definido como olas de calor con intrusiones de aire sahariano que, proveniente de Marruecos o Argelia, se cuela en forma de cuña cubriendo amplios sectores del suroeste de Europa y dando lugar, con un tiempo anticiclónico especialmente estable, a altas temperaturas y una cierta carga de polvo sahariano. Estas situaciones pueden durar entre tres días y una semana.

5. Heladas

Una de las derivadas de las temperaturas son las heladas. Nos situamos ante un meteoro que depende, lógicamente, de las temperaturas pero también, en gran medida, de los tipos de tiempo, es decir, de las situaciones meteorológicas más o menos puntuales a lo largo del año, sobre todo en invierno (ver tabla 9 y figura 11).

Los meses sin riesgo de helada son mayo, junio, julio, agosto y septiembre. El cómputo global de días de helada al año da como resultado una media de 26,7 para la serie completa y de 28,4 para la que recoge los últimos años. Es la serie más moderna la que mayor número de días de helada recoge, hasta 1,7 días más. En general, las dos series muestran un número bajo, del que se colige que la presencia de la citada masa de agua oceánica influye matizando o suavizando temperaturas potencialmente extremas, inferiores al punto de congelación y, por tanto, reduce considerablemente el riesgo de que se dé este meteoro.

En lo que respecta a la probabilidad de que se den heladas, la fecha de la primera helada del otoño suele corresponderse con los últimos días de octubre mientras que la postrera suele acontecer hacia mediados de abril. En concreto, para la serie general la primera helada podría darse el 29 de octubre y la última el 16 de abril. Para la serie que va desde 1981 hasta 2018 la primera helada podría acontecer el 23 de octubre y la última el 16 de abril. No existen grandes diferencias entre las dos series. En cualquier caso, la temporada de heladas se situaría entre finales de octubre y mediados de abril con lo que abarcaría buena parte del otoño, todo el invierno y el principio de la primavera. Sin embargo, si tenemos en cuenta el número reducido de días de helada dentro de dicho periodo, lo cierto es que éstas quedan muy restringidas dentro de este espacio de tiempo a momentos donde o existe una situación anticiclónica (normalmente del anticiclón continental o de barrera, más difícilmente con cuña anticiclónica del A. de las Azores) que da lugar a cierta estabilidad y a componentes generales del norte o noreste con abundantes situaciones de inversión térmica, o bien responden a situaciones en las que el frente polar se interna en latitudes medias, cuestión nada frecuente puesto que es raro el año en el que se puede detectar este tipo de componentes.

6. Precipitaciones

Artikutza cuenta con unas series de registros de precipitación que son todavía más dilatadas que las mostradas para las temperaturas. De hecho, las primeras observaciones fueron realizadas en el año 1931 y desde entonces hasta la fecha ha existido un registro ininterrumpido de observaciones y de obtención de datos. Esta característica, además, la hace configurarse como una de las estaciones termopluviométricas más antiguas a escala estatal.

Una de las características de este territorio y de esta estación es que cuenta con unos valores ciertamente notables y que, muy seguramente, pueden considerarse como los más abultados de la Península Ibérica, y entre los mayores de Europa en una altitud modesta como son los 313 metros a los que se sitúa (Lozano & Lozano, 2003). La media de precipitación para la serie completa es de 2.604,4 mm/año. Dicha cifra es sensiblemente superior a la de otros territorios como los de la Sierra de Grazalema. En numerosas publicaciones se sigue manteniendo que este es el punto de mayor precipitación de España y de la Península Ibérica pero, sin embargo, Grazalema justo alcanza los 2.152,7 mm/año, cuenta con series de observaciones más cortas que las de Artikutza y además se encuentra a mayor altura, por encima de los 1.000 m (Lozano, 2006). Incluso el observatorio de Fornelos de Montes, al suroeste de Galicia, dentro de la provincia de Pontevedra, presenta registros medios de 2.288,4 mm/año (Arrate, 2019).

No obstante, dentro de la Península Ibérica Artikutza no marcaría los records precipitacionales absolutos puesto que existen, por lo menos, cuatro observatorios con precipitaciones superiores: Leonte (3.170,4 mm/año), Portela do Homem (3.089,3 mm/año), Geres (2.908,8 mm/año) y Junceda (2.847,7 mm/año) (Capel, 2000). Todos ellos se disponen dentro de la Sierra y Parque Nacional de Geres, en el norte de Portugal y a una altitud por encima de los 1.000 m. Lógicamente, su exposición cercana a la costa atlántica y su elevada altitud hace que se den estos registros tan abultados. Su comparación con los registros de Artikutza debe ser tomada de forma relativa puesto que esta última se encuentra a esos escasos 300 metros de altitud.

En lo referente al resto del territorio europeo, hay que reseñar que existen observatorios con registros precipitacionales más altos: Bovec –Eslovenia– (2.632,4 mm/año), Risan –Monte Negro– (3.105 mm/año), Grahovo –Bosnia-Herzegovina- (3.224 mm/año), Vrbanje –Montenegro– (3.742 mm/año), Knežlaz –Montenegro– (4.358 mm/año), Ivan_Korita –Montenegro– (4.614 mm/año) y, sobre todo, Crkavice –Montenegro– (4.774 mm/año). Sin embargo, una vez más estos observatorios se encuentran a elevadas altitudes, por encima de los 1.000 metros, contando con una especie de clima chino muy relacionada con la capacidad ciclogenética del Mediterráneo occidental y las elevadas altitudes de estas localidades. Las precipitaciones abultadas se dan fundamentalmente durante el otoño de manera que en verano pueden contar incluso con registros bajos aunque nunca verdaderamente secos. Habría que tener en cuenta, además, que las series de estos observatorios son algo antiguas e irregulares y se basaban en observaciones particulares dentro de la Yugoslavia comunista.

Ni observatorios como Bergen, en Noruega (2.072,2 mm/año), ni en Suiza (Alpes) Col du Gran Saint Bernard (2.492 m y 2.193,3 mm/año), ni los escoceses o irlandeses, muestran registros más elevados que los de Artikutza.

En definitiva, no habría ningún observatorio por debajo de 500 metros de altitud que cuente con registros tan abultados como los de Artikutza ni en España, ni en la Península Ibérica ni tan siquiera en Europa.

Mientras que para la serie completa los registros superan los 2.600 mm/año, para la que recoge los últimos años (1981-2018), los registros se sitúan en 2.518,1 mm/año. Es decir, en los últimos años ha existido una cierta reducción de las precipitaciones de manera que precipitarían 86,3 mm menos al año de media. Salvo dos años de los últimos 8 (2012 y 2016), el resto muestra cifras superiores a la media de toda la serie, de manera que ha hecho que la serie más moderna recupere parte de las pérdidas que había acumulado entre 1981 y 2010.

TABLA 10. Precipitaciones por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018) (mm). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Días de helada toda la serie	Días de helada 1981-2018
Enero	7,5	8,3
Febrero	7,4	7,7
Marzo	3,4	3,6
Abril	0,4	0,5
Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0
Julio	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0
Septiembre	0,0	0,0
Octubre	0,2	0,3
Noviembre	2,4	2,4
Diciembre	5,3	5,6
Media	26,7	28,4

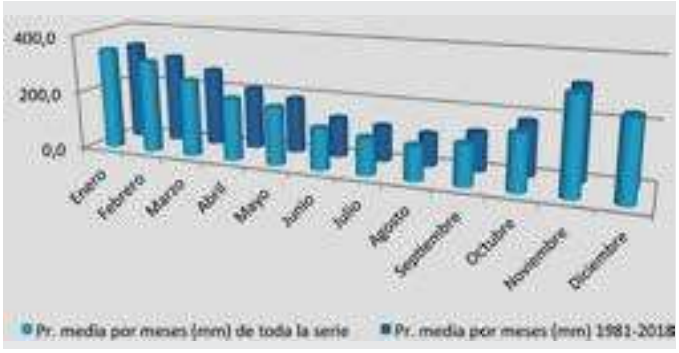


Figura 12.

Figura 12. Precipitaciones por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018) (mm). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

Es posible, por tanto, que los registros de precipitaciones anuales se estén reduciendo de una manera ligera, no obstante, todavía superan ampliamente la barrera de los 2.000 mm anuales.

En la tabla 10 y figura 12 podemos observar que la región en torno a Artikutza no padece una sequía estival. Las precipitaciones se reparten durante todo el año con cantidades ciertamente notables, de manera que las mínimas mensuales nunca son inferiores a los 100 mm. Cabe reseñar el descenso de las cantidades durante la época estival, en concreto en los meses de junio (139,8 mm), septiembre (135,4 mm), julio (123,6 mm) y, sobre todo agosto con una mínima media de 113,5 mm. Los máximos, por su parte, se registran en otoño-invierno con un repunte secundario en primavera. Son los meses de diciembre (262,2 mm), febrero (313,9 mm), noviembre (318,9 mm) pero, sobre todo enero (345,6 mm), los que, junto a una máxima relativa situada en el mes de marzo y abril (260,1 y 2010 mm, respectivamente), marcan claramente la máxima absoluta. En cualquier caso, se puede definir a este observatorio, en particular, y al territorio de Artikutza, por extensión, como hiperhúmedo (Lozano, 2006).

Para la serie que discurre entre 1981 y 2018 la distribución de las precipitaciones es muy similar de manera que tampoco ningún mes cae por debajo de los 100 mm y es también agosto el que detenta el registro más bajo con 108,4 mm. Los máximos se registran a caballo entre el otoño y el invierno con otro repunte en primavera. Los meses más lluviosos son: enero (338 mm), noviembre (311,7 mm) y febrero (302,3 mm). Sólo el mes de marzo resultó más lluvioso para esta serie. En abril los registros son muy similares, con solo 1 décima de milímetro más abultados para la serie completa. Para el resto de meses es la serie completa la que valores más elevados está reflejando.

Se puede concluir por todo ello que entre la primera y la segunda serie la diferencia más notable es que las precipitaciones se reducen fundamentalmente en invierno, sobre todo en el mes de diciembre.

A continuación, analizaremos más en detalle las precipitaciones durante los 69 años que transcurren entre 1950 y 2018 (Tabla 11). Esto nos permite definir dos series de años para poder realizar las pertinentes comparativas: 1950 a 1983 y 1984 a 2018 (todos ellos incluidos).

La primera cuestión a reseñar es que el máximo precipitacional se registró para el año 1966 cuando precipitaron 3.387,9 mm. Dentro del conjunto de todos los años o la serie completa hay que destacar que 10 años se sitúan por encima de 3.000 mm: 1951, 1954, 1958, 1965, 1966, 1969, 1874, 1979, 1980 y 2013. Todos ellos, a excepción del último, aparecen dentro de la serie antigua, es decir, hasta el año 1983, sin embargo, desde ese año hasta la actualidad solo existe ese registro que supere los 3.000 mm. En cuanto a las precipitaciones más modestas, éstas se dieron en 1989 con tan sólo 1.495,2 mm. En toda la serie sólo 6 años recogieron precipitaciones por debajo de los 2.000 mm, estos son: 1955, 1985, 1989, 2001, 2006 y 2010. Salvo el primero, el resto pertenecen a la segunda serie.

TABLA 11. Precipitaciones por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018) (mm). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

AÑO	TOTAL (mm)	DÍAS CON PRECIPITACIONES POR ENCIMA DE 50 mm	DÍAS CON PRECIPITACIONES POR ENCIMA DE 100 mm	SUMATORIO	MÁXIMO ANUAL POR DÍA (mm)	SEQUÍAS	NUMERO DÍAS	FECHAS
1950	2713,2	8	1	9	133,5	0	0	0
1951	3221,4	8	2	10	113,2	0	0	0
1952	2804,2	10	1	11	120,7	0	0	0
1953	2391,2	6	1	7	293/día 14-10-53	3	17/15/30	Feb/Mar/Nov
1954	3362,3	12	4	16	171,7	0	0	0
1955	1768,7	6	0	6	77,8	0	0	0
1956	2464,8	8	0	8	91,4	0	0	0
1957	2039	7	0	7	91,5	1	16	Marzo
1958	3024,6	9	4	13	169,3	0	0	0
1959	2932,7	7	2	9	162,1	0	0	0
1960	2896,3	5	2	7	183	1	21	Mar-Abril
1961	2667,8	14	1	15	131,6	2	17/16	Marzo/Jun
1962	2600	10	0	10	99,8	0	0	0
1963	2229,2	6	1	7	119,8	1	15	Octubre
1964	2343,6	10	1	11	120,8	1	27	Enero
1965	3301,1	6	4	10	152,7	1	26	Agosto
1966	3387,9	13	2	15	129	0	0	0
1967	2520,6	8	1	9	107,3	0	0	0
1968	2661,3	7	1	8	111,5	0	0	0
1969	3191,5	12	4	16	173,8	0	0	0
1970	2348,7	7	0	7	97,3	0	0	0
1971	2742,3	11	0	11	96,8	0	0	0
1972	2505,3	8	1	9	105,5	1	18	Diciembre
1973	2779,3	7	2	9	150	0	0	0
1974	3309,3	11	2	13	102,5	0	0	0
1975	2145,8	4	0	4	75,8	0	0	0
1976	2508,6	2	3	5	166,3	0	0	0
1977	2633,6	8	2	10	110	0	0	0
1978	2971,1	7	3	10	161,5	0	0	0
1979	3295,1	8	2	10	126,5	1	17	Nov-Dic
1980	3091,2	6	4	10	146,2	0	0	0
1981	2885	7	2	9	132,2	1	17	Ago-Sept
1982	2912,3	12	1	13	126,4	1	19	Marzo
1983	2444,6	7	1	8	135,3	1	17	Sept-Oct
1984	2999,9	8	0	8	97,5	0	0	0

AÑO	TOTAL (mm)	DÍAS CON PRECIPITACIONES POR ENCIMA DE 50 mm	DÍAS CON PRECIPITACIONES POR ENCIMA DE 100 mm	SUMATORIO	MÁXIMO ANUAL POR DÍA (mm)	SEQUÍAS	NUMERO DÍAS	FECHAS
1985	1875,1	3	0	3	81,7	1	15	Septiembre
1986	2839,5	9	1	10	102	0	0	0
1987	2215,7	8	0	8	73,30	1	15	Septiembre
1988	2179,6	4	0	4	84,3	1	19	Oct-Nov
1989	1495,2	2	0	2	94,8	0	0	0
1990	2260,8	6	0	6	87,2	0	0	0
1991	2356,6	10	0	10	81,7	0	0	0
1992	2977,5	14	2	16	117,8	0	0	0
1993	2101,2	3	1	4	129,7	2	19/15	Ene/Mar
1994	2777,5	7	1	8	114,9	0	0	0
1995	2123,54	5	1	6	130	1	16	Mar-Abr
1996	2651,11	6	2	8	120,6	0	0	0
1997	2173,27	7	0	7	85,3	0	0	0
1998	2371,26	7	0	7	86,5	0	0	0
1999	2483,97	8	1	9	104,4	0	0	0
2000	2524,9	9	0	9	68,6	0	0	0
2001	1744,4	3	0	3	72,5	1	22	Diciembre
2002	2872,9	6	5	11	135,3	0	0	0
2003	2261,7	8	0	8	75,7	1	19	Marzo
2004	2283,2	8	1	9	152,5	0	0	0
2005	2164,8	4	1	5	115,7	1	15	Marzo
2006	1705,5	2	2	4	121,5	0	0	0
2007	2486,5	4	2	6	113,6	0	0	0
2008	2580,7	6	0	6	79,8	1	15	Febrero
2009	2297,9	6	1	7	134	0	0	0
2010	1964,2	4	0	4	64,6	0	0	0
2011	2386,7	6	3	9	177,5	0	0	0
2012	2103,3	6	0	6	92,5	0	0	0
2013	3337,5	9	3	12	119	0	0	0
2014	2885,11	9	1	10	172,5	0	0	0
2015	2646,3	5	4	9	190,2	0	0	0
2016	2270,91	9	0	9	84,2	1	24	Nov-Dic
2017	2663,01	5	2	7	136,8	0	0	0
2018	2786,4	9	2	11	170,5	0	0	0

PRECIPITACIÓN ANUAL POR AÑOS (1950-1983)

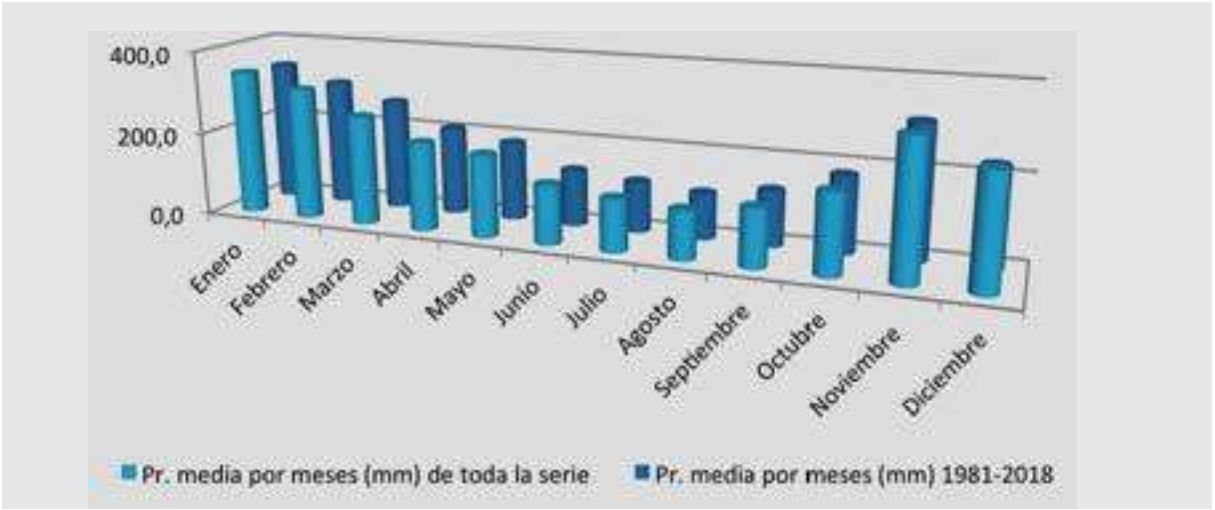


Figura 13.

PRECIPITACIÓN ANUAL POR AÑOS (1984-2018)

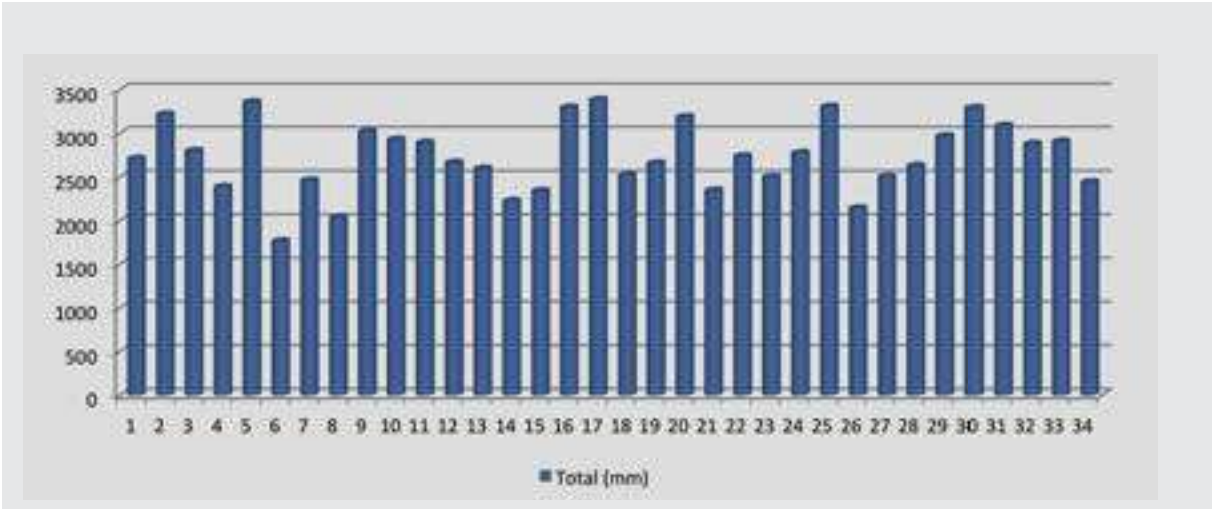


Figura 14.

Las figuras 13 y 14 nos permiten comprobar las diferencias que existen entre las dos series en lo referente a los totales de precipitación.

Es fácil observar que son más numerosos los años de precipitación por encima de los 3.000 mm (9 a 1) en la serie más antigua que en la más moderna. A la vez, son más numerosos los años con precipitaciones por debajo de los 2.000 mm (5 a 1) dentro de la serie más moderna. Estas dos cuestiones ya pueden anunciar registros más modestos para la serie más moderna. En la misma línea, los años con precipitaciones entre 2.500 y 3.000 mm son 16 en la serie más antigua mientras que en la más moderna son 12, es decir, sigue manteniéndose que la serie antigua recoge precipitaciones más abundantes que la moderna. En cuanto a los años con precipitaciones entre 2.000 y 2.500 mm, en la serie antigua aparecerían 8 mientras que para la más moderna serían 17. Las cifras medias para cada una de las series son las siguientes: entre 1950 y 1983 precipitaron por año 2.738,1 mm, mientras que para la serie de 1984 a 2018 precipitaron 2.395,6 mm. De esta manera, entre una serie y otra existe una reducción de 342,5 mm. Es decir, con el paso del tiempo parece observarse una reducción en el número de milímetros precipitados de casi un 13%.

Por otra parte, también se puede constatar una diferencia en cuanto a la distribución de las precipitaciones por meses. Mientras en la primera serie diciembre se configuraba como

Figura 13. Precipitaciones por años en el observatorio de Artikutza para la serie comprendida entre 1950 y 1983 (mm). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

Figura 14. Precipitaciones por años en el observatorio de Artikutza para la serie comprendida entre 1984 y 2018 (mm). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

el mes más lluvioso, en la segunda aparecería en tercer lugar por detrás de noviembre y enero. En la segunda serie marzo incrementa su precipitación con respecto a la primera. Esta característica también es atestiguada por Oria (2017) cuando afirma que en los registros de precipitación entre las series de 1931 a 1973 y de 1974 a 2016, diciembre pierde un 34% de precipitaciones, es decir, 120 litros mientras que marzo incrementa las suyas en un 3% con un total de 56 litros más. El resto de meses no registraría variaciones significativas.

En lo que respecta a la torrencialidad de las precipitaciones, es decir, el número de días con precipitaciones por encima de los 50 y los 100 mm, lo cierto es que el máximo se sitúa en 1954, 1969 y 1992 cuando se dieron 16 días. En los dos primeros casos 12 fueron los días con precipitaciones por encima de 50 mm y 4 los que se situaron por encima de 100 mm. En el tercero fueron 14 los días con precipitaciones superiores a 50 mm mientras en dos ocasiones se superaron los 100 mm. En cuanto a los máximos de días de precipitación por encima de 50 mm se dan en 1961 y 1992 con 14 días, 1966 y 1992 con 13, 1954; 1969 y 1982 con 12 y 1971 y 1974 con 11 días. Como se observa, salvo 1992 que registro 14 días de precipitaciones por encima de los 50 mm, el resto pertenece a la serie más antigua.

Por su parte, el máximo de días por encima de los 100 mm se sitúa en 2002 con 5, 1954; 1958; 1965; 1969; 1980 y 2015 con 4 días. Como se puede observar, salvo 2002 que ostenta el record y 2015, el resto se sitúan en la serie más antigua. Con 3 días de precipitación por encima de los 100 mm se sitúan: 1976, 1978, 2011 y 2013. El máximo precipitacional en un solo día es de 293 mm registrado el 14 de octubre de 1953. Sólo una vez más se registraron precipitaciones diarias superiores a 200 litros: el 16 de enero de 1981 con 217 litros. Hay que reseñar que estas precipitaciones torrenciales suelen situarse mayoritariamente en los meses otoñales: finales de septiembre, octubre e incluso noviembre suelen ser meses de gran torrencialidad que suelen coincidir indefectiblemente con situaciones de gotas frías derivadas de la irrupción de masas de aire frío en altura que contrastan con altas temperaturas de la masa del Mar Mediterráneo y el Cantábrico sobre la superficie. Estas altas temperaturas en la parte baja de la atmósfera dan lugar a una gran evaporación que, al toparse con estas intrusiones de masas de aire frío, dan lugar a las famosas gotas frías que hacen que la descarga de grandes cantidades de precipitaciones estén aseguradas, no sólo en Baleares, Cataluña, Aragón o el levante español, sino también en territorios navarros y vascos. Hay que tener en cuenta también que el Mar Cantábrico, en el sector del Golfo de Vizcaya, alcanza altas temperaturas y por tanto, da lugar a fuertes tasas de evaporación y precipitación. Este tipo de situación es la que dio lugar a finales de agosto de 1983 a impresionantes precipitaciones en el País Vasco que tuvieron como consecuencia más lamentable la pérdida de vidas humanas. Este episodio también tuvo un reflejo claro en Artikutza al caer 135,3 mm el 25 de agosto (Pejenaute, 1993). También en los primeros días de octubre de 1992 se dieron este tipo de situaciones que produjeron importantes inundaciones en todo el territorio navarro aunque en Artikutza no fueron tan catastróficas puesto que no produjeron los efectos acontecidos en otras localidades, no obstante, en 4 días, del 3 al 6 de octubre, cayeron exactamente 365,3 mm (Pejenaute, 1996 y 2012).

En invierno e incluso en primavera pueden darse importantes episodios torrenciales que, en este caso no suelen responder a gotas frías, sino a potentes sistemas frontales asociados a fuertes y profundas borrascas situadas al oeste o el noroeste de la Península Ibérica.

No existe ningún año de la serie completa donde no se haya dado, al menos, un día de precipitaciones por encima de los 50 mm. Las mínimas se sitúan en: 1976, 1989 y 2016 con sólo 2 días de precipitaciones por encima de los 50 mm, por su parte, con tan sólo 3 días aparecen 1985, 1993 y 2001, con 4 días 1975, 1988, 2005, 2007 y 2010 y con 5 1960, 1995, 2015 y 2017. De media para la serie antigua por año existirían 8,2 días con precipitaciones por encima de los 50 mm, mientras que para la serie más moderna se reducen a 6,4 días.

En cuanto al número mínimo de días con precipitaciones por encima de los 100 mm, en este caso sí existen años que no cuentan con ningún día por encima de esta barrera, en concreto: 1955, 1956, 1957, 1962, 1970, 1971, 1975, 1984, 1985, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1997, 1998, 2000, 2001, 2003, 2008, 2010, 2012 y 2016. De esta forma, podemos comprobar

que la torrencialidad, teniendo en cuenta el número de días con más de 100 mm, se reduce para la segunda serie, puesto que en 16 años de la misma no se dieron días con estas características mientras que para la serie antigua sólo se dieron 7 años. De hecho, de media para la serie más antigua existiría por año un número de 1,6 días de precipitaciones por encima de 100 mm, mientras que para la serie más moderna sólo se daría 1 día.

Se puede colegir, por tanto, que las precipitaciones torrenciales han ido disminuyendo conforme nos acercamos a la actualidad y que eso, en buena medida, ha significado también un descenso de las precipitaciones generales desde la serie más antigua a la más moderna.

Para complementar estos datos también se ha estudiado la cantidad de veces por año en las que no existían precipitaciones durante periodos de tiempo por encima de los 15 días ("sequías"). En este caso los resultados son los siguientes: en la serie más antigua existieron 15 ocasiones sin precipitar por encima de 15 días. En total, sumados todos estos acontecimientos, darían lugar a 288 días. Por su parte, en la serie más moderna se dieron 11 ocasiones con "sequías" superiores a 15 días sin precipitar. En este caso entre todos estos eventos sumarían un total de 178 días. Cabe destacar a 1953 como el año con mayor número de estos acontecimientos (3), mientras que en 1961 y 1993 existieron dos acontecimientos. Por su parte, el mayor periodo de días sin precipitar se situaría en 1953 con 30 días, seguido de 1964 con 27, 1965 con 26, 2016 con 24, 2001 con 22, 1960 con 21 y 1982; 1988; 1993 y 2003 con 19 días.

Fijándonos en los periodos donde se dan este número elevado de días donde no llueve, en 9 ocasiones fue marzo el mes que los registró, en 4 ocasiones se dieron durante los meses de septiembre y noviembre, en 3 ocasiones durante los meses de octubre y diciembre, en 2 en los meses de enero, febrero y abril, en 1 durante junio y agosto. Julio, curiosamente, no registró ni un solo evento. Resulta, cuando menos bastante sorprendente, que sumados los meses veraniegos (julio, agosto y septiembre) den lugar a sólo 5 eventos de esta categoría, es decir, es precisamente la época más cálida la que menos cantidad de eventos de persistencia de tiempo seco por encima de 15 días muestra. Al contrario, resulta que el mes transicional entre el invierno y la primavera: marzo, es cuando se dan registros de máximas relativas de precipitación y por tanto la mayor parte de los eventos de estas características. En general, en esa transición entre febrero y marzo se da lugar a una confluencia ciertamente curiosa puesto que, por una parte, febrero suele marcar mínimas relativas de precipitación como consecuencia de contar con una cierta persistencia de situaciones anticiclónicas del denominado anticiclón continental o de bloqueo (Uriarte, 1983). Se trata de unas altas presiones que se distribuyen de manera oblicua abarcando gran parte del territorio de España, Francia, Alemania e incluso los Países Escandinavos y centroeuropeos. Durante estos periodos este anticiclón se instala en este territorio dando lugar a un tiempo muy estable, con importantes periodos de temperaturas bajas a muy bajas que, no obstante, registran importantes amplitudes térmicas como consecuencia de generar una gran insolación durante las escasas horas diurnas pero, a la vez, una rápida pérdida de temperatura al llegar la noche. Pero, ya hacia marzo, dicho anticiclón ha perdido persistencia y, sin embargo, otro anticiclón, en concreto la cuña anticiclónica de Las Azores genera, a su vez, un tiempo también muy estable que da lugar a periodos dilatados de tiempo sin precipitaciones.

Observando las dos series se puede concluir que mientras el anticiclón de bloqueo era bastante recurrente en la serie más antigua, en las últimas décadas son pocos los años donde realmente aparece o se dan estas circunstancias, mientras que el que va ganando terreno es el anticiclón de las Azores que en unas fechas tan tempranas como marzo comienza a ser relativamente persistente.

Por su parte, durante los meses otoñales existe un cierto contraste entre momentos donde la cuña anticiclónica de las Azores hace que los frentes y situaciones de precipitación sean escasas o más abundantes las situaciones de estabilidad y, por tanto, el número de eventos con días sin precipitaciones por encima de los 15 días, mientras, a la vez y como consecuencia de las mencionadas irrupciones de aire frío en altura, se den las gotas frías con gran aporte de precipitación torrencial.

TABLA 12. Número de días de lluvia por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Días de lluvia por meses de toda la serie	Días de lluvia por meses (1981-2018)
Enero	17,9	17,9
Febrero	16,0	16,1
Marzo	16,6	16,7
Abril	18,1	17,9
Mayo	18,1	17,8
Junio	16,5	16,7
Julio	16,3	16,7
Agosto	14,7	15,0
Septiembre	14,0	13,9
Octubre	13,7	14,2
Noviembre	16,5	16,4
Diciembre	16,0	15,8
Total	194,4	195,0

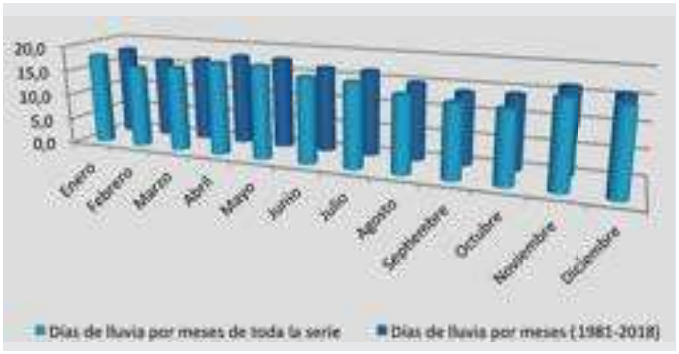


Figura 15.

Figura 15. Número de días de lluvia por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

Pero si importantes son todos estos datos, también lo es la manera de llover, que reflejamos en la tabla 12 y la figura 15 con el número medio de días de lluvia por meses, tanto para toda la serie, como para la que va de 1981 a 2018.

En el caso del número total de días de lluvia a lo largo del año, la serie moderna registra 1,4 días más que toda la serie. Se puede colegir, por tanto, que el número de días de lluvia es superior aunque las cantidades precipitadas son inferiores. Parecería un tanto aventurado admitir que el nivel de torrencialidad se está reduciendo en los últimos años pero lo cierto es que todos los datos expuestos apuntan en esta dirección.

Entre las dos series no existen diferencias notables y se observa que el número de días de precipitación es muy similar, no sólo para las dos, sino a lo largo del año, para los distintos meses. Mientras los mínimos se dan en octubre en la serie más antigua (13,7 días) y en septiembre para la más moderna (13,9 días), los máximos aparecen en abril y mayo para la serie antigua (18,1 días), seguidos de enero con 17,9 días. Para la serie moderna, por su parte, el máximo aparece en enero y abril con 17,9 mientras mayo se sitúa solamente con una décima menos. Es decir, el número menor de días de precipitación se registra entre abril y mayo con cifras muy similares en enero para las dos series. En enero, antes de la aparición del anticiclón de bloqueo o continental, aparecen situaciones muy repetidas de borrascas con frentes asociados que entran a la península por el noroeste, mientras que después de febrero y marzo, cuando éste se retira y antes de que se fortalezca el de las azores, ya en primavera, vuelven a darse estas situaciones de trenes de borrascas que circulan una detrás de otra dando lugar a una inestabilidad clara y asociada a la misma importantes precipitaciones ligadas a situaciones frontales.

Curiosamente, puestos a continuar con la comparación entre las dos series, la completa gana para los meses de enero, abril, mayo, septiembre, noviembre y diciembre, mientras que la serie más moderna, entre 1981 y 2018 gana en los meses de febrero, marzo, junio, julio, agosto y octubre. Lo más curioso sería el hecho de que en la serie más moderna precipitan más días en meses veraniegos como pueden ser junio, julio y agosto.

En Artikutza llueve más de la mitad de los días del año. Oria (2017) estudió los días de precipitación de toda la serie y concluyó que de media en Artikutza vienen a llover casi 190 días al año. Esto unido a los días nublados nos lleva a la conclusión de que sólo un tercio de los días del año se pueden considerar soleados (Lozano, 2006).

Si nos detenemos en los meses de otoño-invierno, la figura 13 muestra que lloviendo un número de días semejante a otros meses, la mitad de los días del mes, se recogen, sin embargo, cantidades mucho más abultadas (incluso más del doble). De esto se puede colegir una relativa torrencialidad de las lluvias, que por otra parte responden a la irrupción de las ya descritas situaciones de gota fría procedentes del Mediterráneo Occidental o al contraste entre las masas marinas del Cantábrico oriental, todavía con registros térmicos relativamente elevados, y las irrupciones de masas atmosféricas relativamente frías en altura.

Si nos fijamos en la primavera, abril y mayo son los meses con mayor número de días de precipitación, lo que unido a un máximo precipitacional secundario implica una forma suave de llover, ligada a frentes atlánticos cargados de humedad, pero cuya descarga se resuelve con el famoso "txirimiri" o "calabobos". Sin embargo, el mínimo en días de lluvia lo marca el verano y su transición hacia el otoño (octubre, septiembre y agosto en la serie más antigua y septiembre, octubre y agosto en la más moderna) aunque el centro del invierno (febrero) registra un mínimo secundario con 16 días en la serie más antigua y sólo una décima más en la más moderna, cuando el anticiclón continental da especial estabilidad a la masa de aire. Curiosamente solo hay una diferencia de 4,4 días entre el número mínimo y el máximo mensual en la serie antigua y 4 en la más moderna. En verano, en Artikutza, queda asegurado un mínimo de 100 mm/mes (asociado a frentes, pero, también, a tormentas convectivas) repartido a lo largo de la mitad de los días, lo que va a explicar la existencia de una masa forestal continua y de una cobertura vegetal propia de estos ambientes oceánicos (Loidi & Bascones, 1995; López et al., 2003).

Figura 16.

Para concluir con este epígrafe nos gustaría volver sobre las elevadas cantidades de precipitación, fundamentalmente de lluvia, que caen sobre este paisaje y se registran en el observatorio de Artikutza. La explicación apunta a diferentes aspectos de diversa índole geográfica y no es sencilla. Autores como Capel (1981), Uriarte (1983) o Lozano y Lozano (2003) coinciden en destacar una situación muy reiterada a lo largo de todo el año, desde finales de septiembre hasta bien entrado el verano (julio), consistente en el dominio de la circulación general del oeste, con trenes de borrascas y anticiclones asociados al frente polar que circulan precisamente entre la Cordillera Cantábrica y el Mar Cantábrico. La posición de esta cordillera de elevadas cotas impide, muchas veces, que estos frentes, sean capaces de superar esa barrera topográfica y los fuerza a enfilarse hacia el este. Una vez se adentran a fondo en el Golfo de Vizcaya encuentran, por una parte, una superficie marina de temperaturas relativamente elevadas (entre septiembre y enero) y, por otra, que la barrera topográfica ahora a su derecha ha descendido mucho en altitud (el arco plegado vasco no supera los 1.600 msnm en sus cotas más elevadas). Además, su trayecto hacia el este se va a ver interrumpido por una nueva barrera topográfica: los Pirineos, que los obligará a tomar una dirección noroeste-sudeste y a adentrarse por estos territorios vasco-navarros de cotas modestas (1.000 m en sus zonas más elevadas -Arainburu 1.053 m-) aunque suficientes para forzar el ascenso de estas masas de aire recargadas de humedad en el Golfo de Vizcaya. A veces, las precipitaciones son frontales, pero, otras, tienen un claro carácter orográfico. Por último, aunque no han sido aún medidas, sería muy interesante investigar, junto a las cantidades dispensadas por precipitaciones de uno y otro tipo, aquellos aportes que se producen como consecuencia de las intensas nieblas que, durante buena parte del año, incluido el verano, se asientan en estos cordales montañosos. Si bien son inapreciables por los aparatos de medición, por lo que reciben el nombre de criptoprecipitaciones, contribuyen a elevar el montante de agua disponible, por condensación del vapor de agua de las nubes al chocar éstas contra la abundante vegetación arbórea.

Figura 16. Situación de cuña anticiclónica y tiempo soleado (mayo 2019). Imagen de los autores.

También hay que tener en cuenta que el Mediterráneo occidental es una fuente continua de ciclogénesis, que alimenta, por atracción, un continuo trasiego de anticiclones con frentes o masas cargadas de nubosidad desde el Cantábrico oriental en dirección al Mediterráneo Occidental. De esta forma, el aire pasa indefectiblemente por estos umbrales en dirección al Valle del Ebro. Son precisamente estos trasiegos continuos de masas de aire, los que dan lugar a ese famoso y continuo viento de dirección NO-SE que, en La Rioja, sur de Navarra y Aragón se conoce como "el cierzo" y que, no obstante, procede del Golfo de Vizcaya y se caracteriza por ser un viento con humedades relativas muy bajas, perfectamente desecante, al haber "exprimido" estos relieves modestos del noreste de Gipuzkoa y noroeste de Navarra la humedad contenida en ellos. Esta cuestión ha sido estudiada por López et al. (2017) para precipitaciones diarias extremas y realmente, la zona más septentrional y occidental de Navarra muestra unas características de localización frente a situaciones de gran precipitación que incrementa, por una parte el riesgo de que se produzcan eventos de precipitación extrema con cierta recurrencia y, por otro, que todo ello coadyuve a que las precipitaciones globales cuenten con estos registros tan elevados.

Otra de las situaciones sinópticas que pueden dar lugar a una alta precipitación sería la derivada de la sustitución de la cuasi permanente zona de bajas presiones de Islandia por un anticiclón, situación que en los últimos años cuenta con cierta recurrencia y que es producida por periodos en los que el índice de la NAO (diferencia de presión atmosférica entre las bajas presiones de Islandia y el anticiclón de Las Azores) es negativo. En determinadas ocasiones esto coincide con otra situación ya comentada y con mucha recurrencia: las bajas presiones en el Mediterráneo occidental, de manera que los flujos vuelven a pasar indefectiblemente por esta zona y por esta barrera montañosa modesta dando lugar a importantes precipitaciones (Oria, 2017). Este tipo de situación se dio en diciembre de 1969 dando lugar en varios días (5) a precipitaciones por encima de los 500 mm, algunas de ellas, además, en forma de nieve por las bajas temperaturas registradas.

Todas estas situaciones meteorológicas, más las derivadas de los movimientos convectivos o de situaciones sinópticas de gota fría (muy recurrentes en otoño), son las responsables de estos registros tan elevados en Artikutza.

7. Nieve

En cuanto a los días de nieve, tal y como se puede observar en la tabla 13 y la figura 17, no existen tampoco para este meteoro diferencias relevantes con respecto a las dos series contempladas. Mientras para la serie completa el número de días de nieve es de 6, para la serie que discurre entre 1981 y 2018 es de 5,9, es decir, la diferencia es de tan sólo una décima a favor de la serie completa. En general, teniendo en cuanta las dos series de datos, es febrero con 2,6 y 2,5 días de media, respectivamente, el que marca claramente el máximo en Artikutza. Entre mayo y octubre, ambos inclusive, la nieve está ausente (a excepción del 28 de octubre de 2018). Tanto en enero como en marzo no se llega como media al día y medio de nieve, mientras que abril y noviembre no alcanzan ni tan siquiera el medio día, y diciembre lo alcanza en la serie completa, mientras que en la serie moderna sobrepasa el medio día por una décima. Lo que sí se comprueba es que los días de nevada se han ido reduciendo conforme pasaba el tiempo. El cómputo total muestra un número relativamente bajo, una vez más, explicado por la influencia de la masa de agua oceánica atlántica. En esta región solo precipita nieve en abundancia cuando se da una situación invernal muy concreta como es la siguiente: una borrasca profunda y extensa en el mediterráneo occidental (que atrae flujos de aire muy frío desde latitudes altas -siberianas-) y a la vez un potente anticiclón situado en las Azores o al este de la Península Ibérica y que impulsa importantes masas de aire desde latitudes altas (polares) pero, a su vez, cargadas de vapor de agua. Con estas componentes se crea la situación perfecta del NNE-SSW para que se den precipitaciones de nieve bastante notables. Esta situación es, por ejemplo, la que dio importantes

Figura 17. Número medio de días de nieve por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra y el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Figura 18. Número medio de días de granizo por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2018). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra y el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

nevadas, con una duración de cerca de dos semanas, a mediados de enero de 1985. También otras situaciones pueden dar lugar a precipitaciones sólidas en forma de nieve, pero éstas se resuelven con pequeñas cantidades y con situaciones atmosféricas relativamente efímeras.

8. Granizo

En cuanto a los días de granizo, en la tabla 14 y la figura 18 se puede constatar que, al igual que ocurría para otros meteoros, para éste tampoco existen diferencias notables entre una serie y otra, de manera que la serie más moderna cuenta con 1,4 días más. No es un meteoro especialmente prevalente tanto a escala local como regional. En general se observa que

TABLA 13. Número medio de días de nieve por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Días de nieve por meses serie completa	Días de nieve por meses 1981-2018
Enero	1,1	1,1
Febrero	2,6	2,5
Marzo	1,2	1,1
Abril	0,4	0,4
Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0
Julio	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0
Septiembre	0,0	0,0
Octubre	0,1	0,1
Noviembre	0,2	0,2
Diciembre	0,5	0,6
Total	6,0	5,9

TABLA 14. Número medio de días de granizo por meses en el observatorio de Artikutza para la serie completa y la de los últimos años (1981-2010). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Gobierno de Navarra.

	Días de granizo por meses serie completa	Días de granizo por meses (1981-2018)
Enero	1,0	1,2
Febrero	1,6	1,8
Marzo	1,4	1,6
Abril	0,9	1,3
Mayo	0,5	0,6
Junio	0,2	0,2
Julio	0,1	0,1
Agosto	0,2	0,2
Septiembre	0,1	0,1
Octubre	0,2	0,2
Noviembre	0,5	0,7
Diciembre	0,7	0,8
Total	7,5	8,9

Figura 17.

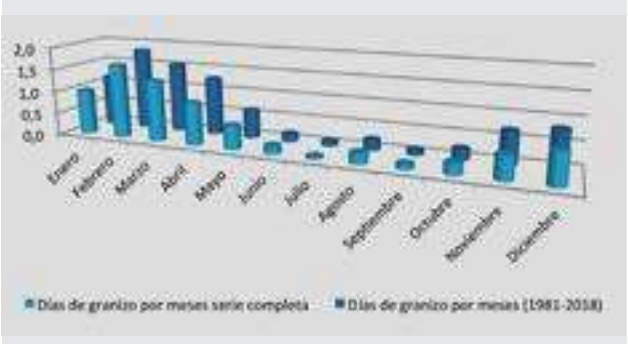


Figura 18.

hay probabilidad de que caiga una granizada en cualquier mes del año, aunque entre mayo y octubre se reducen considerablemente. La aparición de este meteoro suele responder a diferentes situaciones meteorológicas, o bien convectivas a finales de la primavera y durante todo el verano, o dependientes de la irrupción de gotas frías durante el otoño o, en el resto del año, asociadas a frentes atlánticos. En cualquier caso, es curioso que sean los meses de verano los que muestran los mínimos absolutos cuando en ámbitos mediterráneos como la ibérica turolense sean meses donde la existencia de situaciones de tormenta y asociadas a ella granizo o incluso piedra, sean relativamente abundantes (La Roca et al., 2017). Otros registros modestos que no llegan al día de media son los de noviembre con 0,5 y 0,7 días respectivamente y diciembre (0,7 y 0,8 días respectivamente), abril cuenta con 0,9 días para la serie completa pero sobrepasa el día (1,3) para la serie moderna. Los máximos se observan en febrero y marzo en las dos series.

Conclusiones

A continuación y de forma sucinta se recogen las conclusiones más importantes de este capítulo.

En primer lugar hay que reseñar que Artikutza se caracteriza por un tipo de clima "Cfb" o "clima templado húmedo sin estación seca según la clasificación propuesta por Köppen. Según la clasificación de Strahler se insertaría dentro de un clima oceánico de las costas occidentales, típico de latitudes medias y de sectores a caballo entre las masas de aire polar y tropical. Por lo tanto, un clima con temperaturas moderadas durante todo el año y muy buenos registros precipitacionales bien repartidos.

La razón fundamental de estas clasificaciones es su ubicación en latitud media y muy influenciado por la masa marina del Cantábrico, en particular y oceánica del Atlántico, en general.

La temperatura media anual de toda la serie es de 12,3 °C, la misma registrada por la serie que discurre entre 1981 y 2018. Es decir, no existe gran diferencia entre las temperaturas de toda la serie de observaciones y los registros que afectan a la última parte del siglo XX y a la primera del XXI.

Debido a que las cotas más altas de la zona se encuentran a más de 1.000 metros, las temperaturas medias de éstas se situarían, de media, a 8,1 °C.

Las temperaturas medias mínimas se registran en los meses de febrero y enero, siendo agosto el mes más caluroso (18,8 °C), muy cerca de julio. Mientras el ascenso primaveral es más gradual, el enfriamiento otoñal es más drástico.

Lo mismo ocurre con las medias de las mínimas y la media de las máximas.

La mínima absoluta se da dentro del mes de febrero con -13,2 °C, mientras que la máxima absoluta se da con 37 °C en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. Nunca se superaron los 40 °C lo que habla, junto a las temperaturas medias, de veranos relativamente frescos. Las máximas absolutas van normalmente asociadas en verano a días de olas de calor con irrupción de masas de aire sahariano. En otoño e invierno se pueden dar altas temperaturas debidas a la irrupción de viento sur impulsado por los trenes de borrascas que entran a la península por el Golfo de Cádiz o por la fachada atlántica portuguesa. Por su parte, las mínimas absolutas se deben principalmente a situaciones de anticiclón continental en invierno, o también a la irrupción de masas de aire ártico o siberiano.

No existe gran diferencia entre las temperaturas de la serie completa y las de la serie más moderna, de manera que para este enclave no ha existido un aumento de temperatura apreciable.

La temporada de heladas se situaría entre finales de octubre y mediados de abril.

Los registros precipitacionales son realmente notables alcanzando los 2.604,4 mm/año. Seguramente pueden considerarse como los más abultados de la Península Ibérica, y entre los mayores de Europa en una altitud modesta como son los 313 metros a los que se sitúa la estación.

Para la serie que recoge los últimos años (1981-2018), los registros se sitúan en 2.518,1 mm/año. Es decir, en los últimos años ha existido una cierta reducción de las precipitaciones de manera que precipitarían 86,3 mm menos al año de media. La precipitación se ha reducido ostensiblemente en el mes de diciembre pero se ha incrementado en el mes de marzo, aunque no de forma tan notable como la pérdida de diciembre.

Las precipitaciones se reparten durante todo el año, de manera que las mínimas mensuales nunca son inferiores a los 100 mm. Cabe reseñar el descenso de las cantidades durante la época estival: junio (139,8 mm), julio (123,6 mm) y, sobre todo agosto con una mínima media de 113,5 mm. Los máximos se registran en otoño-invierno con un repunte secundario en primavera: diciembre (262,2 mm), febrero (313,9 mm), noviembre (318,9 mm) y enero (345,6 mm).

Dentro de la serie completa hay que destacar que 10 años se sitúan por encima de los 3.000 mm: 1951, 1954, 1958, 1965, 1966, 1969, 1874, 1979, 1980 y 2013. Todos ellos, a excepción del último, aparecen dentro de la serie antigua, es decir, hasta el año 1983, sin embargo, desde ese año hasta la actualidad solo existe ese registro que supere los 3.000 mm.

En cuanto a las precipitaciones más modestas, éstas se dieron en 1989 con tan sólo 1.495,2 mm. En toda la serie sólo 6 años recogieron precipitaciones por debajo de los 2.000 mm: 1955, 1985, 1989, 2001, 2006 y 2010. Salvo el primero el resto pertenecen a la segunda serie.

La torrencialidad de las precipitaciones ha ido disminuyendo conforme nos acercamos a la actualidad. Eso, en buena medida, ha significado también un descenso de las precipitaciones generales desde la serie más antigua a la más moderna.

En cuanto a eventos con más de 15 días seguidos sin precipitar, en la serie más antigua existieron 15. En total, sumados todos estos acontecimientos, darían lugar a 288 días. Por su parte, en la serie más moderna se dieron 11. En este caso entre todos estos eventos sumarían un total de 178 días.

La mayor parte de estos eventos se da en marzo que, por otra parte, también marca máximos relativos de precipitación. En general, en esa transición entre febrero y marzo se da lugar a una confluencia ciertamente curiosa puesto que el anticiclón de bloqueo o continental muchas veces da lugar, sin solución de continuidad, a la aparición de la Cuña anticiclónica de Las Azores, de manera que las situaciones de estabilidad sin precipitación son relativamente recurrentes.

En Artikutza llueve más de la mitad de los días del año, en concreto 190. Esto unido a los días nublados nos lleva a la conclusión de que sólo un tercio de los días del año se pueden considerar soleados.

La circulación general del oeste empuja frentes asociados a borrascas o incluso anticiclones y hace que discurran por la fachada cantábrica sin poder atravesar los montes de la Cordillera Cantábrica que también se encuentran con la barrera de los Pirineos y, por tanto, se ven obligados a discurrir por la bisectriz del Golfo de Bizkaia. Por tanto, en la zona de Artikutza existe una gran cantidad de precipitación asegurada.

El número medio de días de nieve oscila entre 6 para la serie completa y 5,9 para la más reciente. El máximo de días de nieve se da en febrero con 2,6 días, enero y marzo cuentan con poco más de un día y diciembre se queda en 0,5 días. Las nevadas también pueden darse desde finales de octubre hasta abril.

El número medio de días de granizo oscila entre 7,5 para la serie completa y 8,9 para la más moderna. Puede granizar en cualquier mes y estación del año aunque los máximos se registran en abril y los mínimos en junio, julio, agosto y septiembre.

Bibliografía

Arrate, A. 2019. Artikutzako prezipitazioen analisia. Espainiako eta Europako beste behatoki euritsuenetako datuekin alderatuz. Euskal Herriko Unibertsitaea (argitugabeko GRAL-a). Vitoria-Gasteiz.

Capel, J.J. 1981. Los climas de España. Oikos Tau. Barcelona.

Capel, J.J. 2000. El clima de la Península Ibérica. Ariel. Barcelona.

Dorronsoro, B., Lozano, P.J., Latasa, I. 2015. Nafarroako Artikutzako baso landarediaren inbentarioa, karakterizazioa eta egituraren analisia. Lurralde. 38: 159-186.

Gobierno de Navarra. 2019. Ficha climática de la estación meteorológica de Artikutza. http://meteo.navarra.es/climatologia/fichasclimaticas_estacion.cfm?IDestacion=74

Köppen, W. 1938. Des geograsphischen System der klimate. En: Handbuch der klimatologie. Köppen, W., Geiger, R. (Eds.). Borhtraeger. Berlin.

La Roca, N., Varela, R., Lozano, P.J., Logares, L.A. 2018. Dinámicas ambientales y paisajísticas ligadas al abandono rural del supramediterráneo de Gudar-Maestrazgo (Sistema Ibérico). Universidad del País Vasco y Universidad de Valencia. Vitoria.

Loidi, J., Bascones, J.C. 2010. Memoria del Mapa de Series de vegetación de Navarra. Gobierno de Navarra. Pamplona.

López, M.L., Piñas, S., Amezketa, A., Aquerreta, S., López, M.S., Almarcegui, I., Urdiain, M., Royo, A. 2003. Mapa bioclimático de Navarra. Poblaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica. 15: 53-63.

López, J.J., San Martín, I, Erro, J., Goñi, M. 2017. Determinación de los cuantiles de precipitación diaria en Navarra. Jornadas de Ingeniería del agua, Línea temática B, Hidrología, usos y gestión del agua. Riegos. Energía hidroeléctrica. 1-15.

Lozano, M.A., Lozano, P. 2003. Régimen de temperaturas del sector norocciental de Navarra y nororiental de Guipúzcoa en la segunda mitad del siglo XX. Lurralde. 26: 201-218.

Lozano, P.J. 2006. Régimen precipitacional en el norte de Navarra y Guipúzcoa ¿record peninsular y europeo?. Nimbus. 17-18: 125-144.

Oria, P. 2017. Artikutza, 190 días de lluvia al año. Repositorio de AEMET. https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/8938/1/Artikutza_CAL2018.pdf

Pejenaute, J.M. 1991. Estudio del otoño lluvioso de 1993 en Navarra. Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía. 6: 41-78.

Pejenaute, J.M. 1996. Estudio de un episodio de lluvia torrencial en Navarra con efectos de inundación. Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía. 9: 133-177.

Pejenaute, J.M. 2001. Las temperaturas del territorio que se extiende desde el Cantábrico Oriental al Valle del Ebro durante el periodo internacional 1961-1990. Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía. 13: 85-120.

Pejenaute, J.M. 2012. Influencia de los factores geográficos en las inundaciones de los Valles Cantábricos navarros. Territoris. 8: 193-211.

Strahler, A., Strahler, A. 1994. Geografía Física. Omega. Barcelona.

Uriarte, A. 1983. Régimen de precipitaciones de la costa NW y N de la Península Ibérica. Caja de ahorros provincial de Guipúzcoa. San Sebastián.

II

Artikutzako arrokak eta beraietan irakurritako bilakaera geologikoa

Arturo Apraiz

Euskal Herriko Unibertsitatea
arturo.apraiz@ehu.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Las rocas de Artikutza y la evolución geológica que se lee en ellas

Para comprender muchas de las características de Artikutza (relieve, vegetación, hidrografía, paisaje...) es necesario considerar la geología como punto de partida. Las características de las rocas que forman el sustrato determinan en gran medida la morfología de Artikutza y determinarán su evolución futura. Las crestas más redondeadas de la zona granítica del norte y el color del suelo más claro, más gris y más ácido, contrastan con las laderas más escarpadas del sur y los suelos más oscuros, más densos y más basales. Estas características actuales no son sino los últimos rastros de una evolución geológica muy larga, las últimas huellas de un recorrido de más de 300 Ma. Las rocas más antiguas que emergen son del Paleozoico, del periodo Carbonífero (alrededor de 360-300 Ma) para ser más exactos. En todo ese tiempo, las rocas de Artikutza han sufrido dos procesos orogénicos (herciniano y alpino), participaron activamente en una gran parte del ciclo sedimentario que provocó la aparición de la roca vasco-cantábrica y están participando en el siguiente ciclo sedimentario que se está produciendo desde que concluyó la orogenia alpina.

Artikutza se encuentra dentro del macizo de Bortziri, donde emergen las últimas rocas paleozoicas que se pueden encontrar al oeste en los Pirineos. Son rocas metamórficas de bajo grado del Carbonífero y allí se encuentra el plutón de Aia, el único granitoide que emerge en el País Vasco. Las rocas paleozoicas están rodeadas de rocas detríticas rojizas de las facies Buntsandstein (Triásico), que indican la transición entre los ciclos herciniano y alpino.

Las rocas más antiguas dentro de los límites de Artikutza son, por lo tanto, metasedimentos carboníferos. En las rocas paleozoicas se intuye el plutón de Aia, y en Artikutza emerge la parte sur del plutón, la que se compone principalmente de leucogranito, aunque solo se han encontrado unos pocos afloramientos de facies basales en el límite norte (Figura 1). Las únicas rocas sedimentarias del Mesozoico se hallan al sur de Artikutza, concretamente la arenisca roja y la lutita de las facies Buntsandstein del Triásico.

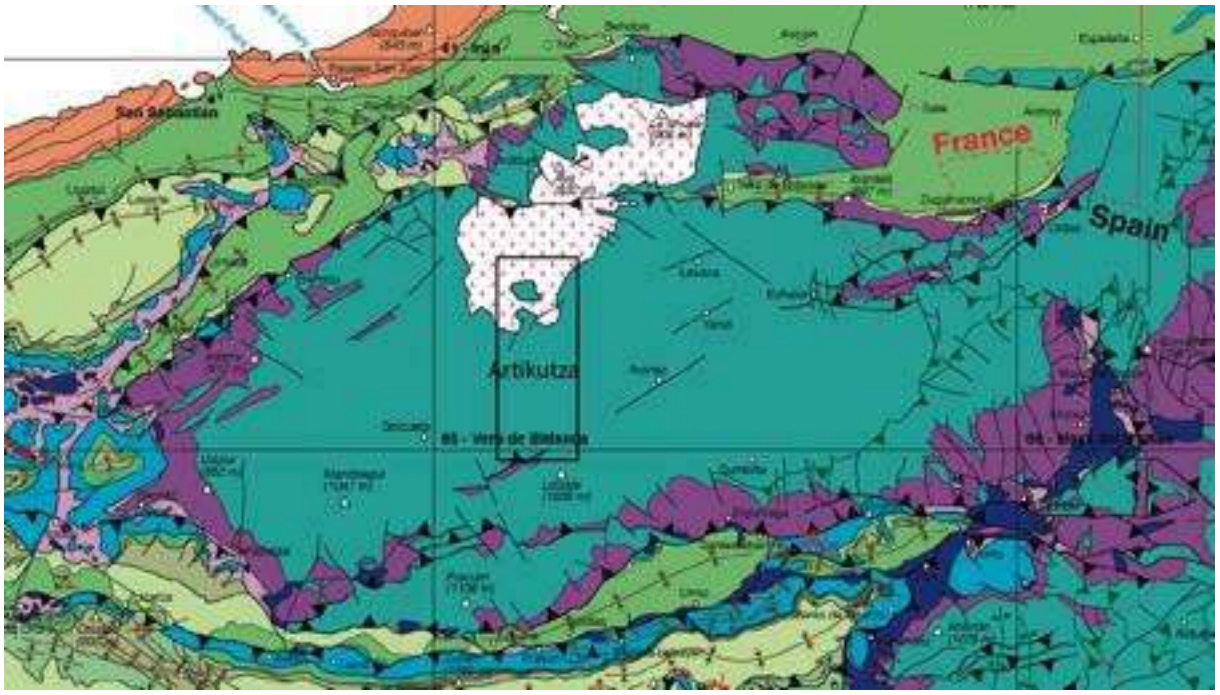


Figura 1.

1. Sarrera

Artikutzako ezaugarri asko eta asko ulertzen hasteko, hala nola, erliebea, landaretza, hidrografia zein, azken batean, paisaia, beharrezkoa da geologia oinarri gisa hartzea. Sustratoa osatzen duten arroken ezaugarriek (gogortasuna, urarekiko portaera, deformagarritasuna, kimismoa edo higaduraren aurreko portaera) ein handi batean, Artikutzako morfologia baldintzatzen eta baldintzatuko dute etorkizuneko bilakaera. Iparraldeko eremu granitikoaren tontor borobilduagoak, lurzoruko kolore argiago, pikortsuago zein azidoagoak kontrastatu egiten dute hegoaldeko malda malkartsuagoekin eta lurzoru ilunago, trinkoago eta basikoagoarekin.

Gaur eguneko ezaugarri horiek bilakaera geologiko oso luze baten azken arrastoak baino ez dira, 300 Ma pasa duen ibilbidearen azken aztarnak. Paleozoikoak dira bertan azaleratzen diren arrokarik zaharrenak, Karboniferokoak (360-300 Ma inguru) gehiago zehaztearren. Denbora horretan guztian, Artikutzako arrokek bi prozesu orogeniko (Hertziniarra eta Alpetarra) jasan dituzte, Euskokantauriar arroko sorrera eragin zuen ziklo sedimentarioaren zati handi batean partaidetza aktiboa izan zuten eta orogenia Alpetarra bukatu zenetik gaur egunera arte, garatzen ari den hurrengo ziklo sedimentarioaren partaide izaten ari dira.

Ondoren, Artikutzan azaleratzen diren arrokak deskribatuko dira eta horren ostean bilakaera geologikoaren inguruan egin daitezkeen interpretazioak aipatuko dira. Horretarako azken 50 urteetan bertan eta inguruko lurraldeetan lan egin duten geologoen lanak eta gu geuk egindako behaketak erabiliko dira oinarri gisa.

1. irudia. Bortziriko Mazizoaren eta inguruko lurraldeen mapa geologikoa (Abalos, 2016), bertan Artikutzaren kokapena dago zehaztuta.

2. irudia. Artikutzako mugen barneko mapa geologikoa. Oinarria Nafarroako mapa geologikoa da eta aldaketa txiki batzuk gainezarri dira.

2. Artikutza osatzen duten arroken deskribapena

Artikutza Bortziriko mazizoaren barne kokatuta dago, Pirinioetan mendebalderantz aurki daitezkeen azken arroka paleozoikoak azaleratzen dira bertan. Arroka paleozoikoak Devoniarreko eta Karboniferoko metamorfismo gradu baxuko edo oso baxuko arroka metamorfikoak dira eta bertan lekutzen da Aiako plutoia, Pirinioetan mendebalderen azaleratzen den granitoidea (Ir. 1). Arroka paleozoikoak Triasikoko Buntsandstein fazieseko

arroka detritiko gorrixken bitartez inguratuta daude, ziklo Hertziniarraren eta Alpetarraren arteko trantsizioaren adierazgarri.

Artikutzako mugen barne aurkitzen diren arroka zaharrenak beraz, Karboniferoko metasedimentuak dira; sekuentzia turbiditikoei dagozkien hareharri eta lutiten arteko txandakapenak batez ere, eta noiz behinka kareharriak eta konglomeratuak tartekatuta ageri dira (Ir. 2). Arroka paleozoikoetan Aiako plutoia intruitzen da, eta Artikutzan plutoiaren hegoaldea azaleratzen da, batez ere leukogranitoz osatuta dagoena, nahiz eta iparraldeko ertzean fazies basikoen azaleramendu gutxi batzuk aurkitu (2. irudia). Artikutza hegoaldean aurkitzen dira Mesozoikoko arroka sedimentario bakarrak, Triasikoko Buntsandsteineko faziesei dagozkien hareharri eta lutita gorriak ain zuzen ere.

2.1. Arroka paleozoikoak

Bortziriko mazizoan Pirinioetan mendebalderen azaleratzen diren arroka paleozoikoak ikusten dira (Ir. 1), Euskokantauriar arroko basamentua osatzen dute eta arroko arroka zaharrenak dira. Oro har, bertan hiru sekuentzia bereizten dira:

Mazizioaren ekialdean azaleratzen den sekuentzia karbonatatu-klastikoa zaharrena litzateke, seguraski Siluriarrerik Karbonifero goiztiarreraino luzatzen dena (Heddebaut, 1973; Juch & Schäfer, 1974; Requadt, 1974).

Gainean Aranaz Formazioko kareharriak kokatzen dira, seguraski Karboniferoaren eri aldeko adinekoak (326-315 Ma) (Heddebaut, 1973).

Sekuentzia gazteenak eta hedatuenak itxura flyschoidea du eta aurrekoa baino gazteagoa da (315-306 Ma) (Requadt et al., 1977; Devolvé et al., 1987). Sekuentzia, batez ere, arroka metapelitiko eta hareharritsuen arteko txandakapenaz dago eratuta, nahiz eta lokalki konglomeratuen zein kareharrien tartekapenak ikus daitezkeen.

Artikutzako mugen barne aurkitzen diren arroka metasedimentario paleozoikoak azken sekuentziari dagozkionak baino ez dira (Ir. 2). Nagusiki sekuentzia detritiko oso monotono eta iluna (gris-beltza) da, lutitek osatzen dute sekuentziaren gehiengoa eta hareharriekin txandakatuta ageri dira (Campos, 1979). Lutitek zentimetro gutxi batzuetatik 30 cm bitarteko geruzak eratzen dituzte, lohi-buztin tamainako pikorrez daude eratuta eta kuartzo, mika, buztin eta materia organikoaren arteko proportzio ezberdinek eragiten dute egitura geruzatua. Hareharriek banaketa heterogeneoa dute lutiten mailen artean, zenbaitean zaila izanik hareharriak bilatzea eta beste batzutan

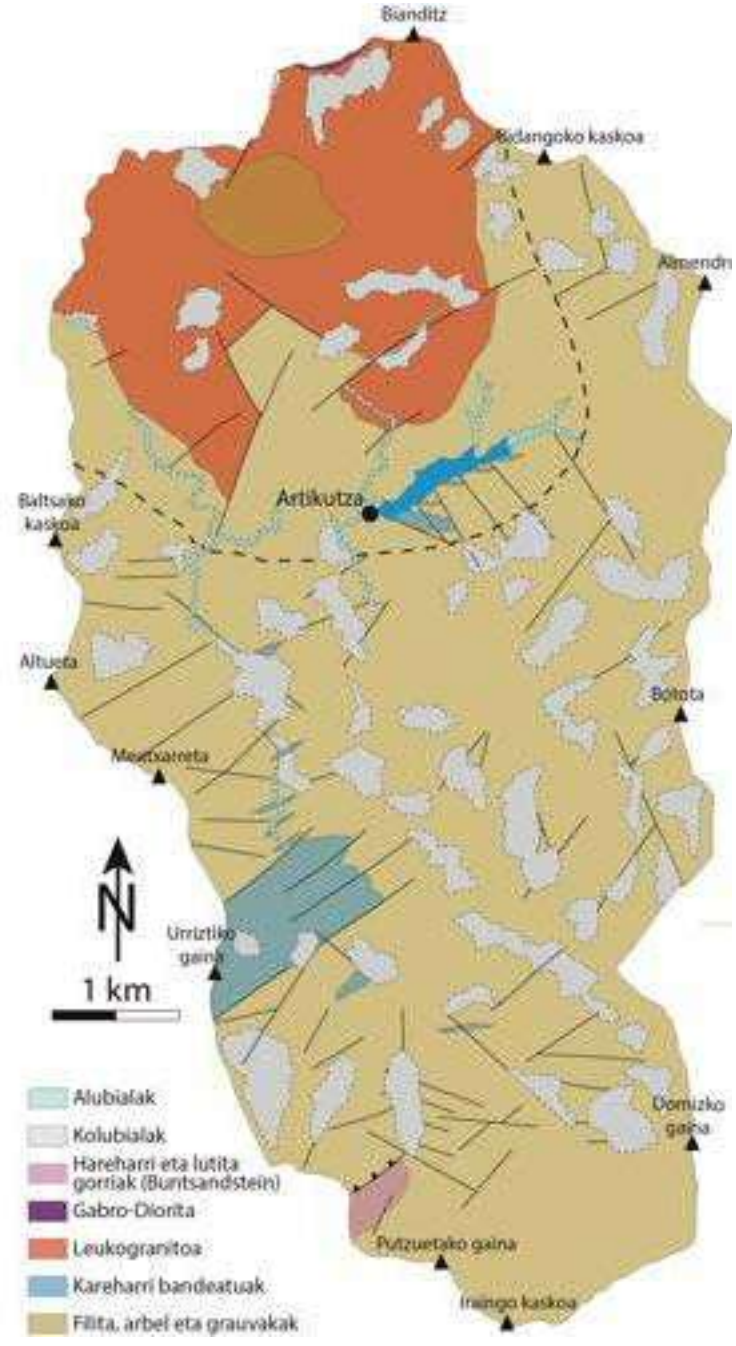


Figura 2.

Figura 3.

3. irudia. Arrokaren fabrikak argi erakusten du bi foliazioaren arteko gainjarpena, deformazio-fase desberdinak izan zirela baieztatuz. Artikutzatik gertu, karreterako azaleramenduetan lortutako argazkia.

sekuentziaren %50a baino gehiago osatzen dute. Oro har, geruzapen nabarmena erakusten dute, 50 cm baino lodiera handiagorik ez dute izaten eta kuartzo eta miken proportzio ezberdintasunek eragindako barne-bandeatu milimetrikoa erakustea ohikoa da. Serie detritikoan tartekatuta kareharrizko maila ugari agertzen dira, 2. irudian kartografiatuta ageri direnak baino askoz gehiago. Lodienak, 50 metro inguru dauzka, baina oro har askoz ere meheagoak dira (2-20 m) eta albo-hedapen mugatua izaten dute, ehundaka metro gutxi batzuk gehien jota, horregatik ez dira kartografiatuta azaltzen. Kolore gris-urdinxka dute eta bandeatu zentimetriko nabarmena erakusten dute, barneratutako material detritikoaren kopuru desberdinaren araberakoa (Campos, 1979).

Sekuentziaren monotoniak ez du errazten egituraren ezaugarri kartografikoak bereiztea, eta egiturei buruz ezagutzen dena eskala txikiko egituretatik egin diren interpretazioen eta hurbileko lurralde paleozoikoetan lortutako datuen ondorio dira. Egitura adierazgarrienak agian, sarritan ikusten diren gainjarritako bi foliazioak dira (Ir. 3), arroka paleozoikoetan baino eragina ez duten bi deformazio-fase izan zirela gutxienez adieraziz. Lehenengo deformazio-fasearen (D_1) ezaugarriak ondorengo deformazioek izkutatu dituzte. Bigarren deformazio-faseak (D_2) eragiten ditu lurraldearen ezaugarri estruktural nagusiak (Pesquera & Velasco, 1988; 1997). Horrekin lotzen diren tolesak estuak edo isoklinalak dira eta plano axialarekiko paraleloa den eskistositate nabarmena (S_2) garatzen dute, sarritan geruzapenarekiko paralelo kokatzen dena. Lokalki, pelitetan bigarren eskistositatea krenulatuta ageri da. Krenulazioa toles kontzentriko edo angeluarrak eratzen dituen hirugarren deformazio-fase batekin (D_3) lotzen da.

Deformazio-prozesu hertziniarrekin batera eta, batez ere, bigarren deformazio-fasearekin lotuta, presio-baxuko eskualde-metamorfismoa garatzen da (Pesquera, 1985; Pesquera & Velasco, 1997). Oro har, metamorfismoa oso gradu baxukoa da, nahiz eta zenbaitetan gradu baxuko paragenesi mineralak (biotita ± andaluzita ± granate) ere aurkitu diren. Granatearen agerpenak eta burututako azterketa geotermobarometrikoek adierazten dute, gehien jota, arroka paleozoikoek 450-500°C lortu zituztela, 1-1.5 kbar-ko presiopean (Pesquera & Velasco, 1988; 1993). Baldintza horiekin lutitak arbel edo filitetara eraldatzen dira, nahiz eta zenbait azaleratan garatutako filosilikato proportzio handiek puntualki eskistoen itxura eman arrokari.

2.2. Aiako plutoia

Aiako plutoia Pirinioetako plutoi guztien artean mendebaldekoena eta gazteenetarikoa da, gainera beste plutoiengandik bereizten dituen zenbait ezaugarri propio ditu; hala nola, erakusten duen deformazio eskasa edo zonazio petrografiko jarraiturik ez izatea (Debon et al., 1996; Olivier et al., 1999). Plutoiak geometria obalatua du, NNE-SSW norabidean luzatuta ageri da eta 10 km luze eta 4 km zabal da (Ir. 4). Tamaina txikia du (40-45 km^2) eta ondorioz stock gisa sailkatzen da. Stocka aurreko atalean deskribatutako metamorfismo gradu baxuko

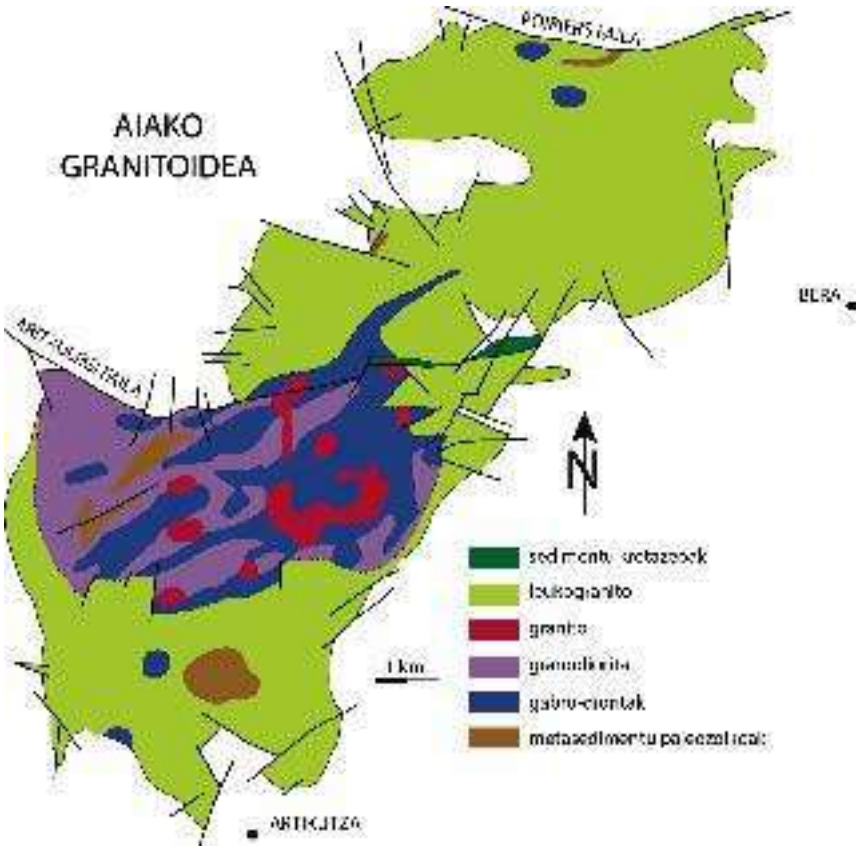


Figura 4.

metasedimentu Devoniar eta Karboniferoetan lekutu zen eta Aritxulegiko failaren bitartez erdibituta ageri da (Ir. 4). Plutoiaren barne, konposizio desberdineko arrokak bereizten dira, hala nola, gabroak, dioritak, granodioritak, montzogranitoak eta leukogranitoak (Pesquera, 1985; Pesquera & Pons, 1990). Litologia horiek bi eremuetan biltzen dira:

Kanpo aldeko eremua: Iparraldeko eremuan nagusi bada ere, hegoaldeko ertzean ere ageri da eta pikor finetik pikor larrira duen leukogranitoz dago osatuta nagusiki, eta lokalki enklabe mafikoak ikusten dira.

Barne aldeko eremua: litologikoki aldakorragoa da eta mafikoagoa ere; batez ere, pikor fin-ertaineko gabroz, pikor fin-ertaineko granodiorita ekigranularrez eta porfiritikoz eta granitoz dago eratuta.

Haisera batean plutoiaren lekutzea Orogenia Hertziniarraren bigarren deformazio fasearekin lotzen bazen ere (Pesquera & Pons, 1990; Olivier et al., 1999), azkeneko U-Pb datazioetan ondorioztatutako 267.1±1.1 Ma-ko adinak, argi adierazten du plutoia orogeniaren ostekoa dela eta grabitazio-kolapsoarekin abiatutako estentsio-fasearekin dagoela lotuta (Denèle et al., 2011). Plutoiaren barruan bereizten diren bi eremuetako magmek jatorri desberdina dute; barne aldeko arroka mafikoagoak mantuko arroken fusio partzialetik datoz eta kanpo aldeko leukogranitoak kontinente-lurrazaleko fusio partzialetik. Hala ere, bi unitateak batera lekutu zirela argi gelditzen da beraien artean ikus daitezkeen nahasketa homogeneo (mixing) eta hetereogenoaren (mingling) arrastoen ondorioz (Pesquera, 1985; Apraiz, 2018).

Granitoidearen hiru dimentsioetako geometriari buruz badirudi Aritxulegiko failaren iparraldean gelditzen den erdian oina nahiko laua dela eta 750 m-ko sakoneran aurkitzen dela. Aldiz, Aritxulegiko failatik hegoaldera inbutu forma du, alde sakonena (3.500 m) fazies basikoenen azpian dago eta hegoalderantz zabaldu eta mehetu egiten da (Olivier et al., 1999; Denèle et al., 2011).

4. irudia. Aiako granitoidearen barne bereziten diren arroka desberdinak erakusten duen mapa geologikoa. Pesquera (1985) lanetik moldatuta.

Artikutzako mugen barne leukogranitoa da nagusi, nahiz eta iparraldeko mugan, Eskaseko sarreraren aurretik, fazies mafikoari dagozkion arrokak ere azaleratu (Ir. 2). Leukogranitoak izaera masiboa du eta diaklasa-planoek bereiztutako blokeak antzematen dira. Oro har, pikor-larriko leukogranitoak dira nagusi eta ehundura inekigranularra da ohikoena (Ir. 5), non feldespato alkalinoen kristalek 2 cm-tik gorako tamaina eta ehundura euhedrala izan baitezakete, arrokari ehundura porfidikoaren ezaugarriak emanez, eta kuartzoek zentimetro batetik beherako oso tamaina aldakorra eta ehundura anhedrala baituten. Matriza tamaina txikiagoko kuartzo, feldespato eta plagioklasa anhedralez dago osatuta. Oso proportzio baxuan antzematen diren kristal ilun isolatu txikiak biotitak dira. Pikor finagoko faziesak ere aurki daitezke, ehundura ekigranularragoa erakusten dutenak. Oro har biotita-proportzio baxuaren eraginez arrokek oso kolore argia dute, ondorioz leukogranito izena ematen zaie montzogranitoen edo sienogranitoen konposizioa duten izaerako arroka horiei. Noizean behin, moskovita edo fluorita bezalako mineralak aurki daitezke ere, beti oso proportzio txikietan.

Artikutza iparraldean aurkitzen diren arroka mafikoak (5. irudia) gabroak eta dioritak dira, plutoiaren barne aurki daitezkeen arrokarik basikoenak. Oro har, pikor fineko arrokak dira, barne-egitura nabrmenik erakusten ez dutenak eta, batez ere, piroxenoz, anfibolez, biotitaz eta plagioklasaz eratuta daude. Mineral mafikoen arteko proportzioak oso aldakorrak dira, baina gehienetan piroxenoa da, plagioklasarekin batera mineral nagusia. Askoz proportzio baxuagoetan aurkitu dira ere kuartzoa, feldespato potasikoa, ilmenita, zirkoia, apatito, klorita, esfena eta epidota.

Barne aldeko arroka mafikoen eta leukogranitoaren arteko mugan ohikoak dira jatorri desberdineko granitoideen arteko nahasketa adierazten dituzten hainbat ehundura berezi aurkitzea. Ohikoenak ehundura ozelarrak eta rapakiwi-ehundurak dira (Ir. 6). Ehundura ozelarretan ikusten da nola kuartzo globularren inguruan mineral ferromagnesianoak pilatu egiten diren. Rapakiwi-ehundurak aldiz, sortzen dira feldespato potasikoaren inguruan plagioklasa kristaltzen denean. Batak zein besteak adierazten dute kristaltze-fasean zegoen magma batean bapateko kimismoaren aldaketa gertatu dela, segurazko magma desberdinen arteko nahasketaren eraginez, eta baldintza berrietara egokitzeko mineral berrien kristaltzea gertatzen da, deskribatutako ehundurak sorraraziz.+

2.3. Ukipen metamorfismoa

Aiako plutoiaren inguruan ukipen-metamorfismoak garatutako aureola metamorfikoa ageri da. Aureolaren lodiera oso aldakorra da, N-an 100-200 metro ingurukoa da eta S-an aldiz, askoz zabalagoa, km bat izatera heltzen da (Pesquera, 1985). Beraz, Artikutzako lurraldeak dira Aiako plutoiak eragindako ukipen-metamorfismoaren eragina aztertzeko lekurik egokiena, bertan baitu ukipen metamorfismoak hedadura gehien (2. irudiko mapan lerro ez-jarraituak adierazten du ukipen-metamorfismoaren muga).

Ukipen-metamorfismoaren ondorioak litologia egokietan baino ez dira islatzen, buztin-mineral gutxiko arroketan ez da inolako aldaketa mineralogikorik somatzen. Plutoira hurbildu ahala bereiztu daiteken lehendabiziko aldaketa nabarmena arbel motadunen agerpena da. Motak, litologia egokietan baino ez dira garatzen eta hasieran foliazio nagusia mimetizatzen duten burdin oxidoen kontzentrazioak baino ez dira. Moten konposizioa progresiboki aldatzen da eta plutoitik zenbat eta gertuago biotita, andaluzita eta kordierita bezalako mineralen garapena ematen da. Ehundura ere aldatu egiten da, eta nahiz eta inoiz ez galdu jatorrizko fabrika metamorfikoa arrokak gero eta trinkokagoak dira. Ukipen-metamorfismoaren aztarnarik adierazgarrienak granitoidetik gertu pegmatiode kuartzofeldespatikoetan garatzen diren andaluzita idiomorfo handiak (5 cm) dira. Beraz, ukipen-metamorfismoaren aureolako kanpoko aldean albita-epidotadun korneanak eta barneko aldean, granitoidearen inguruko lehendabiziko metroetan, horblendadun korneanak bereizten dira (Campos, 1979).

2.4. Arroka mesozoikoak

Diskordanteki Bortziriko Mazizoaren arroka paleozoikoen gainetik sekuentzi mesozoikoa kokatzen da, Triasikoko Buntsandstein faziesarekin abiatzen dena (Ir. 1). Artikutzako mugen barruan, sekuentzia mesozoikoaren arrasto bakarra hegoaldeko mugan aurki daiteke (Ir. 2). Bertan, inguruko arroka paleozoikoekin duen ukipen-mota tektonikoa da iparraldetik, zamalkadura baten bidez arroka paleozoikoak Triasikoko hareharrien gainetik kokatzen dira eta, hegoaldetik, arroka sedimentarioak diskordanteki ageri dira arroka paleozoikoen gainetik. Buntsandsteineko hareharri gorri bereizgarriak dira nagusi. Hareharriak pikor fin-ertainekoak dira, 20-50 cm bitarteko lodierak izaten dituzte eta sarritan geruzapen gurutzatuak erakusten dituzte. Noizean behin askoz meheagoak (5-20 cm) diren lutita gorrien geruzak tartekatzen dira hareharrizko geruzen artean.

2.5. Artikutzako mineralizazioak

Artikutza hegoaldean, Elama errekan gora, Fe-mineralizazioak hustiatu izan dira XIX. mendearen bukaeran eta XX. mendearen hasieran. Burdina minerala piritan aberatsak diren filitetan eta kareharri bandeatuen barne agertzen da (Pesquera, 1985).

Mineralizazioa bi eratara aurki daiteke. Alde batetik, siderita bandeatu gisa (Igantzin antzeko azaleramenduak ikusten dira) eta, bestetik, piriten eta kaltziten bandeatu gisa. Zenbaitetan magnetitazko noduluak aurkitzen dira piritazko mineralizazioekin batera. Ohikoak dira flaser-motako egiturak, zeinetan elipsoide formako kuartzozko pikorrak agertzen diren, foliazioak inguratzen dituen piritazko porfiroklastoekin batera.

Siderita bandeatuetan ankerita ere agertzen da, kuartzo, klorita eta materia organikoarekin batera. Burdina pirita eta kaltziten arteko bandeatu gisa agertzen denean, kuartzoa eta klorita ere antzematen dira, eta proportzio baxuagoetan magnetita, esfalerita, kalkopirita, pirrotina, ankerita eta siderita.

Mineralizazioen jatorriari buruz iradokitzen da, orogenia hertziniarrean eta ondorengo grabitazio-kolapsoan zehar, sakoneko fluidoek goranzko bidean elementuak bildu eta ondoren azaleko baldintzetan (600 metro baino sakonera txikiagoetan eta 250°C baino tenperatura baxuagoetan) hauspeatu dituztela (Pesquera, 1985).

3. Artikutzako arrokek izkutatzen duten bilakaera geologikoa

3.1. Orogenia Hertziniarraren aurretik

Orogenia hertziniarraren aurreko informazioa orogeniaren eragina jasan duten arroketatik baino ezin da lortu. Orogeniaren eraginez arrokek pairatutako deformazioa eta metamorfismoa motela edo oso motela izan denez, jatorrizko arrokaren eta egitura sedimentarioen zenbait ezaugarri gorde izan dira. Beraz, Karboniferoko lutita eta hareharrien arteko txandakapenak, hareharrietan deskribatutako granosailkapen-egiturak eta fosil-aztarnen faltak, materialak itsaso edo ozeano sakonean metatutako sekuentzia turbiditikoak izan daitezkeela adierazten dute (Requadt et al., 1977; Devolvé et al., 1987). Tartekatutako kareharrizko nibelek duten albo-hedapen eta lodiera mugatuagatik karbonatozko sedimentazioa isolatua eta noiz behinkakoa zela adierazten dute, ingurune eta sasoi konkretuetan baldintza egokiak zirenean garatutakoak. Kareharrietan bereizten den bandeatu finak ekarpen detritikoaren portzentaiaren aldakortasuna adierazten du.

Figura 5.

3.2. Orogenia hertziniarra

Pangearen sorrerarekin garatutako orogenia hertziniarrak Artikutzako arroka karboniferoen deformazio eta metamorfismoa zein Aiako granitoidearen sorrera eragiten du. Deformazioaren eraginpean garatutako bi fabrika sarkorrak (Ir. 3) eta hirugarren deformazio-fasearen eraginez garatutako kink-motako tolesak Karboniferoaren bukaeran edo Permiarraren haiseran garatutakoak izan behar dute, orogenia Hertziniarraren azken fasean, Karboniferoaren bukaerako arroketan garatzen direlako. Era berean, horrek azalduko luke arrokek erakusten duten metamorfismo gradu baxua edo oso baxua; deformatu aurretik metatutako azken sedimentuak izan zirenez, ezin metamorfismo gradua handituko lukeeen lurperatze handirik jasan. Burututako azterketa termobarometrikoek adierazten dute metamorfismo fase nagusian arrokek jasandako 450°C eta 1 kbar-ko baldintzak (Pesquera & Velasco, 1988, 1993) 3-4 km-ko lurperatze maximoarekin datozela bat. Gainera, metamorfismoaren baldintza nagusiak 2. deformazio-fasean zehar lortu zirenez, eta metamorfismoa prexio-baxukoa izan zela iradoki denez (Pesquera & Velasco, 1997), baliteke orogenoaren kolapsoak gidatutako estentsio-indarren eraginez sortutakoa izatea.

Aiako plutoiaren sorrera Permiarraren bukaeran gertatu zen (267.1 Ma; Danèle et al., 2011), Orogenia Hertziniarraren azken arrastoen ondoren, baina orogenia hertziniarrarekin lotura zuzena du. Orogeniarekin lotutako konpresio-indarrek litosferaren loditzea eragin zuten eta konpresioa bukatu ondoren litosferak bere jatorrizko lodiera berreskuratzeko duen joeraren eraginez orogenoaren kolapsoa gertatu zen. Estentsioak gidatutako kolapso-prozesuan zehar litosfera azkar mehetzen da eta, orduan, mantuko zein kontinente lurrazaleko arrokek deskonpresio adiabatikoaren eraginez fusio partziala jasan dezakete. Deskonpresioaren eraginpean garatu ziren Aiako plutoia elikatu zuten magmek, mantuan zein kontinente-lurrazalean zuten jatorria. Beraz, gaur egun, argi dago plutoiaren lekutzea kolisioaren ostekoa dela (Danèle et al., 2011), permiarreko arroak orogenotik higatutako materialez betetzen ziren bitartean gertatu zen, eta ez kolisioarekin batera, aurretik uste zenaren kontra (Pesquera & Pons, 1990; Olivier et al., 1999).

3.3. Orogenoen arteko tartea

Orogenia Hertziniarraren eta Alpetarraren arteko tartean Euskokantauriar arro sedimentario osoa garatu zen gutxi gorabehera 250 Ma-tan zehar. Artikutzaren barruan horren denbora luzez sortutako prozesuaren aztarna bakarra, hegoaldean azaleratzen diren Buntsandsteineko hareharri gorriak dira. Horiek, Pangeako lehendabiziko sakabanaketa-prozesuaren informazioa eskaintzen dute. Pangeako superkontinentea estentsioaren eraginpean kraskatzen hasi zenean faila normalek garatutako kontinente-arroak sortu ziren, gaur egun Afrika ekialdean garatutako rift-arroen antzera eta, bertan, orogeno hertziniarretik higatutako material detritikoak metatzen ziren, ibaiek gidatutako baldintza sedimentarioetan. Arroken kolore gorri bereizgarria baldintza klimatikoen ondorioa da; ingurune kontinentaletan eta oso baldintza idorretan metatutako material detritikoak oxidazioaren eraginpean gelditzen direlako. Triasikoaren hasieran metatutako material horietatik at, ondorengo 240 Ma.tan metatutako materialik ez dago. Beraz, Artikutzan ezin da Euskokantauriar arroko

5. irudia. Leukogranitoaren argazkia Bidangoko bidean aurkitutako azaleramendu batean.

sorrera-prozesuari buruz ezer gehiago kontatu, aldiz denbora tarte zabal horretan zehar inguruan nagusi izan diren higadura-prozesuak interpreta daitezke.

Artikutzan Triasikokoak baino arroka gazteagorik agertzen ez bada, noizbait metatutako sedimentuak ondoren higatuak izan direlako da. Jakin badakigu Mesosozikoan zehar Bortziriko Mazizioa Iberia eta Europa artean kokatutako altugune sedimentario gisa jokatu zuela (Rosales et al., 2002; Robles, 2014; Robles et al., 2015) eta batzuetan uraren azpitik egon bada ere (Jurasikoa eta Goi Kretazeoa) beste hainbatetan uraren gainetik egon da (Triasikoa, Behe Kretazeoa, Zenozoikoa). Beraz, uraren azpitik egon denean bertan pilatutako sekuentzia sedimentarioa inoiz ez da oso lodia izan eta ur-gainetik egon den sasoi luzeetan higadurak bertan metatutako sedimentu guztiak eta sekuentzia Paleozoikoaren 4-5 km (Aiako plutoirako kalkulatutako lekutze sakonera; Pesquera & Pons, 1990) jan ditu. Oraindino zehazteke dago higadura-prozesua nolakoa izan zen; hau da, zenbatekoa izan zen Triasiko eta Behe Kretazeoko higadura-kopurua, noiz azaleratu ziren Aiako plutoia eta inguruko arroka paleozoikoak eta orogenia Alpetarraren osteko higadura-kopurua beste hainbat galderen artean. Gutxi da orain artean ezagutzen dena, baina inguruetako Kretazeoko segidak aztertuz esan daiteke Goi Albiar-Cenomaniar garaian gutxienez Paleozoikoko segida gogorki higatu zela (Bodego, 2011). Irun, Oiartzun eta Martutene inguruetan zein Andatza mendian azaleratzen diren konglomeratuetan Karboniferoko legarrak, arbelak eta liditak bereizten dira. Ipar aldera ere, Mendibeltza Formazioko konglomeratuetan osaera bereko legarrak identifikatu dira, Paleozoikoko ama-arroka izanik hauen iturburua. Ezin da ziurtatu ordurako granitoa airepean egon ote zitekeen edo oraindik, Paleozoikoko segidaz estalia.

3.4. Orogenia Alpetarra

Orogenia Alpetarraren eragina Artikutzako arroketan minimoa da prozesu hertzinikoekin konparatuz gero. Arroken ehundura aldarazteko gaitasunik duen deformazio-faserik ez da garatzen, ez da toles-sekuentziarik sortzen eta deformazio alpetarrak eragiten dituen prozesu bakarrak iraganeko hausturen birmugimendua eta zenbait haustura berrien sorrera da. Hori gertatzen da deformazio nagusiak izan zirenerako arrokak azaletik gertu zeudelako jada, Bortziriko Mazizoa eremu goratua zen, eta baldintza horietan hausturak eta failak baino ezin dira garatu.

Figura 6.

6. irudia. Magmen arteko nahasketa homogeneoaren eraginez Aiako plutoian garatutako ehundura bereziak.

Erreferentzia bibliografikoak

Abalos, B. 2016. Geologic map of the Basque-Cantabrian Basin and a new tectonic interpretation of the Basque arc. *Int. J. Earth Sci.* 105: 2327-2354.

Apraiz, A. 2018. Aiako Harria: Euskal Herriko bilakaera geologikoa bertan hasten da. https://www.ehu.eus/documents/6452490/10439070/AIAKO-HARRIA.pdf/e215976a-e785-0335-3dda-9b492b92fbb9, 15 or.

Bodego, A. 2011. *Evolución tectosedimentaria durante el Cretácico medio del borde noreste de la cuenca Vasco-Cantábrica (Pirineo Occidental)*. Doktore-tesia. UPV/EHU. Bilbao.

Campos, J. 1979. Estudio geológico del Pirineo vasco al W del río Bidasoa. *Munibe*. 1: 3-139.

Debon, F., Enrique, P., Autran, A. 1996. Magmatisme hercynien. In: *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées – Vol 1: Cycle hercynien*. A. Barnolas eta J. C. Chiron (Ed.): 361-499. Editions BRGM-ITGE. Orleans/Madrid.

Denèle, Y., Paquette, J-L., Olivier, P., Barbey, P. 2011. Permian granites in the Pyrenees: the Aya pluton (Basque Country). *Terra Nova*. 24: 105-113.

Devolvé, J.J., Perret, M.F., Vachard, D. 1987. Découvert du kachirien (moscovien inferieur) à fusilines et algues dans le Massif des Cinco Villas (Pyrénées Basques, Espagne). *Geobios*. 20: 541-548.

Heddebaut, C. (1973): *Etudes géologiques dans le massifs Paléozoiques Basques*. Doktore-tesia. Fac. Sci. Univ. Lille. Lille.

Juch, D., Schäfer, D. 1974. L'Hercynien de Maya et de la vallée d'Irazikun dans la partie orientale du Massif de Cinco Villas (Pyrénées Occidentales d'Espagne). *Pirineos*. 101: 41-58.

Olivier, P., Améglio, L., Richen, H., Vadeboin, F. 1999. Emplacement of the Aya Variscan granitic pluton (Basque Pyrenees)in a dextral transcurrent regime inferred from a combined magneto-structural and gravimetric study. *J. Geol. Soc. London*. 156: 991-1002.

Pesquera, A. 1985. *Contribución a la mineralogía, petrología y mineralogenia del Macizo Paleozoico de Cinco Villas (Pirineos Vascos)*. Doktore-tesia. UPV/EHU. Bilbao.

Pesquera A., Pons, J. 1990. Le pluton de Aya (Pyrrénées Basques espagnoles). Structure, mise en place et incidences tectoniques régionales. *Bull. Soc. Géol. France*. 8: 112-121.

Pesquera, A., Velasco, F. (1988): Metamorphism of the Paleozoic Cinco Villas Massif (Basque Pyrenees): illite crystalinity and graphitization degree. *Min. Mag.* 52: 615-625.

Pesquera, A., Velasco, F. 1993. Ore metamorphism in sulfide mineralizations from the Cinco Villas massif (western Pyrenees, Spain). *Econ. Geol*. 88: 266-282.

Pesquera, A., Velasco, F. 1997. Mineralogy, geochemistry and geological significance of tourmaline-rich rocks from the Paleozoic Cinco Villas massif (western Pyrenees, Spain). *Contrib. Mineral. Petrol.* 129: 53-74.

Requadt, H. 1974. Apercu sur la stratigraphie et le facies du Devonien inferieur et moyen dans les Pyrénées Occidentales d'Espagne. *Pirineos*. 101: 109-117.

Requadt, H., Becker, G., Bless, M.J.M., Eickhoff, G., Sánchez Posada, L.C. 1977. Mikrofaunen aus dem Westfal der spanischen Westpyrenaen (Ostracoda, Conodonta, Foraminifera). *Neues Jahrb. Geol. Paleontol. Abh*. 1: 65-107.

Robles, S. 2014. Euskokantauriar arroaren eboluzio geologikoa. In: *Euskokantauriar arroko geologia*. A. Bodego., M. Mendia., A. Aranburu, A. Apraiz (Ed.): 9-104. Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua. Bilbao.

Robles, S., Aranburu, A., Apraiz, A. 2014. La Cuenca Vasco-Cantábrica: génesis y evolución tectonosedimentaria. *Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*. 22: 99-114.

Rosales, I., Robles, S., Quesada, S. 2002. Early Cretaceous of the Basque-Cantabrian Basin. In: *The Geology of Spain*. W. Gibbons, T. Moreno (Ed.): 273-281. Geol. Soc. London.

III

Los suelos: provisión de servicios ecosistémicos y aspectos clave para su conservación y gestión

Agustín Merino[1] y Paola Sangalli[2]

1- Departamento de Edafología y Química Agrícola, Unidad de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Santiago de Compostela
2- EFIB, European Federation of Soil and Water Bioengineering SCIA SL, Bioingeniería y Paisaje Donostia-San Sebastián
agustin.merino@usc.es

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Lurzoruak: zerbitzu ekosistemikoak izatea eta kontserbaziorako eta kudeaketarako alderdi garrantzitsuak

Lurzorua sistema dinamiko konplexu bat da, pixkanaka bere propietateak eskuratzen dituena "ingurumen faktore prestatzaile" batzuen ekintza konbinatuaren ondorioz. Milaka urte behar dira Artikutzako lurzoruen garapen maila lortzeko. Horregatik, lurzorua ondare ez berriztagarritzat jotzen da gizakiaren eskalan. Artikutzako lurzoruen ezaugarriak besteak beste azidotzeak zehazten du. Beste faktore garrantzitsu bat topografia da, zeren malda handia dutenetan, etengabeko higadurak eragotzi egiten du lurzoruek 30 cm-tik gorako sakonerak izatea eta askotan azaleratze arrokatsuak izaten dira. Finkako baso formazio trinkoa dela eta, lurzoruen materia organikoa altua da, eta jarduera biologiko handia gai da orbela deskonposatzeko eta landareei berriz mantenugaiak emateko. Artikutzako urtegia husteak lurzoru berriak sortu ditu, urtegiaren bizitzan zehar metatutako sedimentuetatik abiatuta.

Sekzio honetan Artikutzako lurzoruek ingurumeneko hiru onura garrantzitsutan duten papera eztabaidatzen da: a) biodibertsitatea, b) ziklo hidrologikoaren erregulazioa eta ur ibilguen egoera ekologiko onaren zainketa, eta c) karbonoa atzematea eta klima aldaketa arintzea.

Artikutzan malda handietako lurzoruak neurrizko ur kantitateak biltegiratzen ditu; aldiz, malda ertainekoak 0,5 m^3 baino gehiago biltegiratu ditzakete m2-ko. Biltegiratze desberdin hauek zuzenean eragiten dute landareentzako eskuragarri dagoen urean, espezie begetalen banaketa desberdina zehaztuz. Aldi berean, Artikutzako lurzoruak paper deskontaminatzailea du, zeren materia organikoari esker lurzorutik pasatzen den ura garbitzeko gaitasuna duten mikroorganismoen kantitate eta dibertsitate handia babestu daiteke, bere kalitatea bermatuz.

Zalantzarik gabe, Artikutzako baso lurzoruek karbonoaren (C) zikloan ere paper garrantzitsua dute eta inguruneko berotegi efektuko gasen isuriak arintzen laguntzen dute. Artikutzako lurzoruek paper garrantzitsua dute ere metano atmosferikoa (CH_4) erregulatzen, zeren bakteria metanotrofo bidezko CH_4-ren degradazio biologikoa da atmosferan gas hau erregulatzeko mekanismo nagusia. Berotegi efektuko gasak atzemateko paperari dagokionez, azken urteetan gauzatutako kontserbazio neurriek positiboki eragin dute zalantzarik gabe.

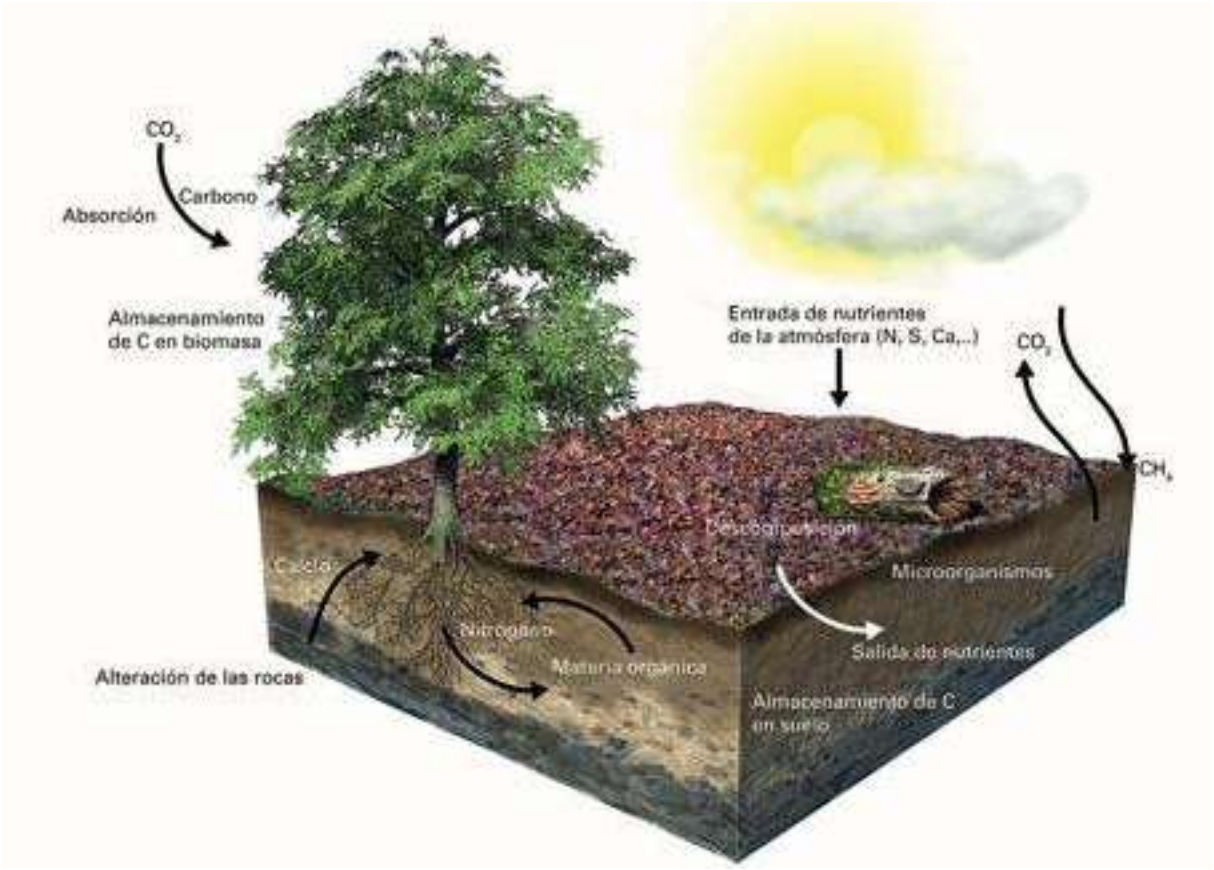


Figura 1.

1. La formación y las propiedades de los suelos y de Artikutza

El suelo es un sistema dinámico complejo que adquiere progresivamente sus propiedades debido a la acción combinada de los "factores formadores ambientales": material geológico, clima y organismos, considerando en éstos últimos, la vegetación, la fauna y los seres humanos (Figura 1).

1.1. Acción del material de partida y la topografía en la formación del suelo

La mayor parte de los suelos de las zonas templadas se forman a partir de la meteorización de las rocas que se produce a través de la acción de factores climáticos (lluvia, temperatura), de la vegetación (principalmente líquenes en las primeras fases de la edafogénesis) y la incorporación de residuos orgánicos de plantas y animales. A lo largo del tiempo el suelo evoluciona, por ejemplo, aumentando su profundidad, incrementando su contenido en materia orgánica, acidificándose, enriqueciéndose en sales, etc. Sin embargo, esta evolución está condicionada por los factores formadores, por lo que es particular para cada caso. Por último, las actividades humanas pueden cambiar su evolución natural, pudiendo producir fuertes impactos, como sucede en los sistemas agrícolas o en los suelos forestales gestionados de forma intensiva. Es necesario considerar que este proceso de formación de los suelos o edafogénenesis es extremadamente lento. Se necesitan cientos e incluso miles de años para alcanzar el nivel de desarrollo de los suelos de Artikutza. Es por ello que el suelo se considera un bien no renovable a escala humana.

Las características de suelos de Artikutza, descritas en la publicación de Merino et al. (1995), están determinadas por tanto por los factores específicos del entorno, descritos por

Figura 1. La formación del suelo responde a la acción combinada del material geológico, el clima y los organismos. A través de la fotosíntesis, los vegetales capturan CO2 y almacenan gran cantidad de carbono en su biomasa. Los restos vegetales caen al suelo, formando materia orgánica, y almacenando, de esta manera, carbono a largo plazo. Ilustración: Niolás Primola y Agustín Merino.

Figura 2.

Catalán et al. (1988, 1989). El proceso más importante de estos suelos es la acidificación, que se debe fundamentalmente a la elevada precipitación (2604 mm) de la zona (ver capítulo sobre el clima). La acidificación es un proceso natural de ambientes templados húmedos como consecuencia del aporte de ácido carbónico de la lluvia y de los ácidos generados por el desarrollo de la propia vegetación. En Artikutza este proceso de acidificación está reforzado por el material geológico de partida, consistente, en su mayoría, en sustratos silíceos, como granitos, esquistos y pizarras. Estas rocas están formadas por minerales que se alteran de forma lenta (a diferencia de otros tipos de roca, por ejemplo de los basaltos). Además, y en su meteorización no se liberan elementos generadores de bases (Ca y Mg), como sucede, por ejemplo en las calizas. Esta acidificación del suelo condiciona la composición florística de los sotobosques de los hayedos, robledales y pastizales "acidófilos" característicos de Artikutza.

El material geológico de partida también determina las diferentes texturas (proporción de partículas minerales de diferente tamaño: arcilla, limo y arena) que presentan los suelos. En los suelos de granito la fracción mineral más abundantes es la arena, por lo que los suelos van a drenar fácilmente, lo que prolonga el período de sequía. Sobre los esquistos y pizarras, se forman suelos con proporción equilibrada de partículas minerales (textura franca), que les permite retener más agua. Estas texturas contrastan con las de otros suelos del entorno, como los desarrollados sobre argilitas, donde la fracción más frecuente es la arcillosa (Merino et al., 1991), de características más impermeables En ambos materiales geológicos (granitos y esquitos, pizarras), los minerales de la fracción arcilla y limo, fundamentalmente ilitas y óxidos de Fe y Al, son de baja carga, por lo que las reservas de algunos nutrientes (Ca y Mg fundamentalmente) son escasas en estos suelos.

Otro factor importante que determina las propiedades de los suelos de Artikutza es la topografía. En las laderas altas y de fuerte pendiente, la continua erosión impide que los suelos adquieran desarrollo en profundidad. En estas condiciones los suelos no alcanzan profundidades superiores a 30 cm y en ellos son frecuentes los afloramientos rocosos. Se trata de suelos de tipo Leptosol (Figura 2), compuestos por un único horizonte de tipo A, rico en materia orgánica. En las laderas de posición intermedia (dominados por materiales coluviales, procedentes de la erosión de las zonas más altas) o en el fondo del valle (dominados por materia aluvial o procedente del transporte fluvial) los suelos van adquiriendo mayor profundidad con el tiempo, debido a que la tasa de formación de suelo es superior a la pérdida por erosión. Se trata de suelos que presentan horizontes A y B: Cambisoles (Figura 3) y Umbrisoles. Estos últimos, cuentan con un horizonte A muy profundo y rico en materia orgánica

Figura 2. En las laderas altas se desarrollan suelos de tipo Leptosol, compuestos por un único horizonte A de espesor inferior a 30 cm. Estos suelos son especialmente susceptibles a la erosión. Fotografía: Agustín Merino.

Figura 3.

Figura 4.

Figura 5.

Figura 3. Cambisol dístrico sobre esquistos y pizarras. Estos suelos se encuentran en pendientes suaves y se caracterizan por su profundidad intermedia. Fotografía: Agustín Merino.

Figura 4. Las márgenes de los ríos se encuentran ocupadas por Fluvisoles, un tipo de suelos formados a partir de sedimentos del río y afectados por la capa freática. Estos suelos y los bosques de ribera que se desarrollan, formado fundamentalmente por alisos, sauces y fresnos, ejercen un papel muy importante de regulación de los flujos de agua, protección de márgenes y depuración de aguas. Fotografía: Resu Giménez.

(oscuro). Esta mayor o menor profundidad del suelo determina, entre otros aspectos, la reserva de agua del suelo. Los suelos profundos son capaces de almacenar gran cantidad de agua, por lo que ejercen un importante efecto regulador del flujo de agua y amortiguan los períodos de sequía. En los suelos someros, con menos reserva de agua, los vegetales van a estar más afectados por la sequía.

En los fondos de valle, encontramos suelos muy diferentes a los de las laderas. Son los suelos aluviales, que se desarrollan a partir de los sedimentos transportados por los ríos y arroyos y que se inundan en los períodos de crecida. Se trata de un tipo de suelo denominado Fluvisol (Figura 4). En estos suelos el encharcamiento y la escasa aireación durante buena parte del año es un factor limitante para muchas especies. Es por ello que estos suelos suelen estar ocupados por alisos, fresnos y sauces. Aunque son de escasa superficie, los Fluvisoles desempeñan un papel muy importante evitando la llegada de sedimentos a los cursos de agua, protegiendo las márgenes de los ríos y amortiguando el régimen de caudales.

1.2. Acción de los organismos en la formación del suelo

El clima templado húmedo del entorno de Artikutza ha favorecido una densa formación forestal, lo cual también determina una importante propiedad en los suelos: su elevado contenido de materia orgánica. La abundante hojarasca que se produce en estos bosques, da lugar al horizonte orgánico del suelo (horizonte O), o mantillo, de espesor entre 2 y 10 cm de espesor (Figura 5). En este horizonte es donde se produce la mayor parte del reciclado de

Figura 6.

nutrientes del ecosistema. La gran actividad biológica que ocurre en el seno de este horizonte edáfico es capaz de descomponer la hojarasca y poner a disposición de las plantas nuevamente los nutrientes que fueron asimilados por la vegetación. No en vano, esta es la zona del suelo donde se acumula la mayor parte de raíces finas, por las que tiene lugar la mayor parte de la absorción de nutrientes y agua. Además, este mantillo también ejerce un valioso efecto protector del suelo, evitando la compactación y erosión.

Los abundantes restos orgánicos que forman el mantillo se descomponen por la actividad microbiana, y generan la materia orgánica que se incorpora al suelo mineral (horizontes A y B). Estos compuestos se acumulan preferentemente en el horizonte A, la capa más superficial, de 20 a 30 cm de espesor, que adquiere un color oscuro (Figura 1). Es importante destacar que la materia orgánica del suelo está formada por una gran variedad de compuestos orgánicos siendo los más abundantes los carbohidratos, lípidos y aminoácidos, procedentes tanto de los restos vegetales como de los microorganismos del suelo. En los suelos de Artikutza, el importante aporte de restos vegetales hace que los suelos sean especialmente ricos en materia orgánica. Hasta un 12 % del peso del horizonte A es materia orgánica, siendo el componente más activo. Sus funciones principales de la materia orgánica son la retención de agua y nutrientes (la mayor parte de N y P procede de la mineralización), y también la formación de la estructura (organización del suelo en agregados), lo que hace al suelo más resistente a la erosión. Este elevado contenido en materia orgánica de composición tan diversa es también responsable de la gran diversidad de microorganismos que alberga el suelo.

Figura 5. El horizonte orgánico (O) del suelo o mantillo desempeña una función primordial sobre el reciclado de nutrientes y la protección del propio suelo frente a la erosión. Fotografía: Agustín Merino.

Figura 6. El vaciado del vaso de Artikutza ha dado lugar a un nuevo ambiente: los nuevos suelos que se formarán a partir de los sedimentos acumulados durante los más de 60 años de vida del embalse. La revegetación de estos sedimentos es clave para evitar el arrastre de estos sedimentos al curso de agua. Fotografía: Resu Giménez.

1.3. Los "nuevos suelos" de Artikutza

Además de los "suelos naturales" bajo arbolado, el vaciado del embalse de Artikutza ha generado un entorno de nuevos suelos, generados a partir de los sedimentos acumulados durante la vida del embalse (Figura 6). Se hace necesaria la gestión de esta superficie que permita el establecimiento de una vegetación protectora, para lo que será necesario conocer las características de este sustrato (U. S. Department of the Interior, 2017).

Las presas, como la de Artikutza, constituyen una barrera a la continuidad longitudinal del río, alterando su pendiente y provocando una fuerte acumulación de los sedimentos transportados por el mismo, como puede evidenciarse tras el vaciado de la misma. Los materiales que conforman el sedimento de una presa tienen tres orígenes diferentes (Sageman & Lyons, 2003): a) materiales alóctonos -procedentes de la cuenca por meteorización del suelo o de la roca, b) materiales autóctonos biogénicos formados en el propio embalse como resultado de la actividad de los microorganismos y c) materiales autóctonos precipitados en el propio embalse como consecuencia de cambios en las condiciones, como por ejemplo en el pH.

La mayor parte de los sedimentos acumulados en los embalses son alóctonos y, por tanto, su composición refleja en gran medida las características geológicas de la cuenca (Sanz Montero, 1998). Éstos son materiales transportados por el río y que sedimentan al llegar al embalse y reducirse la velocidad del agua (López, 2009; Anselmetti et al., 2007). En general, los materiales gruesos, tienden depositarse y sedimentar en la cola del embalse, mientras que los más finos sedimentan en las zonas donde disminuye la velocidad, esto es cerca de la presa.

Junto con estos materiales alóctonos, en el interior de los embalses tienen lugar distintos procesos antigénicos que también repercuten en la composición final del sedimento. Tales procesos son la precipitación de carbonato cálcico, la mineralización de fósforo orgánico y fenómenos de oxidación-reducción de hierro y manganeso (Sanz Montero, 1998). Dada la composición silícea de las rocas de la cuenca, se espera que los sedimentos presenten un elevado contenido en hierro, fósforo y "material volátil" (materia orgánica, gases y compuestos nitrogenados).

Por otro lado, la presa se ha construido también en las inmediaciones de explotaciones mineras de hierro, y de escombreras, pasando en su vaso antiguamente el tren minero que llevaba el mineral hasta Rentería. Es también probable que haya restos minerales procedentes de estas explotaciones.

La información sobre las características de los sedimentos es importante para gestionar revegetación después del vaciado del vaso. Además de esto, es preciso tener en cuenta el drenaje y el nivel freático. Con todo ello, parece lógico esperar el desarrollo de dos ambientes diferenciados. En las inmediaciones del curso de agua, con nivel freático a menos de un metro, se establecería un bosque de ribera. En las zonas de ladera, más alejadas del curso principal, y sin afección por el nivel freático, la restauración debería estar enfocada hacia bosque caducifolio acidófilo.

2. Funciones ambientales de los suelos en el entorno de Artikutza: Entendiendo los suelos de Artikutza para su conservación y gestión más eficiente

El suelo es el soporte físico donde los humanos desarrollamos nuestras actividades y donde se genera la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad. Además de eso, el suelo es un recurso que presta diversos servicios ecosistémicos, contribuyendo de forma muy particular a la biodiversidad del ecosistema, a la regulación del flujo y calidad de aguas, e incluso a la calidad del aire. Un suelo bien preservado va a poder cumplir más eficazmente con estas funciones, mientras que, por el contrario, un suelo degradado no sólo no va a contribuir a éstas, sino que incluso puede generar problemas en el entorno. Daños en las infraestructuras viarias y urbanas como resultado de deslizamientos de tierra o erosión, acelerada la eutrofización de las aguas como consecuencia de la liberación de nutrientes, desequilibrios nutricionales de las plantas y pérdida de la vegetación autóctona, son algunos ejemplos de problemas ambientales derivados de la degradación del suelo. En este sentido, conviene recordar que buena parte de los incrementos de gases de efecto invernadero que experimenta la atmósfera se debe a las emisiones que se producen después de la deforestación y degradación subsecuente del suelo.

En Artikutza, diferentes estudios (ver capítulos de vegetación, fauna e historia del bosque) indican que los diferentes componentes del ecosistemas, entre ellos el suelo (Merino et al., 1995), se encuentran relativamente bien conservados. Esto ha sido posible gracias a la adopción de medidas protectoras de los bosques (Castro, 2009; Gobierno de Navarra, 2015). El buen grado de preservación de suelos de este entorno constituye una oportunidad

Figura 7.

para que en este medio se generen una serie de beneficios ambientales. En esta sección se discute el papel de los suelos de Artikutza sobre tres importantes beneficios ambientales: a) la biodiversidad, b) la regulación del ciclo hidrológico y la preservación del buen estado ecológico de los cursos de agua, y c) captura de carbono y mitigación del cambio climático.

2.1. Suelos y regulación del ciclo hidrológico y de la calidad de las aguas

Los cursos de aguas superficiales y subterráneas de Euskadi y norte de Navarra, se encuentran muy alterados, especialmente desde el punto de vista geomorfológico y biótico, y aunque la calidad del agua ha mejorado en los últimos años debido al control de vertidos tanto industriales como urbanos, existe una creciente preocupación sobre el estado ecológico de nuestros ríos y cantidad y calidad de sus aguas. Para comprender la función del suelo sobre el ciclo hidrológico debemos saber que prácticamente todo el agua que circula por nuestros ríos, lagos (o embalses) y acuíferos subterráneos ha pasado a través del suelo o ha fluido por su superficie (figura 7).

En el entorno del Artikutza, los suelos forestales son de vital importancia para el ciclo hidrológico en todas las escalas de estudio (Figura 8), tal como ya lo señalaba Martín Augusti en su nota *Aguas y Montes-El milagro de* Artikutza, en 1949 (Augusti, 1949). Por una parte, los suelos son receptores directos de agua de precipitación. Parte de la lluvia (2604 mm, ver capítulo sobre el clima) es almacenada temporalmente en los más de 3500 ha ocupadas por suelo y posteriormente usada por la vegetación. El agua que no ha sido absorbida por la vegetación será filtrada lentamente a través de las capas del suelo y después de días, semanas alcanzará los cursos de agua superficiales o acuíferos subterráneos (Figura 8).

En Artikutza este papel regulador del suelo sobre ciclo hidrológico se ve acentuado por las propiedades específicas de los suelos del entorno. Como ya se ha comentado, el tipo de textura y el elevado contenido de materia orgánica hacen que éstos cuenten con una elevada porosidad, cercana al 60 % en los horizontes superficiales. Esto significa que más de la mitad del volumen del suelo está formado por espacio poroso capaz de almacenar agua y posteriormente transferirla a las plantas o dosificarla hacia los cursos de agua. Este importante almacenamiento asegura un suministro permanente de agua hacia la vegetación y los cursos de agua a pesar de que la distribución intermitente e irregular de la lluvia (Figuras 7 y 8).

La capacidad de almacenamiento total del suelo dependerá, lógicamente, de la profundidad del suelo. Los suelos del entorno de Artikutza (Merino et al., 1995) delgados, de menos

Figura 7. El suelo ejerce un importante papel sobre la regulación del flujo de agua. Todo el agua que circula por nuestros ríos, lagos (o embalses) o estuarios ha pasado a través del suelo o ha fluido por su superficie. En el entorno de Artikutza las buenas condiciones del suelo permite regular el flujo de las aguas y preservar la calidad de ésta.

Figura 8.

de 30 cm (Leptosoles, figura 2), que se localizan en las zonas altas y de fuerte pendiente, almacenan cantidades moderadas de agua. Por el contrario, los suelos de media ladera, que alcanzan profundidades de más de 1 m (Umbrisoles y Cambisoles, con más o menos contenido en materia orgánica, Figura 3), pueden almacenar más de 0.5 m^3 por m^2 de superficie. Estas diferentes retenciones ejercen un efecto directo sobre el flujo y en el agua disponible para las plantas, lo que puede determinar la diferente distribución de las especies vegetales.

Si comprendemos que la práctica totalidad del agua superficial y subterránea continental de Artikuza ha pasado previamente por el suelo, se puede entender que la composición química de esta agua está muy relacionada con las características del mismo (Figura 8). En este sentido, el bajo nivel de concentración de elementos disueltos en las aguas de Artikutza se debe a la propia composición del suelo, muy especialmente a sus bajas concentraciones de elementos (K, Ca, Mg).

A su vez, el suelo de Artikutza ejerce un papel descontaminante. Éste recibe el aporte de diferentes elementos orgánicos e inorgánicos procedentes de la propia vegetación o de la contaminación atmosférica. El suelo es capaz de eliminar estos elementos y compuestos potencialmente nocivos a través de procesos físicos (filtrado por microporos), químicos (precipitación, adsorción) y biológicos (descomposición) que acontecen su seno. En los suelos de Artikutza la actividad biológica es especialmente importante. El elevado contenido de materia orgánica permite albergar una enorme cantidad y diversidad de microorganismos de todos los grupos, como bacterias, actinomicetes, hongos y algas, con capacidad para depurar el agua que pasa por el suelo, garantizando su calidad (Figura 1).

Figura 8. Los suelos y sedimentos tienen la capacidad de absorber y acumular agua en las épocas lluviosas, funcionando como esponjas naturales, reduciendo los efectos de las inundaciones. Ilustración: Nicolás Prímola y Agustín Merino.

Si bien el suelo cumple con todas estas funciones que preservan la calidad de las aguas, bajo una gestión inapropiada el suelo se puede comportar como contaminante del agua, bien a través de la liberación excesiva de nutrientes, como N y P, o bien por un incremento de partículas en suspensión provocadas por un incremento en la erosión. Los suelos de Artikutza presentan un mantillo orgánico bien desarrollado y una densa cobertura vegetal que favorecen la infiltración del suelo, preservando eficazmente al suelo de la erosión. Sin embargo, la abundante precipitación y las fuertes pendientes (más del 70 % de la superficie de la cuenca presenta pendientes superiores al 40 %, Dorronsoro et al., 2005) hacen que en estos

suelos los procesos erosivos pueden ser de gran magnitud después de posibles perturbaciones, como veremos a continuación.

2.1.1. Sedimentos del embalse

Mención especial merece los sedimentos que han surgido tras el vaciado del vaso de Artikutza. Se hace necesario analizar el comportamiento de los sedimentos de la cuenca después del vaciado del embalse. En este sentido, hay que tener en cuenta que en este nuevo entorno, el exceso de sedimentos, puede constituir un contaminante tanto de tipo físico como químico de las aguas receptoras, especialmente durante los primeros meses en lo que no se ha establecido una vegetación estabilizadora (Ongley, 1997; U. S. Department of the Interior, 2017). Es por ello que, una vez vaciado el embalse, la zona de acumulación de sedimentos acumulados del fondo debe ser gestionada para que éstos no se movilicen a las aguas.

La movilización de estos sedimentos generaría altos niveles de turbidez, limitando la penetración de la luz solar en la columna de agua. Este efecto reduce o impide el crecimiento de las plantas acuáticas enraizadas, al mismo tiempo que puede dificultar el desove de los peces al estar los lechos de grava cubiertos por sedimentos finos. En ambos casos, el resultado es la perturbación del ecosistema acuático debido a la destrucción del hábitat.

Los altos niveles de sedimentación en los ríos también pueden dan lugar a la perturbación física de las características hidráulicas del cauce. Esto puede generar graves consecuencias, por favorecer las inundaciones debido a la menor capacidad del flujo de agua en la cuenca de drenaje. Por último, la contaminación química puede darse en función de la composición mineral de estos sedimentos, en especial si existe contenido de determinados metales.

2.2. Conservando los suelos para asegurar la sostenibilidad del ecosistema y preservar la biodiversidad

El suelo sano y fértil es uno de los hábitats más diversos de la tierra, tanto por la gran diversidad de organismos que alberga en su seno como por ser el medio que favorece el desarrollo de la vegetación. Este medio contiene una enorme cantidad de microorganismos esenciales para los ciclos globales que hacen posible la vida. Se calcula que al menos una cuarta parte de las especies del planeta viven dentro del suelo. Se ha estimado que 1 g de suelo contiene hasta mil millones de células bacterianas pertenecientes a decenas de miles de taxones, hasta 200 m de hifas fúngicas y una amplia gama de ácaros, nematodos, lombrices y artrópodos (Bargett et al., 1995). En los últimos años, las actividades antropogénicas, como la intensificación agrícola y el cambio en el uso de la tierra, han reducido la abundancia microbiana y de fauna y la diversidad general de los organismos de los suelos de todo el planeta (de Vries et al., 2013). La reducción de la biodiversidad en los suelos está perjudicando a numerosas funciones de los ecosistemas, como la adquisición de nutrientes por parte de las plantas, la calidad de las aguas y la del aire (van der Heijden et al., 2008). La riqueza microbiana ha sido evaluada en bosques del País Vasco similares a los de Artikutza (Gartzia-Bengoetxea et al. 2016). Estos estudios indican que el elevado contenido de materia orgánica (principal precursor de la microbiología edáfica) favorece que los suelos alberguen una importante diversidad y cantidad de microorganismos.

Por otra parte, el suelo es crucial para el desarrollo de la vegetación. Este medio es capaz de suministrar el soporte físico, así como el agua y los nutrientes minerales que las plantas necesitan. Para generar un eficaz soporte físico a los vegetales, las partículas minerales y la materia orgánica del suelo se organizan en forma de "agregados". Este sistema permite al suelo generar espacios porosos de pequeñas y grandes dimensiones: micro (< 1 um) y macroporos. Los primeros son los responsables del almacenamiento del agua que las raíces

absorben mientras que el sistema de macroporos permite que el agua fluya, manteniendo así los conductos libres y generando la aireación necesaria para permitir la respiración de las raíces. Esto es importante, si tenemos en cuenta que más del 30 % de la biomasa vegetal se encuentra enterrada en el suelo.

Además de ofrecer soporte físico, el suelo es capaz de abastecer a la vegetación de nutrientes minerales en la forma de iones solubles. El nitrógeno (N) es uno de los más importantes por ser el más abundante en los tejidos vegetales. Al estar relacionado con diferentes funciones fisiológicas de los vegetales, los niveles deficitarios de este elemento repercuten enormemente en el crecimiento de las plantas. Sin embargo, en exceso de N en los tejidos vegetales hace que éstos sean más susceptibles a las heladas y sequía, e incluso al ataque de hongos. Por este motivo, es necesario que el suelo se encuentre en condiciones que permitan la provisión adecuada de N.

Los datos (de momento indirectos) de los suelos de Artikutza parecen indicar que el suministro de N a las plantas es el adecuado. La principal provisión de este elemento es la materia orgánica del suelo, y su liberación de N inorgánico asimilable por lo vegetales se realiza mediante la descomposición microbiana. Por una parte, el gran contenido de materia orgánica de los suelos de Artikutza muestra que la reserva de N es importante. Los indicadores (C/N entre 13 y 18 y pH ácido, entre 3.8 y 4.7) muestran que esta liberación se encuentra regulada, lo que evita un exceso de N disponible. Todos estos factores hacen que la producción de N en el suelo "se acople" a las necesidades de la planta, generando cantidades equilibradas para la nutrición vegetal. No obstante, es preciso tener en cuenta que un estudio realizado en el pirineo navarro muestra que algunos bosques del entorno se encuentran próximos al umbral de exceso de N (Blanco et al., 2017). Este aspecto no sólo importante para preservar en condiciones óptimas la vegetación. La liberación excesiva de N mineral (amonio o nitrato) a las aguas puede derivar en problemas de eutrofización de las aguas.

La característica más importante de los suelos de Artikutza que regula la provisión de nutrientes es la fuerte acidez. Esta condición implica que los suelos contienen altas concentraciones de Al soluble (tóxico para la mayor parte de las plantas) y escasez de nutrientes, como el P, Mg o Ca. Es por ello, que sólo las especies vegetales adaptadas a estas condiciones edáficas pueden sobrevivir. No en vano, las comunidades vegetales más característica son hayedos y robledales acidófilos, caracterizados por sotobosques de especies, como el brezo o la árgoma (ver capítulo de vegetación; Gobierno de Navarra, 2015).

El fósforo es un elemento que merece especial atención. Al igual que en otros muchos entornos atlánticos de suelos ácidos, la disponibilidad de P es especialmente baja en los suelos de Artikutza, por lo que frecuentemente se observan condiciones de déficit, tal como se han encontrado en otro hayedos del norte peninsular (Merino et al., 2005). A diferencia de elementos como el Mg, Ca o el K, que son aportados de forma natural por el agua de lluvia y la meteorización de minerales, el P no tiene un aporte externo. Es por ello que las pérdidas de este elemento por erosión o por extracción de biomasa en aprovechamientos forestales son difícilmente recuperables. Este aspecto que hay que tenerlo en cuenta para la gestión de las masas forestales en el entorno que implique extracción de biomasa.

2.3. Suelos, captura de carbono y mitigación del cambio climático

Sin lugar a dudas, los suelos forestales de Artikutza también cumplen un importante papel en el ciclo del carbono (C) y contribuyen a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generados en las actividades urbanas, industriales y agrícolas del entorno (Figura 2).

Los sistemas forestales de zonas templadas y húmedas, como Artikutza, albergan una gran cantidad de carbono orgánico a expensas de la absorción de CO_2 atmosférico, que se almacena tanto en la biomasa (viva y muerta) como en el suelo (materia orgánica, figura 2 y 5). Las medidas de conservación ambiental adoptadas en el entorno ha disminuido

Figura 9.

considerablemente la presión sobre estos bosques, lo que está permitiendo preservar árboles de grandes dimensiones y aumentar la cantidad de biomasa muerta sobre el suelo (figura 9). La recuperación de estos sistemas forestales (Castro, 2009; ver capítulo de historia del bosque), además de contribuir a conservar los suelos y las aguas, suponen una oportunidad para almacenar C y contribuir a captar el CO_2 resultante de la actividad urbana e industrial del entorno.

Es poco conocido por la opinión pública el hecho de que los suelos de los climas templados y húmedos almacenan tanto carbono como la biomasa forestal. Las cantidades de C en biomasa estimadas en la cornisa cantábrica para este tipo de bosques oscila entre 200-300 t C/ha (Balboa et al., 2006; Merino et al., 2007). A partir de los datos del contenido de C (Merino et al., 1995), los suelos de Artikutza acumulan entre 100 y 150 t C/ha. Esta importante capacidad de captura se debe al mecanismo de generación de materia orgánica a partir de la descomposición y procesado biológico de los restos orgánicos del suelo por parte de los microorganismos del suelo (Ganuza y Almendros, 2003), tal como se muestra en la figura 6.

No menos importante es el papel de los suelos de Artikutza en la regulación del metano (CH_4) atmosférico, un gas con un potente efecto invernadero que incrementa a un ritmo muy superior al CO_2. El CH_4 se produce de forma muy importante en las explotaciones ganaderas, vertederos y sistemas de cultivo del entorno. La degradación biológica del CH_4 por bacterias metanótrofas, abundantes en los suelos forestales ricos en materia orgánica, como los de Artikutza, constituye el principal mecanismo de regulador de este gas en la atmósfera (Figura 2). Algunos estudios que han abordado este aspecto en los suelos forestales del norte de peninsular son Merino et al. (2004) y Barrena et al. (2013).

Figura 9. La gestión selvícola que se está realizando en Artikutza favorece la formación de árboles de gran tamaño. Los restos de biomasa forestal, además se generar ambientes favorables para la biodiversidad, favorecen la ganancia de materia orgánica del suelo y evitan la erosión. Fotografía: Fotografía: Resu Giménez.

3. Retos para la conservación y gestión de suelos en Artikutza

La mayor parte de los suelos del norte de Euskadi y norte de Navarra están sometidos a diferentes grados de presión, por lo que su degradación reduce su capacidad para contribuir en esos servicios ambientales discutidos en la sección anterior (Virto et al., 2015). Los principales acciones degradativas del suelo en nuestro entorno próximo han sido la deforestación de bosques autóctonos para generar terrenos agrícolas, praderas y plantaciones forestales intensivas, lo que normalmente deriva en pérdida de materia orgánica (Ganuza y Almendros, 2003; Gartzia-Bengoetxea et al., 2009a, b) y de actividad biológica y en el incremento de la erosión (Edeso et al., 1999; Merino et al., 1998, 1999, 2004). La explotación intensiva de plantaciones forestales ha generado fuertes procesos erosivos, que no sólo afecta al propio suelo, sino también a la calidad de las aguas de los cursos de agua. En los entornos urbanos e industriales, el sellado y la contaminación de suelos han derivado en la pérdida de nuestros suelos de mayor capacidad. Las márgenes de la mayor parte de nuestros ríos se encuentran alteradas, especialmente en los tramos medios y bajos, como consecuencia su canalización o de su aprovechamiento, con la consiguiente eliminación de la vegetación de ribera que ejerce una labor protectora de las márgenes. Con todo ello, hay que reconocer que en este entorno tan humanizado es muy difícil encontrar suelos que mantengan un nivel adecuado de conservación, como sí que ocurre en la finca de Artikutza.

3.1. Gestión forestal sostenible

El objetivo de la silvicultura es la sostenibilidad de las masas forestales autóctonas en términos de conservación, y en el caso de las plantaciones intensivas, en términos de producción. Con respecto a otros usos del suelo, como pueden ser la agricultura o la ganadería, los sistemas forestales ofrecen una mejor protección del suelo frente a la erosión y la pérdida de materia orgánica. Sin embargo, para conseguir este potencial, la gestión silvícola que se realice en Artikutza debe considerar, entre otros aspectos, las propiedades de los suelos, lo que permitiría prevenir problemas para la vegetación y las aguas.

En los últimos 100 años las medidas de conservación de los bosques naturales de Artikutza han permitido mejorar el grado de naturalidad, como mayor presencia de árboles de gran y el mantenimiento de troncos muertos (Castro, 2009; Gobierno de Navarra, 2015). Sin duda, estas mejoras suponen un mayor grado de protección para el suelo como consecuencia de la mayor cantidad de restos orgánicos que llegan al suelo que favorece la formación de mantillo y de materia orgánica.

Parte del área de Artikutza se encuentra destinado a plantaciones forestales de pino rojo (*Pinus sylvestris*), roble americano (*Quercus rubra*), abetos (*Picea abies*) o *Chamaecyparis lawsoniana* (Dorronsoro et al., 2015), en los que se practica una gestión de tipo conservacionista (Cousins & DuVal, 2012; Gobierno de Navarra, 2015). Desde el punto de vista de la conservación del suelo, el momento más crítico de la gestión de estas masas es la corta, la apertura de pistas y la preparación del terreno para la plantación. Las actuaciones silvícolas en estas áreas deben ser especialmente respetuosas para evitar la degradación del suelo y las aguas. Los estudios realizados en entornos próximos a Artikutza muestran que cuando estas operaciones son intensivas (cortas a hecho o matarrasa, laboreo del suelo) se producen condiciones de riesgo de erosión, que no sólo suponen un daño directo sobre el suelo, sino también sobre las aguas (Olarieta et al., 1999; Edeso et al., 1999; Mateos et al., 2018). En general la apertura y construcción de pistas forestales para la extracción de la madera origina grandes problemas al alterar la hidrología de la ladera. Teniendo estos datos, parece aconsejable evitar las cortas a hecho o matarrasa y las preparaciones intensivas del suelo, muy especialmente en las zonas cercanas a los cursos de aguas, tal como se contempla en el plan de gestión de

Artikutza (Gobierno Navarro, 2015). Así mismo la apertura de pistas forestales y vías de saca deben de diseñarse de tal manera que no afecten a la hidrología de la ladera y no tengan excesiva pendiente o creen desmontes excesivos, de manera e minimizar su impacto. Todas estas operaciones descritas suponen un riesgo notable de alteración de los flujos de agua y erosión, con el consiguiente efecto sobre por arrastre de sedimentos que alteran la dinámica y calidad fluvial.

Una medida para asegurar una producción respetuosa con el entorno sería la práctica de claras selectivas, las cuales cuando se realizan siguiendo unas pautas adecuados, no parece provocar cambios significativos en las funciones del suelo (Ibáñez Ancizu, 2018).

Otra recomendación general el sobre la gestión de los restos de corta. La gestión más recomendable en estos casos es mantener los restos de corta sobre el terreno, para mantener los contenidos de materia orgánica y otros nutrientes, evitando al mismo tiempo la movilización de N y P inorgánico hacia las aguas. La fertilización en cobertera, que no suelen ser frecuentes en estas masas, debe evitarse.

Así mismo, sería también deseable la realización de bandas de vegetación autóctona protectora, y por tanto de carácter permanente, entre las plantaciones intensivas, coincidiendo con las principales zonas de escorrentía, con objeto de preservar las zonas de drenaje de las laderas, aumentar la biodiversidad y crear barreras fitosanitarias ante diversas plagas que afectan a los monocultivos.

En relación con el tema fitosanitario, hay que hacer mención a un hongo que actualmente está afectando en Europa seriamente a los alisos (*Alnus glutinosa*) y que puede ser el origen de una ulterior degradación de los suelos de ribera. Se trata de la enfermedad denominada "decaimiento de los alisos" provocada por *Phytophora alni*, un oomiceto (Brasier y Kirk, 2001). Los factores de riesgo de infección incluyen: la temperatura del agua (el riesgo de enfermedad es mayor en las aguas más cálidas), el tipo de suelo (el riesgo de enfermedad es mayor en el suelo de textura fina, especialmente margas arcillosas) y el tipo de curso de agua (el riesgo de enfermedad es mayor en los cursos de agua de flujo lento). Aunque en Artikutza no se dan estas situaciones, es conveniente vigilar el estado, con objeto de prevenir la extensión de la infección.

Los árboles infectados tienen hojas anormalmente pequeñas, amarillas y escasas que frecuentemente caen prematuramente. Las copas de los árboles que han sido infectados durante muchos años tienen muchas ramitas y ramas muertas. En la base del tronco pueden aparecer manchas negras que son indicativas de la muerte del floema causada por la invasión de *P. alni*. El curso de la enfermedad varía mucho, pudiendo darse una mortalidad rápida del árbol una vez que aparecen los síntomas, mientras que otros pueden deteriorarse lentamente durante muchos años

Esta enfermedad, de reciente aparición en nuestro país (el primer caso detectado es del año 2009), puede provocar finalmente la muerte y posterior caída de estos árboles, lo que supone un riesgo de erosión en las márgenes de los ríos y arroyos. En estos casos, se suele recomendar, una vez detectada la infección, la eliminación del ejemplar y su sustitución por otras especies características de estos ambientes de ribera, como el fresno o los sauces arbóreos.

3.2. Restauración del bosque en la zona de sedimentos después del vaciado del vaso

Sin duda, uno de los retos más importantes tras el vaciado del estanque será conseguir fijar los sedimentos acumulados mediante la restauración de una adecuada cubierta vegetal que impida su movilización. Una liberación descontrolada de los sedimentos puede provocar problemas relacionados con la cantidad de sedimento liberado, las propiedades físicas y químicas del material liberado y los posibles contaminantes presentes.

En relación a la cantidad de sedimento liberado y tal y como se recoge en el capítulo de los ríos de Artikutza (ver capítulo "Los Ríos"), en general éstos se caracterizan por tener

una elevada calidad en sus aguas en parte por su bajo nivel de turbidez ,nivel que puede verse alterado si se produce una rápida liberación de sedimentos .Es por ello que sería conveniente, si se estima necesario, el promover una cubierta vegetal protectora , ayudando, en el caso de que no haya regeneración natural en un periodo de tiempo prudencial, con una siembra de especies herbáceas y arbustivas, que proteja estos sedimentos de la erosión superficial. Así mismo, y en función de su espesor, sería conveniente analizar si se requieren medidas ulteriores para estabilizar y fijar esos sedimentos en la cuenca.

Atendiendo a las propiedades físicas y químicas, éstas determinarán en gran medida la regeneración y composición de la cubierta vegetal. En experiencias anteriores llevadas a cabo por los autores se obtuvo una cobertura casi total de los sedimentos por la germinación de especies arbóreas y arbustivas, especialmente de alisos, cuyas semillas procedían la vegetación presente en la orla del embalse tras solo dos años desde el vaciado de la presa, (restauración de la presa Txarrota en Zarátamo, Bizkaia-Ikerlur S.A. SCIA SL 2016-2017), al darse las condiciones tanto en humedad, como en nutrientes y textura de los sedimentos.

Al tratarse de un "suelo" relativamente joven el formado por los sedimentos, con composición y distribución heterogénea a lo largo del embalse, y con una concentración de nutrientes y humedad previsiblemente mayor que el suelo de las inmediaciones, es probable que se produzca una elevada germinación de las especies arbustivas y arbóreas presentes. La ulterior evolución de la vegetación dependerá en última instancia de la evolución de las condiciones de este sedimento y de su maduración. En caso necesario se puede establecer algunas medidas que permitan acelerar los procesos de recuperación de la vegetación, llevando a cabo plantaciones de bosquetes mixtos, en los que las especies pioneras estén bien representadas.

En cuanto a la presencia de elementos contaminantes, hay que recordar que Artikutza es una zona que ha estado sometida a explotación minera, por lo que se debería determinar si existe presencia de metales en estos sedimentos y en qué concentración, dado que puede ser un factor limitante para la recuperación del ecosistema.

3.3. Mitigación de gases de efecto invernadero y cambio climático

La relación de suelos de Artikutza con respecto al cambio climático tiene una doble vertiente. Por una parte, el sistema puede actuar capturando parte de las emisiones de CO_2 (captura a través de la vegetación y acumulación de C en biomasa y suelo) y CH_4 (absorción directa por el suelo) procedentes de áreas urbanas e industriales, y por lo tanto mitigando los efectos. Por otra parte, el cambio climático también puede suponer una cierta amenaza para la sostenibilidad el sistema.

En cuanto a papel de captura de gases de gases invernadero, las medidas de conservación llevadas a cabo en los últimos años sin duda han repercutido positivamente. La mayor presencia de árboles de gran tamaño ha mejorado (Cousins & DuVal, 2012) la capacidad de almacenamiento de C por la biomasa como en el suelo, tal como ha ocurrido en otras zonas del norte peninsular, donde la despoblación ha derivado en una recuperación de la estructura de los hayedos (García et al., 2005; Merino et al., 2007). La conservación de los suelos también supone una mejora de la microbiología del suelo que incrementa la capacidad la capacidad de consumo de CH_4 (Merino et al., 2004; Barrena et al., 2013).

En cuanto a las amenazas al sistema como consecuencia del cambio climático, los posibles efectos perjudiciales pueden ser tanto directos como indirectos. Las predicciones indican que las posibles consecuencias de un aumento de temperatura podrían repercutir sobre el flujo del agua (Zabaleta et al., 2014). El aumento de temperatura es posible que también derive en un aumento de la descomposición de materia orgánica, con la consiguiente liberación de los nutrientes más ligados a ésta, como el nitrógeno o el fósforo. Esta mayor movilidad de N, puede llegar a incrementar la concentración de N en las hojas y modificar la

relación N/P, lo que puede repercutir en enfermedades fúngicas, de forma similar a lo que está sucediendo con las masas de pino insignis, seriamente afectadas por la banda marrón.

3.4. Incendios y quemas controladas

Aunque la incidencia de incendios en Artikutza es baja, es posible que el riesgo esté aumentando como consecuencia del cambio climático y otros factores. Las medidas preventivas, como cortafuegos y control de combustible, deben seguir realizándose, para evitar incendios, lo que generaría una gran cantidad de cenizas con el consiguiente riesgo de deterioro de las aguas. El grado de la incidencia sobre el propio suelo depende de la intensidad y del nivel de afectación del suelo o "severidad del fuego en el suelo". Es por ello que la medida más urgente que debe realizarse después del incendio es la evaluación de los daños sobre el terreno a partir de los criterios visuales, siguiendo la metodología desarrollada para el norte de la península Ibérica (Vega et al., 2013a). Esto permitiría plantear la actuaciones de emergencia más adecuadas para cada caso, como son el esparcido de paja o barreras de protección en las zonas cercanas a los cauces (Vega et al., 2013b).

A diferencia de los incendios, las quemas controladas, frecuentes en el Pirineo occidental, son de mucha menor intensidad y repercuten mucho menos en el suelo (San Emeterio et al., 2012, Primicia Álvarez et al., 2013). Aunque este tipo de han resultado útiles para reducir el nivel de combustible en determinadas áreas, y de esta forma, evitar incendios más intensos, su práctica en el entorno de Artikutza requiere de una previo análisis.

4. Necesidades de investigación e información de los suelos de Artikutza: laboratorio biológico

4.1. Suelos y biodiversidad

Las medidas de conservación ambiental que se está aplicando en Artikutza son favorables para la conservación de los suelos, por lo que seguramente repercuten favorablemente sobre las funciones ecológicas que éstos desempeñan. No obstante, el actual conocimiento de los suelos del entorno de Artikutza se limita a las propiedades más generales. Existen muchas lagunas de conocimiento sobre el suelo y los procesos edáficos, que deberían ser abordados para prevenir problemas futuros de los bosques y de las aguas. Puesto que se trata de un ambiente particularmente bien conservado, estos estudios también serían una oportunidad para mejorar algunos aspectos científicos.

En este sentido, se hace necesaria una evaluación del estado nutricional para detectar problemas nutricionales, que pudieran derivar en decaimiento de las masas e incluso en mayor susceptibilidad a las plagas. Si bien, se precisa un diagnóstico nutricional general de las diferentes masas forestales, especial atención debe prestarse a la dinámica del N y P, por ser éstos los elementos limitantes y que están más influenciados por el manejo silvícola y el cambio climático.

4.2. Suelos y cambio climático

La mejora en la estructura forestal que se está acometiendo en Artikutza, favoreciendo los individuos de mayor porte, sin duda está repercutiendo en una mejora de la captura de C en biomasa y en los suelos. Este último se produciría como aumento de la biomasa arbórea, así

como de la materia orgánica en los horizontes orgánicos y minerales. Para poner en valor este importante beneficio, es razonable proponer una cuantificación de la repercusión de las medidas de conservación sobre la captura de dióxido de C (CO_2) y metano CH_4. Igualmente, se deberían promover estaciones para el monitoreo de estos gases en el entorno.

4.3. Suelos y agua

En cuanto a la relación suelo-agua, se requiere una visión integradora que teniendo la cuenca como marco de referencia, contemple todos los factores y sus efectos simultáneos sobre el ciclo hidrológico.

Así mismo, la situación derivada del vaciado de la presa ha generado una superficie de nuevos suelos que es necesario gestionar para evitar efectos perjudiciales. La caracterización de los sedimentos es fundamental para asegurar la restauración de la cubierta vegetal. El seguimiento de la cubierta vegetal y de la evolución de los suelos a partir de los sedimentos constituye una oportunidad de estudio única.

4.4. Suelos y educación

Todas estas medidas, deben de ir acompañadas por actividades de tipo educativo, en las que destaquen el papel del suelo de Artikutza en el ecosistema. Es importante que las actividades de educación ambiental incorporen el papel del suelo en las funciones ecológicas para aumentar la conciencia de preservar este recurso no renovable y tan necesario para los ecosistemas y la sociedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Resu Giménez por las fotografías y a Nicolás Fernández Prímola por las ilustraciones.

Bibliografía

Anselmetti, F. S., Bühler, R., Finger, D., Girardclos, S., Lancini, A., Rellstab, C., Sturm, M. 2007. Effects of Alpine hydropower dams on particle transport and lacustrine sedimentation. Aquatic Sci. 69: 179-198.

Augusti, M. 1949. Aguas y montes – el milagro de Articutza. Munibe 1 (4): 204-206.

Balboa, M., Rojo, A., Álvarez J. G., Merino, A. 2006. Carbon and nutrient stocks in mature Quercus robur L. stands in NW Spain. Ann. For. Sci. 63: 557-565.

Bardgett, R. 2005. The Biology of Soil. Oxford University Press. New York.

Barrena, I., Menéndez, S., Duñabeitia, M., Merino, P., Stange, C. F., Spott, O., Estavillo, J. M. 2013. Greenhouse gas fluxes (CO_2, N_2O and CH_4) from forest soils in the Basque Country: Comparison of different tree species and growth stages. For. Ecol. Manage. 310: 600-611.

Bjelke, U., Boberg, J., Oliva, J., Tattersdill, K., McKie, B. G. 2016. Dieback of riparian alder caused by the Phytophthora alni complex: projected consequences for stream ecosystems. Freshwater Biol. 61: 565-579.

Blanco, J. A. 2017. Bosques, suelo y agua: explorando sus interacciones. Ecosistemas 26: 1-9.

Blanco, J. A., San Emeterio, L., de Andrés, E. G., Imbert, J. B., Larraínzar, E., Peralta, J., Castillo, F. J. 2017. ¿Están los bosques mixtos pirenaicos de pino silvestre y haya en el camino hacia la saturación por nitrógeno? Ecosistemas 26: 66-78.

Brasier, C. M., Kirk, S. A. 2001. Comparative aggressiveness of standard and variant hybrid alder phytophthoras, *Phytophthora cambivora* and other Phytophthora species on bark of *Alnus*, *Quercus* and other woody hosts. Plant Pathol. 50: 218-229.

Castillo, F. J., Imbert, J. B., Blanco, J. A., Traver, C., Puertas, F. 2003. Gestión forestal sostenible de masas de pino silvestre en el Pirineo Navarro. Ecosistemas, 12(3).

Castro, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, an 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain). Munibe Ciencias Naturales 57: 257-281.

Catalán, P. C., Aizpuru, I., Barturen, M. R. 1988. Proyecto de reserva natural en Artikutza (Navarra). Estudio ecológico. En: Biología ambiental: actas del Congreso de biología ambiental. II Congreso Mundial Vasco. Gobierno Vasco: 287-302.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Mendiola, I., del Barrio, L., Zorrakin, I. 1989. Guía ecológica de Artikutza: Naturaleza y huella humana. Parques y Jardines y Patronato de Albergues y Campings de Juventud del Ayuntamiento de Donostia.

Cousins, S. J., DuVal, A. E. 2012. Management approaches for protected areas of cultural and biological significance: The beech pollards of Aiako Harria Natural Park. En: Multiple-use management of protected natural areas: Integrating conservation, restoration and recreation in the Spanish Basque Country. DuVal, A., Muruetagoiena, T., Ashton, M. S. (Eds.). 127-153. Yale University, New Haven, CT, United States.

de Vries, F. T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjørnlund, L., d'Hertefeldt, T. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. Proceedings of the National Academy of Sciences 110: 14296-14301.

Dorronsoro Loiarte, B, Lozano Valencia, P. J., Latasa Zaballos, I. 2015. Nafarroako Artikutzako baso landarediaren inbentarioa karakterizazioa eta egituraren analisia. Lurralde: Investigación y espacio 38: 159-186.

Edeso, J. M., Merino, A., González, M. J., Marauri, P. 1999. Soil erosion under different harvesting managements in steep forestlands from Northern Spain. Land. Degra. Dev. 10: 79-88.

Ganuza, A., Almendros, G. 2003. Organic carbon storage in soils of the Basque Country (Spain): the effect of climate, vegetation type and edaphic variables. Biol. Fertil. Soils 373: 154-162.

García, D., Quevedo, M., Obeso, J.R., Abajo, A., 2005. Fragmentation patterns and protection of montane forest in the Cantabrian range (NW Spain). For. Ecol. Manage. 208: 29–43.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Martínez de Arano, I. 2009a. Effects of tree species and clear-cut forestry on forest-floor characteristics in adjacent temperate forests in northern Spain. Can. J. For Res. 39: 1302-1312.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Kandeler, E., De Arano, I. M. 2009b. Potential indicators of soil quality in temperate forest ecosystems: a case study in the Basque Country. Ann. For. Sci. 66: 1-12.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Merino, A., de Arano, I. M. 2009c. Soil organic matter in soil physical fractions in adjacent semi-natural and cultivated stands in temperate Atlantic forests. Soil Biol. Biochem. 41: 1674-1683.

Gartzia-Bengoetxea, N., Kandeler, E., de Arano, I. M., & Arias-González, A. 2016. Soil microbial functional activity is governed by a combination of tree species composition and soil properties in temperate forests. Applied soil ecology 100: 57-64.

Gobierno de Navarra 2005. Bases Técnicas para el plan de gestión de la zona especial de Conservación (ZEC). Artikutza (ES2200010).

Ibáñez Ancizu, P. 2018. Influencia de las claras forestales a largo plazo sobre respiración del suelo y otras variables abióticas, en dos bosques del pirineo navarro. Trabajo Fin de Grado. Universidad Pública de Navarra.

Ihobe, 2019. Perfil ambiental de Euskadi 2018. Cambio climático. Gobierno Vasco. 71 pp.

López, M. P. 2009. Los sedimentos y su incidencia en la eutrofización de los embalses. Caso del Río Lozoya. Ingeniería del agua 16: 273-283.

Mateos, E., Edeso, J. M., Ormaetxea, L. 2017. Soil erosion and forests biomass as energy resource in the basin of the Oka River in Biscay, northern Spain. Forests 8: 258.

Merino, A., Álvarez-González, J. G., Real, C., Rodríguez-Guitian, M. 2007. Forest structure and C stocks in natural forest fragments of *Fagus sylvatica* in southern Europe: the effects of past management. For. Ecol. Manage. 250: 206-214.

Merino, A., Azbitarte, I.; Taboada, T., Larumbe, I. 1995. Los suelos de la cuenca del embalse del Añarbe. Propiedades e influencia de sus características en la calidad de las aguas. Munibe 47: 17-27.

Merino, A., Balboa, M., Rodríguez-Soalleiro, R., Álvarez González, J. G. 2005. Nutrient exports under different harvesting regimes in southern Europe. For. Ecol. Manage. 207: 325-339.

Merino, A., Edeso, J. M. 1999. Soil fertility rehabilitation in young *Pinus radiata* plantations from northern Spain after intensive site preparation. For. Ecol. Manage. 116: 83-91.

Merino, A., Edeso, J. M., González, M. J., Marauri, P. 1998. Soil properties in a hilly area following different harvesting managements. For. Ecol. Manage, 103: 235-246.

Merino, A., Fernández-López, A. Solla-Gullón, F., Edeso, J. M. 2004. Soil changes and tree growth in intensively managed radiata pine plantations in Northern Spain. For. Ecol. Manage. 196: 393-404.

Merino, A., Fernández-López, A., Solla-Gullón, F., Edeso, J. M. 2004. Soil changes and tree growth in intensively managed radiata pine plantations in Northern Spain. For. Ecol. Manage. 196: 393-404.

Merino, A., Gey, P., Martínez Cortizas, A. 1991. Propiedades de los suelos desarrollados sobre argilitas de Guipúzcoa. Munibe 43: 73-83.

Merino, A., Martinez, A. 1992. Suelos de Guipúzcoa sobre argilitas. Factores limitantes a su uso y conservación. Eusko Ikaskuntza. Cuadernos de Sección, Geografía 20: 327-343.

Merino, A., Pérez-Batallón, P., Macías, F. 2004. Responses of soil organic matter and greenhouse gas fluxes to changes in soil management and land use in a humid temperate region of southern Europe. Soil Biol. Biochem. 36: 917-925.

Merino, A., Real, C., Rodríguez-Guitián, M.A. 2008. Nutritional status of managed and natural forest fragments of Fagus sylvatica in southern Europe. For. Ecol. Manage. 255: 3691-3699.

Olarieta, J. R., Besga, G., Rodrıguez, R., Usón, A., Pinto, M., Virgel, S. 1999. Sediment enrichment ratios after mechanical site preparation for *Pinus radiata* plantation in the Basque Country. Geoderma 93: 255-267.

Ongley, E. D. 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos (No. 55). Food & Agriculture Org. Capítulo 2: Sedimentos.

Palacios, P. L., Casado, H., Mesanza, J. M., Castillo, F. J. 1995. *Pinus radiata* site quality study in the Basque Country (Spain) using nutritional and physiographical criteria. Water Air Soil Pollut 85: 1275-1280.

Primicia Álvarez, I. 2013. Influencia de la intensidad de clara y tipo de dosel en el ciclo interno de nutrientes y el crecimiento secundario de pino silvestre en un bosque mixto de los Pirineos occidentales. Ecosistemas 22: 131-135.

Rodríguez-Oroz, D., Lasheras-Adot, E., Elustondo-Valencia, D., Bermejo-Orduna, R., González-Miqueo, L., Garrigo-Reixach, J. 2008. Caracterización Edáfica y Geoquímica de los Suelos de Bertiz (Navarra), Resultados Preliminares. Macla: Revista de la Sociedad Española de Mineralogía 9: 209-210.

Sageman, B. B., Lyons, T. W. 2003. Geochemistry of fine-grained sediments and sedimentary rocks. Treatise on geochemistry, 7: 407. Pp 115-158. Elsevier.

San Emeterio-Garciandía, L., Rupérez, E., Senosiain, J. M., Canals-Tresserras, R. M. 2012. Efectos de una quema prescrita sobre el suelo y la vegetación de un pasto altimontano del Pirineo navarro. En: Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción= Abeltzaintza estentsiboaren erronka berriak: galtzeko arriskuan dagoen kontserbazio eragilea. Canals-Tresserras, R. M., San Emeterio-Garciandía, L. (Eds.):. 51 Reunion Cientifica de la SEEP. Pamplona, 14-18 de mayo de 2002.

Sanz Montero, M. E., Rayán, R. C., Montaña, J. G., Salas, C. A. 1998. Composición de los sedimentos acumulados en embalses españoles. Ingeniería del agua, 5: 21-28.

U. S. Department of the Interior 2017. Dam Removal Analysis Guidelines for Sediment. Bureau of Reclamation Technical Service Center Denver, Colorado.

van der Heijden, M.G., Bardgett, R.D., van Straalen, N.M. 2008. The unseen majority: Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. Ecol. Lett. 11:296–310.

Vega, J. A., Fontúrbel, T., Merino A., Fernández C., Ferreiro, A., Jiménez, E. 2013a. Testing the suitability of visual indicators of soil burn severity to reflect changes in soil chemical and microbial properties in pine stands and shrublands. Plant Soil 369:73-91.

Vega, J. A., Fontúrbel, T., Fernández, C., Díaz-Raviña, M., Carballar, M. T., Martin, A., González-Prieto, S., Merino, A., Benito, E. 2013b. Acciones urgentes contra la erosión en Áreas Forestales quemadas. Guía para su planificación en Galicia. Xunta Galicia.

Virto, I., Imaz, M., Fernández-Ugalde, O., Gartzia-Bengoetxea, N., Enrique, A., Bescansa, P. 2015. Soil degradation and soil quality in Western Europe: current situation and future perspectives. Sustainability 7: 313-365.

Zabaleta, A., Meaurio, M., Ruiz, E., Antigüedad, I. 2014. Simulation climate change impact on runoff and sediment yield in a small watershed in the Basque Country, northern Spain. J. Environ. Qual. 43: 235-245.

IV
Artikutzako errekak

Arturo Elosegi, Miren Atristain, Aitor Larrañaga eta Daniel von Schiller

Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU
arturo.elosegi@ehu.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Los ríos de Artikutza

Artikutza es, desde el punto de vista naturalístico, uno de los enclaves más interesantes de nuestra geografía. En lo que fue un valle sujeto a múltiples actividades humanas, tras un siglo de protección, la naturaleza va recuperandose demostrando la resiliencia de la naturaleza y de cómo ésta puede recuperarse si le damos una oportunidad. Los ríos de Artikutza no son una excepción. En sus cauces y márgenes hay innumerables rastros de la ocupación humana que debió causar graves afecciones ambientales. Un siglo después los ríos de Artikutza tienen la mejor calidad del agua, los cauces más naturales y los niveles de biodiversidad más elevados de nuestro entorno. El buen estado de los bosques de ribera, que proporcionan grandes cantidades de hojarasca y sombra, las bajas concentraciones de nutrientes, así como la geomorfología del cauce, con la presencia de una gran biomasa de madera muerta en los lechos fluviales, hacen que el metabolismo de estos ecosistemas sea netamente heterotrófico, con un dominio de los procesos de descomposición frente a los de producción (Arroita et al., 2017).

En 1947 se diseñó el embalse de Enobieta para abastecer de agua a Donostia-San Sebastián (Muñoz Echabeguren, 2003). Pero problemas de cálculo hicieron que las obras fueran interrumpidas, y en 1953 comenzó la explotación del embalse, con un volumen de llenado de 1,4 hm3 iinferior a los 2,7 hm3, previstos. Los cauces de Artikutza son un referente para determinar la cantidad y disposición esperable de restos de madera en ríos cantábricos y un enclave de enorme valor educativo, para técnicos de la administración, estudiantes y público en general.

Por último, hay que destacar que Artikutza es un enclave de gran valor como reservorio de carbono, tanto en el suelo como en la biomasa o en la madera muerta. Es de esperar que la eliminación del embalse de Enobieta potenciará este papel al reducir la emisión de metano a la atmósfera. Por lo que respecta a la gestión del agua, el valor económico y social de este recurso es mucho mayor que el de cualquier otro recurso explotable, como el maderero, por lo que es de esperar que se continúe con la política de no explotación forestal.

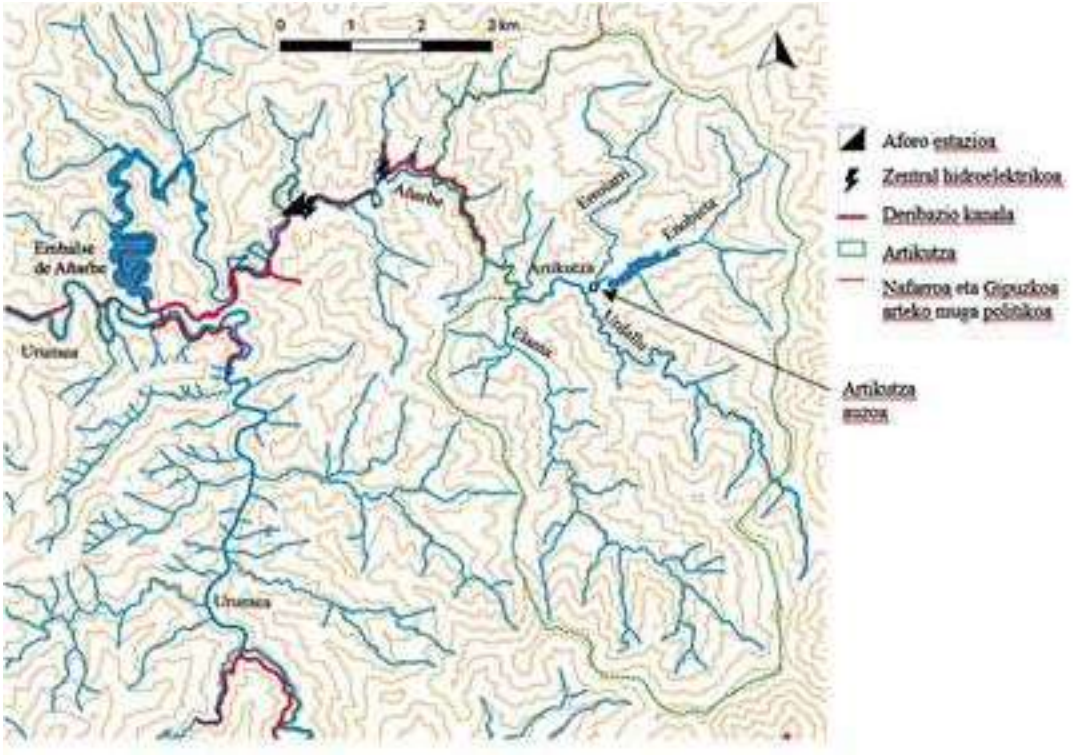
1. Sarrera

Artikutza, naturaren ikuspuntutik, gure inguruko leku interesgarrienetarikoa da. Aintzina beste edozein haran bezalakoa zena, giza jarduera ugarik eraldatua, Donostiako udalak mende batez babestu izanaren ondorioz, naturaltasunaren irla bat da inguru gero eta antropizatuagoan. Euskal Herriko gainontzeko lekuetan lurzoruaren artifizializazio mailak eta baso-ustiaketaren intentsitateak etengabe gora egiten duen bitartean, Artikutzan, antzinako meatzaritza, nekazaritza eta abeltzaintza jardueren zantzuak ezabatuz doaz, haranaren birnaturalizazioa ahalbidetuz. Artikutza beraz, naturaren erresilientzia gaitasunaren adibide argia da, hura bere baitan utziz gero, denboran zehar errekuperatzeko duen gaitasunarena, hain zuzen.

Artikutzako errekek ere joera berdina erakutsi dute. Haien ibilguetan garai bateko giza okupazio gogorraren aztarna ugari daude, zalantzarik gabeko ingurune-kalteen adierazle. Horren adibide da Añarbe errekaren kutsadurak 1902an Donostian eragindako tifus izurritea. Izurrite hura izan zen hain zuzen, Donostiako Udala lehendabizi Artikutzako iturburuak babestu, eta gerora, 1919an, lursail osoa erostera bultzatu zuena. Gaur egun, mende bateko babesa eta gero, Artikutza da gure lurraldean ibilgu naturalenak izateaz gain, uraren kalitate eta biodibertsitate maila altuena dituen lekua. Kalitate onaren adierazleetako batzuk begi bistaz ikusteko zailak badira ere, bada ezaugarri bat arroaren egoera islatzen duena eta edonork ikus dezakeena: Artikutzakoak dira, alde handiz, euriteetan gutxien uhertzen diren errekak. Uhertasun baxu honek arroaren kontserbazio-maila ona eta higadura txikia erakusten ditu. Hori dela eta, naturaren kontserbazioaren ikuspuntutik ondo gorde beharreko altxorra da Artikutza, eta bertako errekak, Kantauriar isurialdeko ibai eta erreken kontserbazio egoera ulertu eta balioztatzeko erreferentzia-puntu garrantzitsuak dira.

2. Sare hidrografikoa

Añarbe erreka Urumea ibaiaren adar nagusietako bat da, eta drainatzen duen 64,7 km^2-ko arroaren goiko aldea Artikutzan kokatzen da (1. Irudia). Bertako euri ugariak eta litologia iragazkaitza direla eta, drainatze-sare oso trinkoa du, eta inguruko emari espezifikorik handiena (GFA, 2006). Erreka labur eta malkartsuak dira orokorrean. Hauen artean daude Enobieta eta Erroiarri, Artikutzako auzoan bat egitean Artikutzako erreka sortzen dutenak, baita Urdallu eta Elama errekak ere. Normalean esan ohi da Añarbe erreka Olazubietan sortzen dela, Artikutza eta Elama erreken bategiteaz. Handik 1300 metro behera Ugaldeko presa dago, non ubide batek Añarbe errekaren urik gehiena Berdabioko zentral hidroelektrikora bideratzen duen, 2500 metro beherago. Behin zentrala mugituta, ura Añarbe errekara itzultzen da, baina metro gutxitan berriro ubide batek gehiena hartzen du, Okilegiko zentralera eramateko, 2000 metro beherago. Berriro, ura turbinatu, ibilgura askatu, baina berehala berriro desbidatua da, Añarbeko zentral hidroelektrikoa mugitzeko. Handik Urumea ibaira doa ura. Zentral honek turbinatzen ez duen ura Añarbeko urtegira doa, zeina Okilegiko zentrala baino 2400 metro beherago hasten den. Beraz, Ugaldeko presatik behera, zentral hidroelektrikoek larriki eragiten diote Añarbe errekari. Izan ere, ura ibaietatik desbideratzeak ibaiak kaltetzen ditu, urak estaltzen duen azalera eta uraren sakonera eta korrontearen abiadura murrizten baititu. Horren ondorioz, erreka eta ibaietako habitataren kantitate eta kalitatea ere murrizten dira (Matthaei et al., 2010; Bae et al., 2015), biodibertsitatean eta ekosistemen funtzionamenduan eraginez (Dewson et al., 2007; Benejam et al., 2014; Arroita et al., 2015).



1. Irudia.

Ikuspegi geologikotik, arroa, Aiako Harriko plutoiaren eta inguruko eskisto-gerrikoaren arteko kontaktu eremuan dago. Beraz, iparraldean leukogranitoak dira nagusi, eta gainontzeko eremuam eskistoak, arbelak eta graubakak, buztin, harearri, legar eta blokeez tartekatuta (1. Taula). Erroiarri eta Añarbe errekaren zati txiki bat, Ugaldeko presatik beherakoa granito gainean doaz, gainontzekoak litologia metamorfikoaren gainean.

1.TAULA. Artikutzako unitate litologikoen estaldura (Nafarroako Gobernua, IDENA).

UNITATE LITOLOGIKOAK	ESTALDURA ERLATIBOA (%)
Leukogranitoa	15,54
Granito, granodiorita eta gabrodiorita	0,05
Eskistoa, arbela eta graubaka	65,89
Kareharria	2,93
Harearri gorri eta grisa	0,43
Legarra, harearria eta lohia	0,95
Buztina, harearria, legarra eta blokeak	14,21

1. Irudia. Artikutzako sare hidrografikoa.

2. Irudia

3. Historia

Artikutzan topatutako monumentu megalitikoek bertako giza okupazioa antzinakoa dela erakusten dute (del Barrio, 1989). Erdi Aroan haran osoa eta inguruko zenbait mendi Orreagako Kolejiataren jabegopean zeuden, eta meatzaritza, basogintza eta artzaintza ziren ustiapen nagusiak (Aragón, 2015). Gainera, haranean bost burdinola hidrauliko ari ziren lanean: Artikutza, Urdallu, Elama, Goizarin eta Berdabio. Ondorioz, garai hartan Artikutzan langile pila bat arituko ziren olagizon, mandazain, ikazkin, meatzari edo beste hainbat ofiziotan, eta bertako errekek inpaktu nabarmena jasoko zuten, presek zatituta eta meatzaritza hondakinek kutsatuta. XIX. mendeko desamortizazio garaiaren ostean, hainbat enpresen eskutatik pasatu zen Artikutza, eta basogintza zein meatzaritza gero eta modu gogorragoan egin ziren.

XIX. mendearen amaieran Donostia hazten ari zen hiri txiki bat besterik ez zen, baina jada bertako populazioa urez hornitzeko arazoak edukitzen hasiak zen. Egoera honek ura hirigunetik gero eta urrutirago hartzera eraman zituen (Muñoz Echabeguren, 2003). Hartunetako bat Ugaldeko presan zegoen. Lehenago aipatu dugun bezala, 1902an Añarbe errekako uraren kutsadurak tifus izurritea eragin zuen hiriburuan, eta bertako teknikariei konponbide bat topatzeko agindua eman zitzaien. Gaur egun uraren arazketa litzateke irtenbidea, baina garai hartan teknika horiek ez zeuden oraindik oso aurreratuta. Gauzak horrela, teknikariek ura Añarbe errekatik hartu beharrean zuzenean iturburuetatik hartzea proposatu zuten. Horretarako, iturburuetan makina bat hargune zituen azpiegitura hidraulikoen sare zabala eraiki zen, hainbat kanal eta uraren erregulaziorako egiturez osatua (2. Irudia). 1919an Donostiako Udalak Artikutza erosi zuen. Erosketa honen helburua kalitatezko uraren hornidura bermatzea zen. Hortik aurrera, ganadua bertatik kanpo mentendu zen, biztanle gehienak udal langile gisa kontratatu ziren eta haranera sarbidea oso mugatua izan zen. Hala ere, uraren kalitate ona bermatua bazegoen ere, ez zegoen erreken emaria erregulatzeko modurik. Beraz, urtegi bat erakitzea pentsatu zuten. Hasieran, Ugalden eraikitzea pentsatu zen, baina sortuko zen urtegiak Artikutza auzoa estaliko luke. Hori gerta ez zedin, egun auzotik gora aurkitzen den Enobieta presa eraikitzea erabaki zen (3. Irudia). 40. hamarkadan eraikitzen hasi zenetik, Enobietako presak egonkortasun arazoak izan zituen, eta azkenean txikiegia suertatu zen eta uraren kalitatea kaskarra zuen. Horrek guztiak kudeatzaileak Añarbeko urtegia eraikitzera bultzatu zituen, Añarbeko beheko partean kokatuta dagoena eta Enobieta baino 40 aldiz handiagoa dena. Une horretatik aurrera Enobietako presa gero eta gutxiago erabili zen. Azken hamarkadetan, Donostiako Udalak Artikutzako erreka-sarearen kalitatea hobetzeko

2. Irudia. Ur horniketarako erabili ziren azpiegituren aztarnak Elama errekan (Argazkiak: Arturo Elosegi).

hainbat ekintza burutu ditu. Adibidez, Donostia urez hornitzeko erabili izan ziren zazpi presa txiki bota zituzten 2014an sare hidrografikoaren konektibitatea hobetuz (4. Irudia). Beraz, gaur egun, Enobietako presa kenduta, esan dezakegu Artikutzako erreka-sare osoan zehar ez dagoela mugimendurako oztopo esangarririk.

3. Irudia.

4. Irudia.

4. Enobietako urtegia

Aurreko atalean aipatu dugun moduan, 1947an Enobietako urtegia diseinatu zen, Donostia urez hornitzeko (Muñoz Echabeguren, 2003). Jatorrizko diseinuak 40,4 metroko sakonera eta 2,7 hm^3-ko biltegiratze ahalmena zuen. Enobietako errekaren urez gain, Erroiarriko errekako ura ere jasotzen zuen, gaur egun erabiltzen ez den ubide baten bitartez, horrela drainatze arroaren azalera 6,11 km^2-tik 11 km^2-ra handituz. Presa eraikitzeko bidea egiterakoan ikusi zuten ezker aldean filtrazio arazoak sor zitzaketen marmol karstifikatuak zeudela, eta sustratu gogorra topatzeko 30 m-ko sakonerako zuloak egin behar zirela. Horrela, arazo bikoitza sortu zuen, urtegiaren iragazgaitasuna eta egonkortasuna kolokan baitziren. Horren ondorioz, eraikitze-lanak eten egin ziren, hainbat ikerketa, proiektu eta ustiapen gomendio garatu ziren eta iragazgaitze eta sendotze lanak egin. Probatu ziren hainbat irtenbide teknikoen artean, bat izan zen ezkerreko ertzean hormigoia injektatzea. Saiakera horiek arrakastarik izan ez zutenez, hormaren ezkerreko muturra amaitu gabe geratu zen, eta presa, aurreikusi baino 5 metro txikiago geratu zen. 1953an, presaren eraikitzea amaitu zen, baina ezkerreko bazterra amaitu gabe. Bien bitartean, Donostiako biztanleria hornitzeko beharra kontuan hartuta, urtegia ustiatzen hasi ziren, baina 1,4 hm^3-ko bolumena gainditu gabe.

Urtegiaren bolumen erabilgarria murrizteaz gain, hartutako konponbideak arriskufaktore bat gehitu zuen, izan ere, beheko ateak huts eginez gero, urtegiak ezkerreko ertzetik gainezka egin zezakeen, presa hautsiz eta Artikutzako auzoa desagerraraziz. 50eko eta 60ko hamarkadetan egonkortze eta iragazgaizte lan ugari egin ziren arren, ez zen arazoa konpondu. 1989an, presaren haustura arriskua ekiditeko, presa partzialki eraitsi zuten, gainezkabidearen garaiera 5 metrotan jaitsiz. Honek urtegiaren gehienezko sakonera 25,5 m-ra mugatu zuen eta edukiera 1,6 hm^3-tara, hasieran aurreikusitako 2,7 hm^3 baino askoz ere txikiagoa. Harritzekoa bada ere, gainezkabidea jaistean sortutako hondakinen zati handi bat urtegira bota zuten, behealdeko atearen sarreran blokeatuz, eta horrela presaren osotasuna arriskuan jarriz.

Segurtasun arazoez gain, Enobietako urtegiak uraren kalitatearekin arazo ugari izan zituen. Artikutza haranak, oro har, kalitate bikaineko urak ditu, baina, halaber, mineral ugariko gunea da, eta hauek uretan eragin negatiboak izan ditzakete. Udan, eguzkiak urtegiaren

3. Irudia. Enobietako urtegia urez beteta 2013ko apirilan. Ur maila urtegiaren berezko kapazitatea baino baxuagoa da, hustubidea 5 metro beherago jartzearen ondorio. (Argazkia: Arturo Elosegi).

4. Irudia. Donostiako udal-langile bat ibai-konektagarritasuna berreskuratzeko Urdalluko presa txikia eraisten. (Argazkia: Iñaki Uranga).

5. Irudia.

6. Irudia.

azaleko urak berotzen dituenean, termoklina bat osatzen da, hau da, muga bat sortzen da beheko ur hotz eta gainazaleko ur beroen artean. Termoklina honek uraren nahasketa eragozten du eta denbora luzez urtegiaren beheko aldean oxigenoa sartzea galarazten du, uda amaierarako ur sakonenetan oxigeno eskasia eraginez. Oxigenoaren kontzentrazioa erortzen denean, manganesoa, burdina eta sulfatoa erreduzitu egiten dira, egoera solidotik disolbatura pasatuz. Modu horretan, uretako manganeso erreduzituaren (Mn (II)), burdin erreduzituaren (Fe (II)), amonioaren (NH4 +) eta hidrogeno sulfuroaren (H_2S) kontzentrazioak handitzen dira. Konposatu horiek ingurumen-arazo larriak eragiten dituzte, toxikoak baitira, eta urari kolore eta usain desatsegina ematen baitiote. Besteak beste, amoniotik amoniako (NH_3) konposatu toxikoa sor daiteke. Edateko uraren kasuan bereziki kezkagarria da manganesoa erreduzitua (Bryant et al., 2011), urari usain eta zapore txarra emateaz gain, kalte neurologikoak sor baititzake (Bouchard et al., 2011). Enobietako kasuan, Donostiarako ura hornitzen zuen garaian, ohikoa zen burdin- eta manganeso-kontzentrazioak legezko mugak gainditzea. Gainera, udan, Artikutza auzoan sufre usaina antzematen zen, urtegitik zetorrena. Hidrogeno sulfuroak eta metal astunak, hala nola manganesoa, kaltegarriak dira, ez bakarrik giza osasunerako, baita biodibertsitatearentzat ere. Artikutzako kasuan, Enobietako urtegiaren azpian kolore beltza hautematen da manganesoaren prezipitatuen ondorioz (5. Irudia). Hau zenbait kasutan Olazubietaraino ere iristen da. Egonkortasun arazoak, erregulazio-ahalmen txarra eta uraren kalitate baxua zirela eta, Añarbeko urtegia eraiki zen, 43,8 hm^3-koa. Añarbekoa 1976an martxan jarri zenean, Enobietako urtegiak garrantzi estrategikoa galdu zuen eta mantentze-lanak pixkanaka murriztu ziren ia guztiz desagertu arte. Denborak aurrera egin ahala, presa barruko galeriak uraren ihes nabarmenak jasan zituen (6. Irudia), sistema elektrikoa eten egin zen, eta beheko ateak eta hornikuntzarako hodiek funtzionatzeari utzi zioten (Martín Vide, 2016). 2000. urtean, Ipar Konfederazio Hidrografikoaren Ur Batzordeak presa "A" kategorian sailkatu zuen, hau da, Presa eta Urtegien Segurtasun Araudiaren arabera, segurtasun txikienekoan, haustura edo funtzionamendu okerraren arriskua dela-eta. Urtegiaren erabilgarritasun ezak, segurtasun sistemak eguneratzeko inbertsio handiak eta Enobietako urtegiak ingurumen baldintzak kaltzetzeak, Donostiako Udala hura kentzera bultzatu zuten 2016an. 2019 urtearen hasieran, Enobieta urtegia guztiz hustu zen (7. Irudia), nahiz eta oraindik ez den presaren azken irtenbidea erabaki. Presa guztiz kentzea garestia ezezik, ingurumenean eragin handia izango luke, hango hormigoiaren bolumena 100.000 kamioien baliokidea baita. Horregatik proposatu zen presaren azpian tunel bat egitea (Girder, 2016). Honek

5. Irudia. Manganesozko prezipitatu beltzaxkak Enobieta urtegitik ur behera. (Argazkia: Arturo Elosegi).

6. Irudia. Ezkerrean. Ur filtrazioak Enobietako beheko galerian. Eskuinean. Ura hartzeko hodien balbulak, hamarkadetan erabili ez izanaren ondorioz funtzionatzen ez dutenak. (Argazkiak: Arturo Elosegi).

7. Irudia.

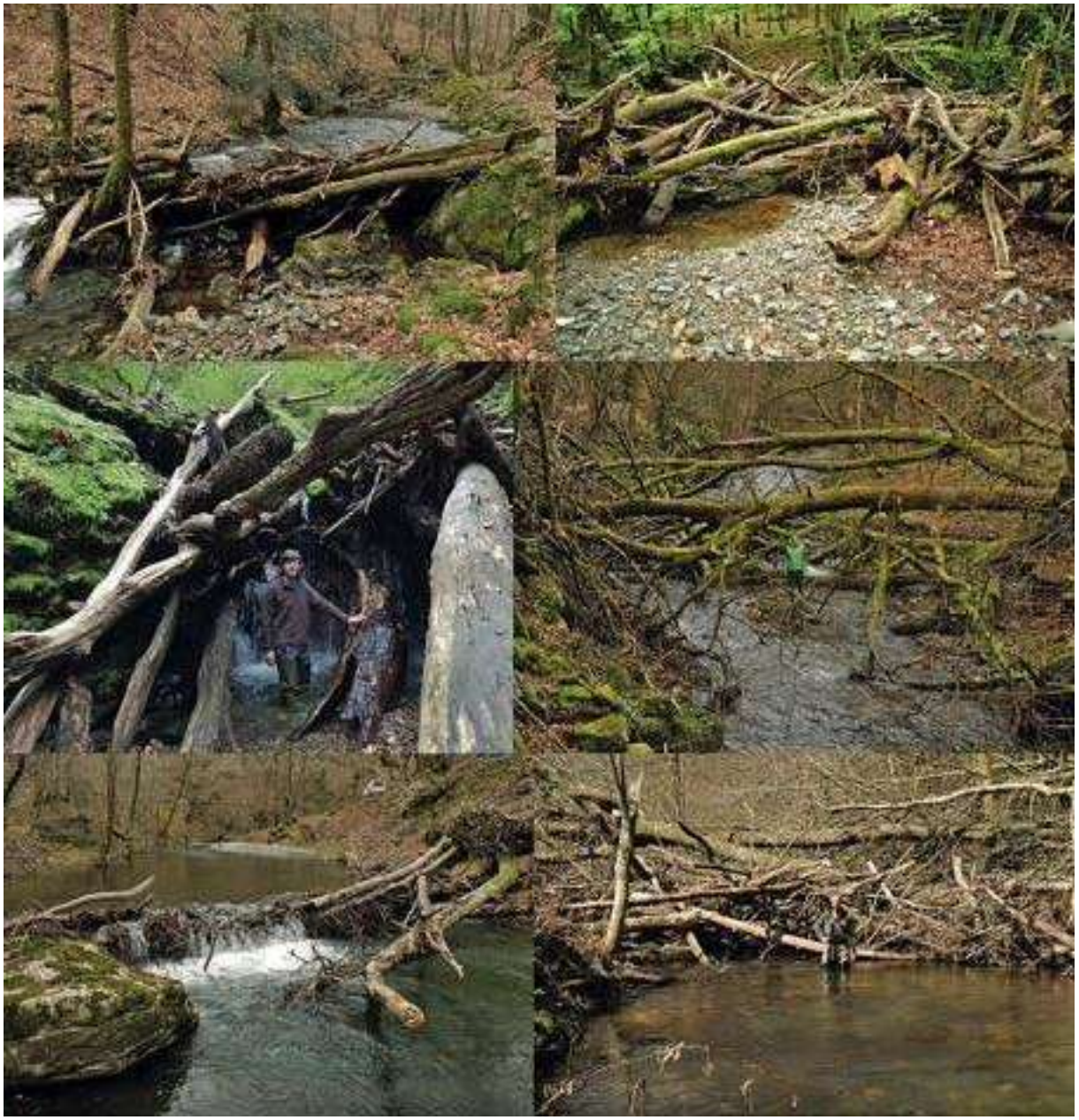
ornogabe eta arrainen pasabidea ahalbidetu beharko luke, eta beraz, hesi efektua ezabatuko litzateke. Irtenbide honek Enobietako errekaren atal bat berreskuratzea ahalbidetuko du, baita urtegiaren inguruko basoaren berreskuratzea ere. Hala ere, Añarbeko urtegiak eta Okilegi zein Berdabio zentralek arrain espezie migratzaileak berreskuratzea ezinezko egiten dute, garai batean Artikutzara iristen ziren izokina eta aingira esaterako.

5. Geomorfologia eta uraren kalitatea

Kudeaketa kontserbatzailezko mende bat eta gero, Artikutzako arroko errekek naturaltasun geomorfologiko paregabea dute. Oro har, erreka zuzenak dira, haran estuetan barrena doazenak, uholde-lautada txikikoak, eta horrek ibilgu sinpleak sorrarazten ditu, urlaster eta putzuen sekuentziak dituztenak. Harana zabaltzen den eremu batzuetan, ibilgua zabalagoa egiten da, eta sedimentu-barrak sortzen dira. Zenbait ibai tramok granitozko sustratua zeharkatzen dute, Erroiarrin eta Añarben Ugalde eta Berdabioko presen artean. Horrelakoetan, sedimentuak banaketa bimodala du, harkaitz handiak eta hare-metaketak gailenduz. Eskistoz osatutako beste erreketan, Elama gehienean adibidez, tamaina guztietako harriak aurkitzen dira. Ur-jauzi ugari ere badira arroan, horien artean Erroiarrikoa, eta zenbait lekutan, hala nola Elamako herriaren gainean eta Ugaldeko presaren azpian, errekak arroilak sortzen ditu. Nabarmentzekoa da erreka-sare osoan ia ez dela buztinik edo lohirik aurkitzen ibilguetan, arroan en higadura-tasa basuaren lekuko, basoen hedadura handiei eta pisten ugaritasun txikiari esker.

Artikutzako erreken ezaugarririk nabarmenenetako bat egur hilaren ugaritasuna da, ibai-basoak hamarkadetan ez ustiatu izanaren ondorioz. Egur hila basopeko erreken funtsezko elementua da, geomorfologia eta habitat dibertsitatea areagotzen baititu, materia organikoa eta sedimentuak atxiki eta hainbat bizidunei aterpe eskaini (Wohl, 2017). Hala ere, mundu osoko ibaietan egur hila murriztu egin da mendeetan zehar, eta horrek eragin handia izan du haien biodibertsitatean eta funtzionamenduan (Elosegi eta Johnson, 2003; Wohl, 2014). Artikutza da egur gehien duen Europako lekuetako bat, eta bertan egur hilak egitura naturalak sortzen ditu; gainera, denboran zehar egurraren ugaritasuna eta eragin ekologikoa hazten doaz, basoak heldu ahala (Castro, 2009) (8. Irudia). Hortaz, erreferentzia sistema bikaina eskaintzen du konplexutasun fisikoa galdu duten erreken errestauraziorako. Añarbeko urtegira doazen erreketan eginiko errestaurazio-proiektu batek aldaketa geomorfologiko handiak sortu zituen (Elosegi et al., 2017), materia organikoaren atxikimendua areagotu, ornogabeetan aldaketa garrantzitsuak sortu (Flores et al., 2018), bai eta arrainetan (Antón et al., 2011) zein ekosistemaren funtzionamenduan (Flores et al., 2011; 2013; Elosegi et al., 2016). Gainera, aldaketa hauek ibaiek ematen dituzten zerbitzu ekosistemikoak areagotu zituzten nabarmen (Acuña et al., 2013).

7. Irudia. Ezkerrean. 2019.02.27an, Enobieta urtegia hutsik. Eskuinean. Ibilgu berrien sorrera hustu aurretik urpean zeuden guneetan. Buztaneko sedimentuen kolore berdexkak landarediaren kolonizazio azkarra erakusten du. (Argazkiak: Arturo Elosegi eta Miren Atristain).



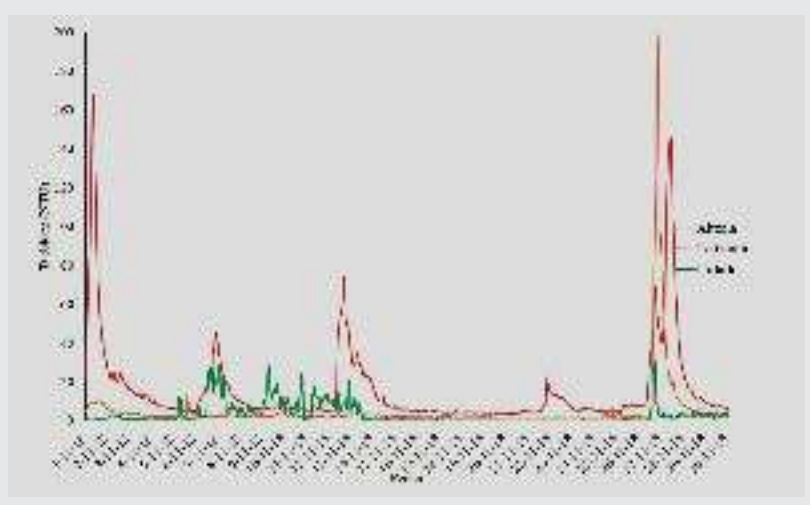
8. Irudia.

Artikutzako arroa ere nabarmentzen da uren kalitateagatik. Bertako errekek eroankortasun eta mantenugaien kontzentrazio txikiak dituzte, eta oxigenoaren kontzentrazioa beti saturazioaren inguruan dago. Halaber, inguruko erreka gehienek ez bezala, urak garden mantentzen dira, uholde handienetan izan ezik. Urdalluko erreka Leitzaran eta Deba ibaiekin alderatuta diferentzia nabarmen ikusten da (9. Irudia). Urdalluko uhertasuna unitate nefelometriko baten azpikoa (NTU) izan ohi da, eta gutxitan igotzen da 50 NTU-tik gora. Horren aldean, aipatutako beste ibaiek askoz balio altuagoak erakusten dituzte. Ezaugarri horiek Artikutzako arroaren kontserbazio egoera onaren isla dira, baso trinko eta helduek dakartzaten higadura-tasa txikiena.

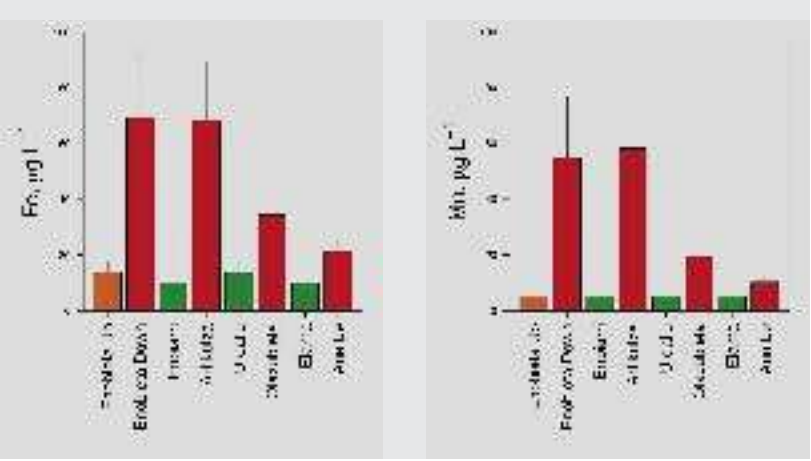
Uraren kalitatearen ikuspuntutik, Enobietako urtegiak jarraitzen du izaten Artikutzako sare hidrografikoko puntu beltza. Urtegi honen azpian amonio, eta batez ere, metalen kontzentrazioa nabarmenak (burdina eta manganesoa, 10. irudia) detektatzen dira uda partean. Goian azaldu dugun moduan, kutsatzaile hauen jatorria urtegiaren hondoan dago, bertan hipoxia ematen denean disolbatzen baitira. Urtegitik atera ondoren, oxigenoarekin kontaktuan jartzean metal horiek ibilguan prezipitatzen dira, eta manganesoak urei kolore belzkara

8. Irudia. Egur pilaketak Artikutza haraneko ibilguetan. Konplexuak dira bere baitan, eta eginkizun geomorfologiko garrantzitsua betetzen dute, batez ere atxikitzen duten legar eta materia organikoa dela eta. (Argazkiak: Arturo Elosegi, Jorge González Esteban eta Miren Atristain).

eransten die (5. Irudia). Uraren fisikokimikaren aldaketa horiek komunitateen dibertsitatea (Hirst et al., 2002) zein ekosistemaren funtzionamenduan kaltetzen dute.



9. Irudia.



10. Irudia.

6. Komunitate biologikoak

Artikutzako erreketan egindako laginketek ornogabeen dibertsitate handia erakutsi dute (Ladrera eta Imbert, 2009; Elosegi et al., 2013; Diéguez-Uribeondo, 2017; Larrañaga et al., 2018), eta ur-satorraren (*Galemys pyrenaicus* E. Geoffory Saint-Hilaire, 1811) gorotzen analisi genetikoek ere gauza bera egiaztatu dute (Esnaola et al., 2018a). Artikutzako arroaren barruan guk dakigula egin diren lanetan (2. Taula) 57 familia edo maila taxonomiko altuagoko ornogabeak identifikatu dira, uraren eta habitataren egoera orokor bikaina islatuz. Azpimarratzekoa da orain dela gutxi Enobietako urtegian agertu dela *Anodonta* Lamarck, 1799 generoko naiade edo uretako muskuilu bat, Kantauri aldean oso arraroa dena. Ez dakigu zein den populazio honen banako kopurua edo banapena. Aipatzekoa da ere Artikutzan ez dagoela *Potamopyrgus antipodarum* J. E. Gray, 1843 barraskilo inbaditzailerik, inguruko ibaietan oso ugaria den arren.

Era berean, Artikutzan ornogabe harrapariek dibertsitate aparta dute. Perlidoen artean *Dinocras*, *Marthamea* eta *Perla* generoak agertzen dira. Riakofilidoen artean, *Hyperhyacophila*, *Hyporhyacophila*, *Pararhyacophila* eta *Rhyacophila* generoak. Haraneko ibilguetako habitaten konplexutasun handiak ahalbidetzen du nahiko handiak eta habitat zein bazka-beharrei dagokionez antzekoak diren taxoien koexistentzia. Taxoien zerrendak erakusten du bazkasareak oso konplexuak direla, aipatutako harrapariez gain hirudineoak, turbelarioak, zeratopogonidoak, odonatuak, kloroperlidoak, perlodidoak eta polizentropodidoak ageri baitira. Gainerako taxoiei dagokienez, herbiboro oso gutxi dago (batez ere moluskuak), baina detritiboro asko, gehien bat krustazeo eta intsektuak, ibarbasoz estalitako erreketan espero zitekeen moduan.

Errekako komunitateen egoera orokorra oso ona bada ere, ornogabeen aberastasun espezifiko eta dentsitatearen murrizketa handia ikus dezakegu Enobietako urtegiaren azpian, Artikutza auzoaren azpiraino iristen dena (11. Irudia). Tarte honetan falta diren taxoien analisiak iradokitzen du inpaktua metalen kutsadurari zor zaiola, hauek askaturik urtegiaren hondoan anoxian gertatzen denean. Izan ere, urtegi azpian uhertasun-aldi ugari ematen dira, erreka-hondoa manganesu gatz beltzez estalita ageri ohi da, eta anoxia erakusten duen usain sulfurosoa sumatzen da. Espero da inpaktu horiek desagertzea urtegia bertan bera geratzean.

9. Irudia. Uraren uhertasuna Urdallun (berdea), Leitzaran, Andoainen (laranja) eta Deban, Altzolan (gorria) 2018ko abenduan. Urdallukoan guk neurtutako datuak dira, eta Leitzaran eta Debakoak Gipuzkoako Foru Aldundiak ezarritako jarraipen saretik eskuratu dira.

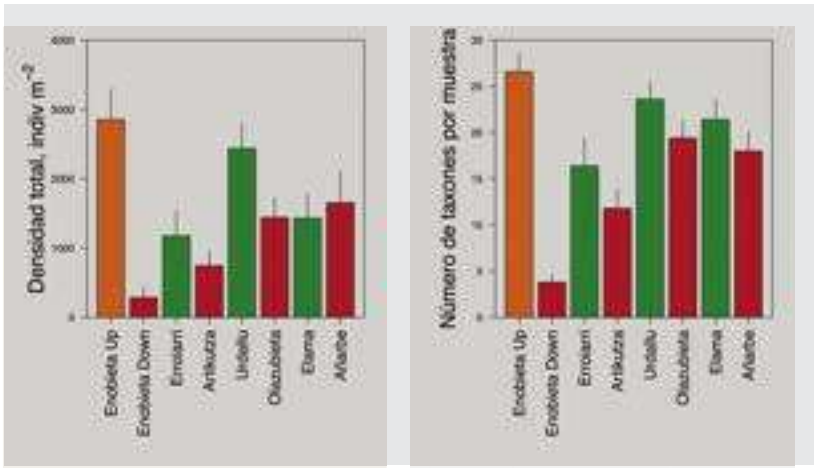
10. Irudia. Uretako burdin (ezkerrean) eta manganeso (eskuinean) kontzentrazio totalak Artikutzako sare hidrografikoko zenbait puntuetan. Laranja eta gorriz adierazi dira ibilgu nagusian kokatutako puntuak, urtegitik ur gora eta ur behera hurrenez hurren. Enobieta Down presa azpian dago, eta gainontzeko puntuak handik beherako gradientean. Berdez adierazi dira ibaiadarretako puntuak.

Ezin da Artikutzako ornogabeen atala itxi aipatu gabe *Austropotamobius pallipes* Lereboullet (1858) karramarroa, normalean bertakotzat jotzen dena, nahiz eta horren inguruko zalantzak egon (Clavero et al., 2016). Artikutzako biztanleek, ingurunearen ezagule bikainek, ez dute gogoan karramarrorik inoiz ikusi izana, ziurrenik uretako kaltzio-kontzentrazio baxua dela eta. Hala ere, XXI. mendearen hasieran Leurtzako urtegiak mantentze-lanetarako hustu zituztenean, karramarro pila bat agertu ziren eta Nafarroako Gobernuak ale batzuk Enobietako urtegian askatu zituen. Banako horiek, harrigarriro, egokitu eta ugaldu egin ziren, penintsulan dagoen populazio handienetako bat eratu arte (Diéguez-Uribeondo, 2017). Ikuspegi genetikotik, populazioa Kantauriko eta Pirinioetako mendietako haplotipoa da. Nahiz eta oso eztabaidagarria den karramarroa Artikutzako espezieen zerrendan sartu beharko ote litzatekeen, nahiz eta espezie hau ez dagoen bilduta Natura 2000 Sareak Artikutzako ES2200010 Babes Bereziko Zonarako egindako dokumentuetan, populazioaren tamaina handia eta Enobietako urtegiaren hustuketak ekar zezakeen inpaktua aurreikusirik, kudeatzaileek erreskate-plan bat jarri zuten abian. Bi urtetan zehar eta butrinoen bitartez, milaka karramarro harrapatu ziren. Batzuk Anozko haztegira eraman ziren, gero Nafarroako hainbat erreketan askatzeko, besteak zuzenean askatu ziren Gipuzkoako zenbait erreketan. Añarbeko urtegira karramarroa sartzeko gomendioak izan arren, bertan ez baita afanomikosirik aurkitu (Diéguez-Uribeondo, 2017), ekintza hau ez da gauzatu.

Artikutza da gure inguruko leku bakanetakoa non hamarkadetan arrainak ez diren ez arrantzaren eraginez ez kutsaduraren eraginez kaltetuak izan. Arroko erreketan bi arrain-espezie ageri dira: amuarraina (*Salmo trutta* fario L. 1758) eta ezkailua (*Phoxinus bigerri* Kottelat, 2007). Uste zen bi espezie migratzaile tipikoenak (izokina, *Salmo salar* L. 1758, eta aingira, *Anguilla anguilla* L. 1758) arrotik falta zirela, itsasotik ezin baitute igo, Añarbeko urtegia zein Berdabio eta Okillegiko presak gainditu ezinik. Hala ere, Enobietako urtegia husteko unean aingiraren bat ikusi zen, ziurrenik Añarbeko urtegia eraiki aurrekoa. Dakigula, arrainen laginketa kuantitatiboak bitan bakarrik egin dira (Elosegi et al., 2013; Ekolur, 2017), Elaman, Olazubietan, Artikutzan eta Enobietako urtegitik gora. Amuarrainaren biomasa aldatzen da 12,4 kg/ha-tik, egoera oneko erreka bat izateko oso balio txikia, 202 kg/ha-rarte, azken hau balio handia izanik. Elosegi eta laguntzaileek (Elosegi et al., 2013) alde horiek azaltzeko erreka-sarean zeuden presak aipatu zituzten, baina 2014an 7 presa txikiak eraitsi ondoren egoera aldatu ote den ikusteko ez da ikerketarik egin. Olazubietako dentsitate baxua furtiboen eragina izan liteke, baina baita ere Enobietako urtegiak askatzen dituen metalen kutsadurarena.

Anfibioei dagokienez, sei espezie aipatu dira Artikutzan: baso-igel gorria (*Rana temporaria* L. 1758), igel berdea (*Pelophylax perezi* López-Seoane, 1885), apo arrunta (*Bufo bufo* L. 1758), txantxikua (*Alytes obstetricans* Laurenti, 1768), uhandre palmatua (*Lissotriton helveticus* Razoumovsky, 1789) eta arrubio arrunta (*Salamandra salamandra* L. 1758). Ez da aurkitu Pirinioetako uhandrea (*Calotriton asper* Dugès, 1852), inguruko arroetan presente dagoen espeziea. Gure behaketak kontuan hartuta, espezie ugarienak uhandre arrunta eta basa-igel gorria dira. Biak basoko espezieak dira, bizi gehiena uretatik kanpo ematen dutenak. Baso-igel gorriak putzu iragankorrak erabiltzen ditu ugaltzeko, esaterako, pista eta bidezidorretan agertzen direnak; arrubioa erreketan ugaltzen da, non larbak harrapari garrantzitsuak izan daitezkeen. Artikutzan arrubio-larben dentsitatea oso handia da eta basoko habitataren konplexutasunak, batez ere hildako egurrak, iradokitzen du lurreko biomasa garrantzitsua izan daitekeela, arrubioa espezie gakoa bihurtuz basoan zein erreketan.

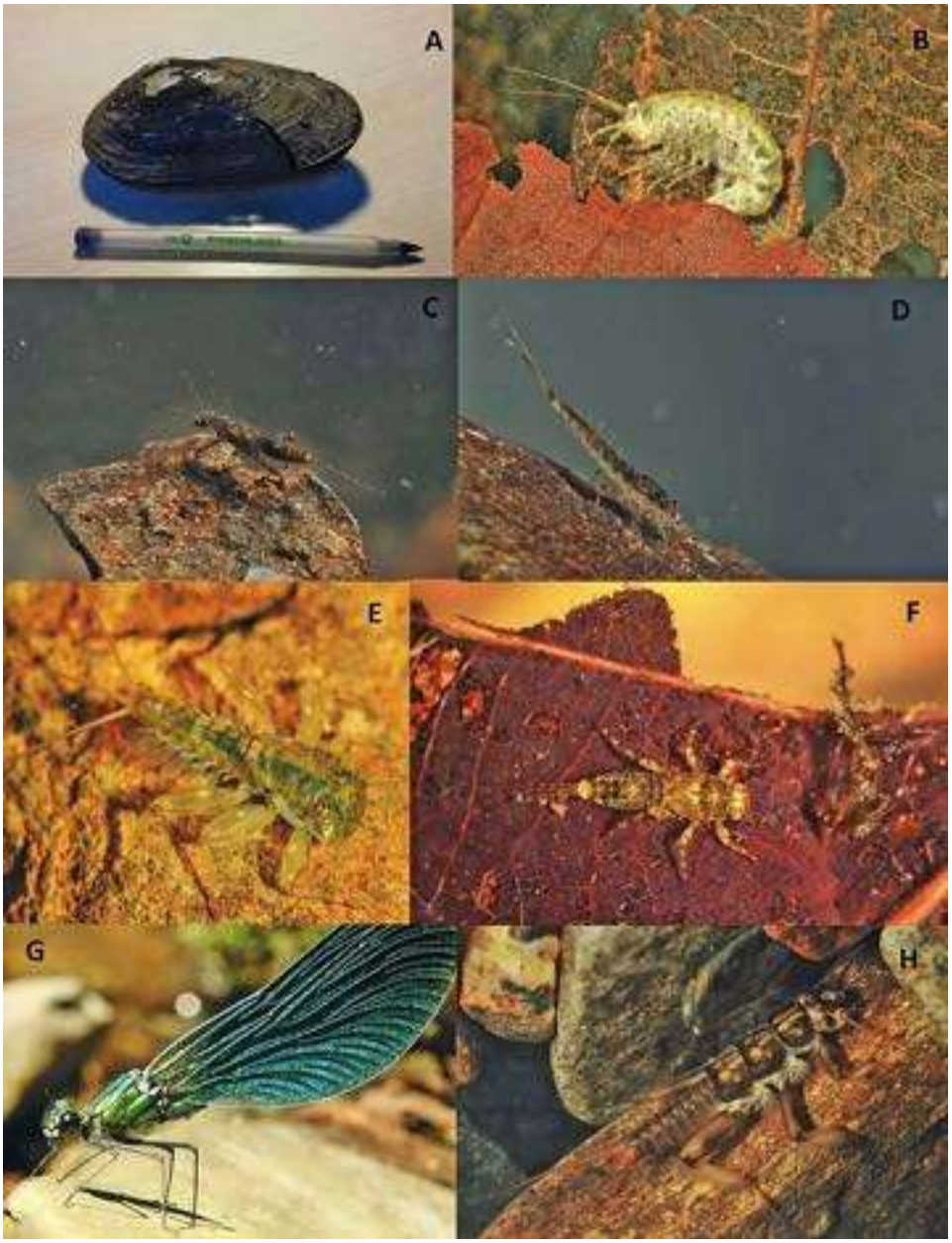
11. Irudia. Errekako ornogabeen dentsitate (ezkerrean) eta aberastasun espezifikoa Artikutzako sare hidrografikoko zenbait puntuetan. Laranja eta gorriz adierazi dira ibilgu nagusian kokatutako puntuak, urtegitik ur gora eta ur behera hurrenez hurren. Enobieta Down presa azpian dago, eta gainontzeko puntuak handik beherako gradientean. Berdez adierazi dira ibaiadarretako puntuak.



11. Irudia.

Artikutza ez da uretako ekosistemei lotutako hegaztientzako bereziki gune egokia. Erreketan ageri dira ur-zozoa (*Cinclus cinclus* L., 1758), buztanikara horia (*Motacilla cinerea* Tunstall, 1771), martin arrantzalea (*Alcedo atthis* L., 1758), kuliska txikia (*Actitis hypoleucos* L. 1758), kuliska handia (*Tringa ochropus* L., 1758) eta koartza hauskara (*Ardea cinerea* L, 1758). Enobiatako urtegian ohikoak dira basa-ahate arrunta (*Anas platyrhynchos* L, 1758) eta ubarroia (*Phalacrocorax carbo* L, 1758), eta tarteka beste zenbait ahate ere ikusten da.

Azkenik, ez daiteke Artikutzako erreken biodibertsitatea deskribatu ur-satorra (*Galemys pyrenaicus* E. Geoffory Saint-Hilaire, 1811) aipatu gabe. Sator urtar hau, Iberiar Penintsula eta Pirinioetako iparraldeko erreketako erlikia, mehatxatuta dago, bere populazioak gainbehera kezkagarrian baitaude. Urumeako arroari dagokionez, ardatz nagusian eta adar askotan desagertu egin da, baina oraindik populazio sendoa du Artikutzan, habitataren kalitate bikainaren seinale. Azken ikerketek (Esnaola et al., 2018b) erakusten dute animalia hau urlaster-zale amorratua dela, eta horrek iradokitzen du beste erreketan hain ohikoak diren zentral hidroelektrikoak oso kaltegarri zaizkiola, emaria murrizten baitute, espezie honen habitata larriki kaltetuz. Artikutzako populazioa isolatuta dago, Ugaldetik behera erreka nabarmen kaltetzen



12. Irudia.

12. Irudia. Artikutzan aurkitu daitezkeen zenbait ornogabe. A. *Anodonta* generoko naiadea. B. *Echinogammarus* (gammarido anfipodoa). C-H. intsektuak. C. *Capnioneura* (plekopteroa). D. *Baetis* (efemeropteroa). E. *Ecdyonurus* (efemeropteroa). F. *Ephemerella* (efemeropteroa). G. *Calopteryx* (odonatua). H. *Perla* (plekopteroa) (A argazkia: Iñaki Uranga. Gainontzekoak: Arturo Elosegi).

TABLA 2. Listado taxonómico sintético obtenido a partir de los trabajos realizados en Artikutza (Ladrera & Imbert, 2009; Diéguez-Uribeondo, 2017; Esnaola et al., 2018a; Larrañaga et al., 2018). Se indica el tipo de alimentación más común para cada taxón.

KATEGORIA HANDIAGOAK	ORDENA	FAMILIA	GENEROA (SUBFAMILIA)	ELIKADURA MOTA
Acari				Predatzailea
Oligochaeta				Biltzailea
Hirudinea	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	*Erpobdella*	Predatzailea
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	*Helobdella stagnalis*	Predatzailea
Rhabditophora	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia*	Predatzailea
		Planarioidea	*Polycelis*	Predatzailea
Mollusca	Hygrophila	Planorbidae	*Ancylus*	Marruskatzailea
	Littorinimorpha	Hydrobiidae	*Bythinella*	Marruskatzailea
	Unionida	Unionidae	*Anodonta*	Iragazlea
Crustacea	Amphipoda	Gammaridae	*Echinogammarus*	Zatitzailea
	Decapoda	Astacidae	*Austropotamobius*	Zatitzailea
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	*Laccophilus*	Predatzailea
		Elmidae	*Dupophilus*	Biltzailea/Marruskatzailea
			Elmis	Biltzailea/Marruskatzailea
			Esolus	Biltzailea/Marruskatzailea
			Limnius	Biltzailea/Marruskatzailea
			Oulimnius	Biltzailea/Marruskatzailea
			Riolus	Biltzailea/Marruskatzailea
		Gyrinidae	*Orectochilus*	Predatzailea
		Hydraenidae	*Hydraena*	Marruskatzailea
		Hydrophilidae		Biltzailea
		Scirtidae	*Cyphon*	Marruskatzailea
			Elodes	Marruskatzailea
			Hydrocyphon	Marruskatzailea
	Diptera	Athericidae	*Atherix*	Predatzailea
		Blephariceridae	*Liponeura*	Biltzailea
		Ceratopogonidae		Predatzailea
		Chironomidae	(Chironominae)	Biltzailea
			(Orthocladiinae)	Biltzailea
			(Tanypodinae)	Biltzailea
		Dixidae	*Dixella*	Biltzailea
		Empididae	(Clinocerinae)	Predatzailea
			(Hemerodromiinae)	Predatzailea
		Limoniidae		Zatitzailea
		Psychodidae		Biltzailea
		Rhagionidae	*Chrysopilus*	Predatzailea
		Sciomyzidae		Predatzailea
		Simulidae		Iragazlea
		Stratiomyidae		Biltzailea
		Tipulidae	*Tipula*	Zatitzailea

KATEGORIA HANDIAGOAK	ORDENA	FAMILIA	GENEROA (SUBFAMILIA)	ELIKADURA MOTA
	Ephemeroptera	Baetidae	*Baetis*	Biltzailea/Marruskatzailea
		Caenidae	*Caenis*	Biltzailea
		Ephemerellidae	*Ephemerella*	Biltzailea
		Heptagenidae	*Ecdyonorus*	Biltzailea/Marruskatzailea
			Electrogena	Biltzailea/Marruskatzailea
			Epeorus	Biltzailea/Marruskatzailea
			Rhithrogena	Biltzailea/Marruskatzailea
		Leptophlebiidae	*Habrophlebia*	Biltzailea
			Habroleptoides	Biltzailea
	Odonata	Calopterygidae	*Calopteryx*	Predatzailea
		Cordulegasteridae	*cordulegaster*	Predatzailea
		Gomphidae	*Gomphus*	Predatzailea
			Onychogomphus	Predatzailea
	Plecoptera	Capniidae	*Capnioneura*	Zatitzailea
		Chloroperlidae	*Chloroperla*	Predatzailea
			Siphonoperla	Predatzailea
		Leuctridae	*Leuctra*	Zatitzailea
		Nemouridae	*Amphinemura*	Zatitzailea
			Nemoura	Zatitzailea
			Protonemura	Zatitzailea
		Perlidae	*Dinocras*	Predatzailea
			Marthamea	Predatzailea
			Perla	Predatzailea
		Perlodidae	*Isoperla*	Predatzailea
	Trichoptera	Brachycentridae	*Micrasema*	Biltzailea
		Glossosomatidae	*Glossosoma*	Marruskatzailea
		Goeridae	*Silo & Lithax*	Marruskatzailea
		Hydropsychidae	*Hydropsyche*	Iragazlea
		Lepidostomatidae	*Lepidostoma hirtum*	Zatitzailea
		Leptoceridae	*Adicella*	Biltzailea
			Oecetis	Biltzailea
		Limnephilidae	(Limnephilinae)	Zatitzailea
		Odontoceridae	*Odontocerum*	Zatitzailea
		Philopotamidae	*Philopotamus*	Iragazlea
		Polycentropodidae	*Holocentropus*	Predatzailea
			Polycentropus	Predatzailea
		Psychomyidae	*Tinodes*	Biltzailea/Marruskatzailea
		Rhyacophilidae	*Hyperhyacophila*	Predatzailea
			Hyporhyacophila	Predatzailea
			Pararhyacophila	Predatzailea
			Rhyacophila s. stricto	Predatzailea
		Sericostomatidae	*Oecisnus*	Zatitzailea
			Sericostoma	Zatitzailea

baitute Berdabio, Okillegi eta Añarbeko zentral hidroelektrikoek, baita Añarbeko urtegiak ere. Hala ere, ez dago populazioaren egoera genetikoaren inguruko daturik.

Artikutzako erreketako landarediari dagokionez, haltzadi atlantiko mesotrofikoari dagokio (Lara et al., 2004). Zuhaitzen artean normalean haltza (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) da espezie nagusia eta lizarra (*Fraxinus excelsior* L.), gaztainondoa (*Castanea sativa* Mill.) eta haritza (*Quercus robur* L.) espezie laguntzaileak, baita mendiko zumarra ere (*Ulmus glabra* Huds.). Haltzadi mesotrofoaz gain, Artikutzako ibilgu ugarik urperatzen ez diren basoak dituzte ertzetan, batez ere haritz eta pagoz osatuak. Kontuan izan behar da leku malkarretan, Artikutzan gertatzen den moduan, errekak basoan duen eragina metro gutxitan desagertzen dela, ibarbasokoak ez diren espezieen kolonizazioa ahalbidetuz. Errekaren ekologiari dagokionez ez da hain garrantzitsua inguruko basoa ibarbasoa edo baso zonala ote den; garrantzitsuena basoaren estaldura eta heldutasuna dira. Oro har, erreka-ertzeko landarediaren eta gainontzeko landarediaren arteko jarraitasun ona dago arroan.

7. Ekosistemen funtzionamendua

Funtzionamenduaren ikuspegitik Artikutzako errekak klima epeleko mendietako erreken eredu dira. Bertan bizi diren komunitateen ziklo biologikoak sasoian sasoiko baliabideen ugaritasunera moldatzen dira. Ibarbasoen egoera onak, orbel ugari eta itzal handia dakar, bai eta mantenugaien kontzentrazio baxuak; honek, eta ibilguen egoera geomorfologiko onak, egur-metaketa handiekin, erreka hauen metabolismoa heterotrofoa izatea dakarte (Arroita et al. 2017). Ibilguan fotosintesia udaberri lehorren hasieran soiliki izaten da garrantzizko, garai hortan hostoen estaldura baxuak eta argiaren intzidentzia handiak algen hazkuntza (batez ere diatomeoena) ahalbidetzen baitu. Ibilguko materia organikoak, batez ere hostoak eta egur hilak, ornogabe zatitzaile, onddo eta bakterioen dentsitatea altua izatea dakar, eta beraz, deskonposaketa-tasa altua izaten da, batez ere udazkenean (Flores et al., 2013).

Arestian aipatu dugun moduan, Artikutzako errekak gure inguruan gutxien uhertzen direnak dira, arroaren kontserbazio egoera bikainaren ondorioz higadura oso baxua dela erakutsiz. Solido gutxi eramanik, ibilguetan oso sedimentu fin gutxi metatzen da, eta ura erraz mugitzen da azalaren eta hiporreoasen artean, alegia, ikusten dugun eta ibilgu-hondoko harrien-artetik gure bistatik ezkutuan doan errekaren artean. Horri esker, ibilguaren zati bat lehortuz gero hiporreosak organismoen babesleku gisa funtzionatzea ahalbidetzen du (Solagaistua et al., 2015), eta ziur asko amuarrainek urlasterretan industen dituzten habietan arrautzek biziraupen ona dute.

8. Artikutzako erreken etorkizuna

Donostiako udalak mende batez gauzatutako kudeaketa kontserbazionistaren ondorio, egun Artikutza balio handiko eremua da. Alde batetik, arroan sortzen den kalitate bikaineko ura Añarbeko urtegian biltzen da, ondoren Gipuzkoako biztanleriaren erdia baino gehiago hornitzeko. Bestalde, Artikutzak biodibertsitate gordailu bezala jokatu dezake, inguruko lurraldeen naturaltasunari lagunduz. Adibidez, okil beltza (*Dryocopus martius* L., 1758) Artikutzan betidanik egon da, eta egun, mugante duen Aiako Harria Natur Parkera zabaldu da. Gainera, Artikutza gure geografiako leku naturalenen artean sailkatu dezakegu, eta beraz, errestaurazio lanetan zein kudeaketa planetan proiektuen helburuak finkatzeko erreferentziatzat erabili daiteke. Adibidez, Añarben zein Gipuzkoako beste lekutan, ibilguetako egur hila errestauratzeko lanak egin izan dira, erreken naturaltasuna eta funtzionamendua hobetu nahirik. Artikutzako ibilguak leku bikaina dira ikusteko zenbat egur eta nolako kokapena itxaron zitekeen kantauriko erreketan, eta

datu horiek errestaurazio-lanak gidatzeko erabil daitezke. Horrexegatik, Artikutzak ere hezkuntza-balio izugarria du, bertan administrazioko teknikariak, zientzia naturaletako ikasleak zein publiko orokorra trebatu baitaitezke naturaren erregenerazio-gaitasunaz zein ekosistema naturalen ezaugarri garrantzitsu baina askotan ahaztuez, hala nola, egitura konplexutasunaz edo egur hilaz. Artikutzak ere garrantzi handia du karbono-metaleku gisa, bai lurzoruan zein egur hilean. Espero dezagun Enobietako urtegia kentzeak paper hori areagotuko duela, metanoaren isurketak murriztuz. Noski, Artikutzak aisialdia-balio handia du, eta honek gora egingo du gai bagara gizarteratzeko kontserbazio-egoera bikainean dauden eremu horien garrantzia. Azkenik, Artikutzak balio aparta du laborategi natural gisa, bertan ikertu baitaiteke ekosistemen eboluzio naturala, bertan detektatu baitaiteke beste giza-jardueraren interferentziarik gabe, adibidez, klima-aldaketa. Balio hauen etorkizuna, noski haranaren kudeaketaren menpe egongo da.

Uraren kudeaketari dagokionez, baliagai honen balio ekonomiko eta soziala beste edozein baliagai ustiagarriarena baino askoz handiagoa da, izan zura zein beste edozein, eta beraz, espero dezagun basoak ez ustiatzeko politikarekin jarraitzea. Oraingoz, Artikutzan egiten ari diren basolan bakarrak espezie arrotzak erauzteko mozketak dira, eta litekeena da hauek ere kasu askotan ez izatea beharrezkoak, bertako espezieen indarra ikusirik. Interesgarria litzateke, dena dela, Artikutzako eredua Añarbeko arro osora zabaltzea, horrela urtegi honen etorkizunerako papera indartzeko. Duela gutxi Errenteria eta Donostiako udalek sortu duten Añarbeko Baso Erreserba, 1000 hektareatik gorakoa, berri ezin hobea da zentzu honetan. Espero dezagun Oiartzun eta Goizuetako udalek, agian Añarbeko urak kudeatzen dituen AGASAren laguntzarekin, beren eremuetan politika berdina jarraituko dutela, horrela haran osoa eta bertako ur-baliagaiak bermatzeko.

Biodibertsitateari dagokionez, Artikutzan dauden espezieen inbentario eta ikerketekin jarraitu behar da, eta espezie exotiko inbaditzaileen sarrera eragozteko arreta mantendu. Enobietako urtegia ezabatzeak aukera bikaina eskaintzen du komunitate naturalen errekuperazioa aztertzeko, bai uretakoak zein lehorrekoak. Egin beharreko lanen artean legoke ur-satorraren ikerketa genetikoa, ikusteko zein den populazioaren odolkidetasun-maila, eta hau altua balitz, inguruko arroetatik banakoak ekarri dibertsitate genetikoa areagotzeko. Zentral hidroelektrikoek eta Añarbeko urtegiak sortutako kalteak ere aztertu beharko lirateke, ur-sator gazteak errekan behera lurralde berrien bila doazelarik kanaletan sartzen baitira eta ziurrenik turbinetan hil. Aipatu dugunez, Ugaldeko presa eta Añarbeko urtegiaren artean errekak geomorfologia aparta du, baina hidroelektrikek inpaktu handia eragiten diote. Egun martxan dauden emari ekologikoek erreketako ekosistemen funtzionamendua nabarmen kaltetzen dute (Arroita et al., 2017), presa zein kanalek habitata zatitzen dute, eta lehorreko espezie asko itotzen (Elosegi, 2010). Noizbait heldu beharko zaio Añarbeko urtegiak sortzen duen hesi-efektuari, eta ikusi beharko da teknikoki posible ote den izokin zein aingiraren igoera ahalbidetzen duen irtenbiderik topatzea, edo bestela, merezi ote duen espezie hauetako banakoak presaz gora eramateak.

Artikutzako aisialdia- eta hezkuntza-balioak kudeatzaileek bultzatu egin beharko lituzkete, baina eremuaren masifikazioa saihestuz. Ontzat jotzen dugu egun autoak sartzeko dauden mugak eta balekoa harana zeharkatzen duten bidezidorren sarea. Enobietako urtegia ezabatzeak aukera aparta eskaintzen du Artikutzako sare hidrografikoko puntu beltz bat ezabatzeko eta biodibertsitatearen errekuperazioa ikertzeko. Zentzu honetan, urtegiko eremura aziendak sartzea eragotzi beharko litzateke, ez dezan azaleratutako sedimentuen basotzea atzeratu. Baita ere, uste dugu arroko baso guztietatik ganadua kanporatu egin beharko litzatekeela, basoberritzea moteldu edo geratu egiten baitu. Hezkuntzaren ikuspuntutik, Enobietako presak baliagai bikaina eskain dezake, urtegi baten funtzionamendua azaltzeko zein komunikatzeko azpiegitura guztiek biziraupen mugatu bat dutela, eta ondoren berauen inpaktuak murrizteko bideak bilatu behar direla.

Azkenik, Artikutzak laborategi natural moduan duen zereginaz, oso interesgarria litzateke jarraipen-sarea hedatzea, gaur estazio meteorologiko hutsa denari uraren kantitate eta kalitateari buruzko jarraipen-puntuak eranstea, biodibertsitatearen jarraipena egitea, bain uretakoa zein lehorrekoa, eta arroan metatutako karbonoa neurtzea. Espero dezagun jarduera hauen ardura duten erakundeek elkarlana sustatzea Artikutzako balio naturalistikoa gero eta handiagoa izan dadin.

Esker onak

Lan hau finantziatu dute BBVA Fundazioak, Zientzia Berrikuntza eta Unibertsitate Ministeritzak, Gipuzkoako Foru Aldundiak, Eusko Jaurlaritzak, Nafarroako Gobernuak eta Donostiako Udalak. Eskerrik beroenak ere Artikutzako langileei, etengabe eskainitako laguntzagatik.

Bibliografia

Acuña, V., Díez, J.R., Flores, L., Meleason, M. eta Elosegi, A. 2013. Does it make economic sense to restore rivers for their economic services? *Journal of Applied Ecology*, 50: 988-997.

Antón, A., Elosegi, A., García-Arberas, L., Díez, J.R. eta Rallo, A. 2011. Restoration of dead wood in Basque stream channels: effects on brown trout population. *Ecology of Freshwater Fish*, 20: 461-471.

Aragón, A. 2015. Relaciones ganaderas entre Navarra y Guipúzcoa durante la Baja Edad Media y el comienzo de la Edad Moderna. *En la España Medieval*, 38: 13-15.

Arroita, M., Aristi, I., Díez, J., Martinez, M., Oyarzun, G. eta Elosegi, A. 2015. Impact of water abstraction on storage and breakdown of coarse organic matter in mountain streams. *Science of the Total Environment*, 503–504: 233–240.

Arroita, M., Flores, L., Larrañaga, A., Martínez, A., Martínez, M., Pereda, O., Ruiz, E., Solagaistua, L. eta Elosegi, A. 2017. Water abstraction impacts stream ecosystem functioning via wetted channel contraction. *Freshwater Biology*, 62: 243-257.

Bae, M.-J., Merciai, R., Benejam, L., Sabater, S. eta García-Berthou, E. 2015. Small weirs, big effects: disruption of water temperature regimes with hydrological alteration in a Mediterranean stream. *River Research and Applications*, 32: 309–319.

Benejam, L., Saura-Mas, S., Bardina, M., Solà, C., Munné, A. eta García-Berthou, E. 2014. Ecological impacts of small hydropower plants on headwater stream fish: from individual to community effects. *Ecology of Freshwater Fish*, 25: 295–306.

Bouchard, M.F., Sauvé, S., Barbeau, B., Legrand, M., Brodeur, M.E., Bouffard, T., Limoges, E., Bellinger, D.C. eta Mergler, D. 2011. Intellectual impairment in school-age children exposed to manganese from drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 119: 138-143.

Bryant, L.D., Hsu-Kim, H., Gantzer, P.A. eta Little, J.C. 2011. Solving the problem at the source: Controlling Mn release at the sediment-water interface via hypolimnetic oxygenation. *Water Research*, 45: 6381-6392.

Castro, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, and 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain). *Munibe* (Natur Zientziak), 57: 257-281.

Clavero, M., Nores, C., Kubersky-Piredda, S. eta Centeno-Cuadros, A. 2016. Interdisciplinarity to reconstruct historical introductions: solving the status of cryptogenic crayfish. *Biological Reviews*, 91: 1036-1049.

del Barrio, L. 1898. Catálogo y cartografía de las estaciones megalíticas de Goizueta-Artikutza-Aranaz y Agiña-Lesaka (Navarra). Munibe (Antropologia-Arkeologia), 41: 101-132.

Dewson, Z.S., James, A.B.W. eta Death, R.G. 2007. Invertebrate responses to short-term water abstraction in small New Zealand streams. *Freshwater Biology*, 52: 357–369.

DFG. 2016. Bases para la elaboración de las directrices sobre el uso sostenible del agua en Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa, informe técnico.

Diéguez-Uribeondo, J. 2017. Evaluación de la densidad y trabajos de traslocación de cangrejo autóctono en el embalse de Enobieta (Artikutza). Informe técnico realizado para el Gobierno de Navarra.

Ekolur. 2017. Artikutzako Enobieta errekaren leheneratze lanei loturiko arrain faunaren jarraipena. Informe realizado para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Elosegi, M.M. 2010. Animalien hilkortasuna Ugaz, Ollin eta Asurako ubideetan (Ezkurra/Eratsun, Nafarroa). *Munibe* (Natur Zientziak), 58: 211-220.

Elosegi, A. eta Johnson, L.B. 2003. *Wood in streams and rivers in developed landscapes*. pp. 337-354, In: The ecology and management of wood in World rivers. SV Gregory, KL Boyer & AM Gurnell (eds). American Fisheries Society. Bethesda, MD. ISBN: 1-888569-56-5

Elosegi, A., Díez J.R. eta González-Esteban, J. 2013. Diagnóstico de los ecosistemas ligados al agua de Artikutza. Informe realizado para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Elosegi, A., Elorriaga, C., Flores, L., Martí, E. eta Díez, J.R. 2016. Restoration of wood loading has mixed effects on water, nutrient and leaf retention in Basque mountain streams. *Freshwater Science*, 35:41-54.

Esnaola, A., Arrizabalaga-Escudero, A., González-Esteban, J., Elosegi, A. eta Aihartza, J. 2018a. Determining diet from faeces: selection of metabarcoding primers for the insectivore Pyrenean desman. *PLOS One*, 13(12): e0208986.

Esnaola, A., González-Esteban, J., Elosegi, A., Arrizabalaga-Escudero, A. eta Aihartza, J. 2018b. Need for speed: preference for fast-flowing water by the endangered semi-aquatic Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) in two contrasting streams. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 28: 600-609.

Flores, L., Larrañaga, A., Díez, J.R. eta Elosegi, A. 2011. Experimental wood addition in streams: effects on organic matter storage and breakdown. *Freshwater Biology*, 56: 2156-2167.

Flores, L., Díez, J.R., Larrañaga, A., Pascoal, C. eta Elosegi, A. 2013. Effects of retention site on breakdown of organic matter in a mountain stream. *Freshwater Biology*, 58: 1267-1278.

Flores, L., Giorgi, A., González, J.M., Larrañaga, A., Díez, J.R. eta Elosegi, A. 2017. Effects of wood addition on stream benthic invertebrates differed among seasons at both habitat and reach scales. *Ecological Engineering*, 106: 116-123.

Girder. 2016. Estudio de viabilidad de la puesta fuera de servicio de la presa de Artikutza. Girder Ingenieros. Informe técnico para el Ayuntamiento de San Sebastián. 24 pp.

Ladreras, R. eta Imbert, J.B. 2009. Estudio preliminar de los macroinvertebrados acuáticos del arroyo Eskas en Artikutza. Informe realizado para la Asociación Navarra de Amigos de los Árboles Viejos.

Lara, F., Garilleti, R. eta Calleja, J.A. 2004. La vegetación de ribera de la mitad norte española. CEDEX - Ministerio de Fomento, Madrid. 536 pp.

Larrañaga, A., Atristain, M., von Schiller, D. eta Elosegi, A. 2018. Estudio de invertebrados previo al derribo de la presa de Enobieta en Artikutza. Informe realizado para el Gobierno de Navarra.

Martín Vide, JP. 2016. Estudio de alternativas del vaciado del embalse de Enobieta (Artikutza). Implicaciones hidrológicas y técnicas. Informe técnico para el Ayuntamiento de San Sebastián. 20 pp.

Matthaei, C.D., Piggott, J.J. eta Townsend, C.R. 2010. Multiple stressors in agricultural streams: interactions among sediment addition, nutrient enrichment and water abstraction. *Journal of Applied Ecology*, 47: 639–649.

Muñoz Echabeguren, F. 2003. El agua potable en la historia de San Sebastián. San Sebastián: Aguas del Añarbe. ISBN: 84-607-7900-9.

Solagaistua, L., Arroita, M., Aristi, I., Larrañaga, A. eta Elosegi, A. 2015. Changes in discharge affect more surface than subsurface breakdown of organic matter in a mountain stream. *Marine and Freshwater Research*, 67(12): 1826-1834.

Wohl, E. 2014. A legacy of absence: Wood removal in US rivers. *Progr. Physical Geogr.* 38: 637-663.

Wohl, E. 2017. Bridging the gaps: An overview of wood across time and space in diverse rivers. *Geomorphology*, 279: 3-26.

V
Vegetación

Peio Lozano Valencia[1], Itxaro Latasa Zaballos[2]

1- Sociedad de Ciencias Aranzadi 2- Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
pedrojose.lozano@ehu.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Artikutzako landaredia

Artikutzako landaredia hainbat faktorek sortu dute, esaterako, klimak, litologiak, lurzoruek, faunak, etab. Nahiz eta gizakiaren presentziak ere bertako pasaia begetalak modelatu eta transformatu dituen. Baldintzatzaile hauekin guztiekin Artikutzako landaredia definitu dezakegu baso epel kaduzifolio eta misto gisa, erabat bat datorrena da Cfb klimarekin edo itsasaldeko epelarekin. Landaredi hori inperio paleartikoan, eskualde eurosiberiarrean, probintzia atlantikoan eta sektore kantabriar-euskaldunean dago. Gizakiaren esku hartzeak, Neolitikoaz geroztik handia izan denak, paisaia berriak sortu ditu eta heterogenizazio orokortu handiagoa. Kapitulu honen helburua da Artikutzako landarediari buruz dagoen bibliografia sakonki berrikustea; horrela, alderdi honen egoeraren azterketa sakon batetik eta landa lan osagarri batetik abiatuta, landarediaren eta finkaren barneko hainbat formazioren karaterizazioa, deskribapena, azterketa eta balorazioa egingo da.

Artikutzak zabalera basotsu handia du, % 43,58 pagoek kolonizatu dute; % 24,83 *Q. robur* subsp. *robur* espezieko haritzek eta % 9,43 ibaiertzeko basoek. Halere, % 10,45 plantazio exotikoek okupatzen dute. Beste unitate batzuk izango lirateke zakardiak (finka osoaren % 10,74 okupatzen dute), % 0,16 larreak eta baratzeak, % 0,3 landaredi erruderala, eta gainerakoa izango litzateke urtegiaren basoa, lehortua dagoena, eta landaredi edo komunitate fontinalak dituzten toki txikiak, zohikaztegiak eta zingirak edo tamaina txikiko horma eta zulo arrokatsuak. Balorazio handiena lortzen duen paisaia ibaiertzeko basoa da, eta jarraian beste motako basoak.

Oro har, zuhaitzen estaldura berreskuratzeko joera dago, espezie aloktono edo exotikoak bertakoekin ordeztuz pixkanaka eta era jasangarrian. Halere, gomendatzen da *P. sylvestris* espeziearen pinudien, larreen eta bazkalekuen eta zakardi kantabriarren eremu batzuk mantentzea, paisaia heterogenizatu eta dibertsitate handiagoak sortzeko helburuarekin. Halaber, interesgarria izango litzateke ondare multzo zabala, hala materiala nola immateriala mantentzea, kontserbatzea edo berreskuratzea, zeren, Artikutzako basoari eta landarediari lotuta, balio handiko elementuak daude.

1. Introducción

La vegetación de Artikutza responde a la suma de varios factores muy determinantes para la misma. Junto a factores como clima, litología, suelos, fauna, etc., la presencia humana también ha modelado y transformado más o menos progresivamente los paisajes vegetales del lugar. Muchas veces la influencia del ser humano queda relegada a un segundo plano, sin embargo, en un continente tan pronta y densamente poblado como Europa, ha contado con un papel fundamental y puede considerarse como el factor condicionante y limitante por antonomasia. Tanto más si tenemos en cuenta que Artikutza lleva ya 100 años con una vocacionalidad concreta cuando es adquirida por el ayuntamiento de Donostia-San Sebastián para proveer de agua a la mencionada urbe.

No obstante, esta no es la actuación o la finalidad que más transformó o determinó el paisaje vegetal que hoy en día contemplamos, sino todo lo contrario, el que debiera proveer de agua de gran calidad hizo que la gestión se encaminara a la reconstrucción más o menos natural de una vegetación de carácter arbóreo que, por otra parte, puede parecerse a la que existía antes de la presencia humana aunque con algunas excepciones que se irán desgranando y describiendo.

Figura 1. Vegetación potencial de Artikutza. Elaboración propia a partir de IDENA.

Desde el neolítico hasta el principio del siglo XX el enclave estuvo profundamente explotado y modificado para labores como la ganadería, la agricultura (dentro de enclaves más o menos planos pero también en pendientes que hoy en día serían inimaginables), la minería y cantería y, por último aunque no menos importante, el carboneo. La existencia de monumentos megalíticos, muros de piedra seca, molinos, ferrerías, rellanos carboneros, etc. nos informan de lo impactados, explotados e incluso depauperados que pudieron estar ciertos sectores. La labor del carboneo nos habla bien a las claras de una actividad bastante generalizada por todo el territorio que abastecía de carbón vegetal a la voraz proto-industria siderúrgica. Además, el carbón vegetal también se configuraba como una excelente fuente energética en el ámbito doméstico antes de la irrupción de los combustibles fósiles (Catalan et al., 1989).

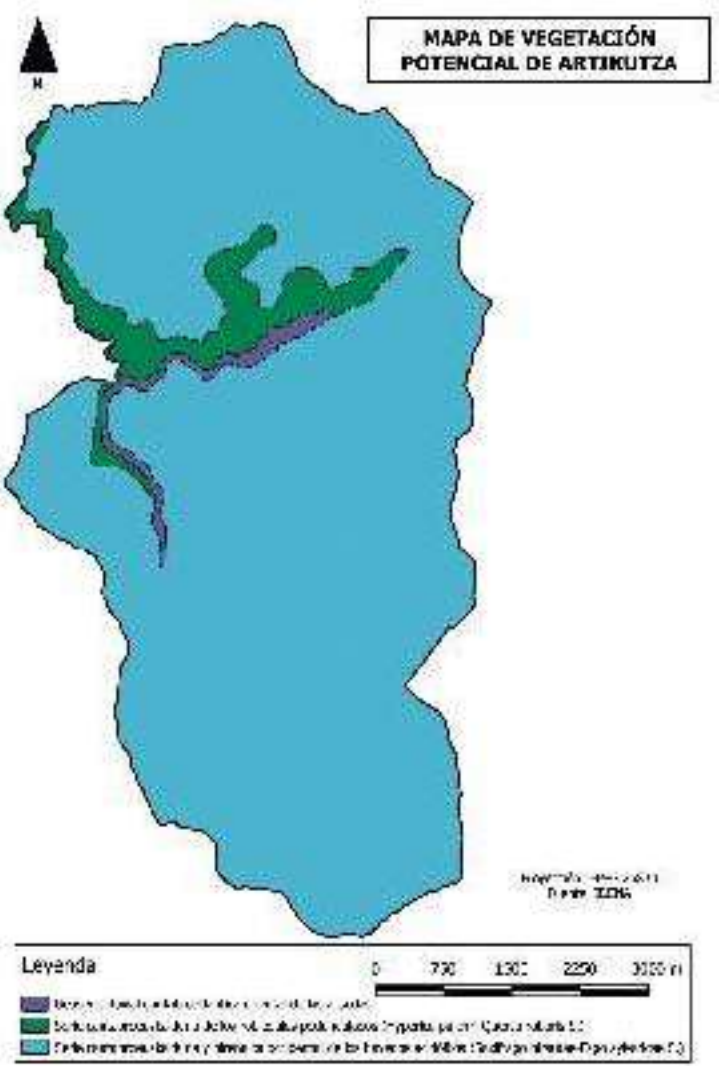


Figura 2.

Podemos pensar en Artikutza como un territorio donde la existencia de importantes masas arbóreas sería su máximo y más claro exponente paisajístico, tanto más cuando las condiciones de suaves temperaturas propias del clima oceánico, junto a unas elevadas precipitaciones, dan lugar a la posibilidad de desarrollar un esquema biogeográfico claro (Loidi & Bascones, 2010), con el dominio del robledal de roble carvallo o común (*Quercus robur* L. subsp. *robur*, desde los límites de los márgenes fluviales hasta los 400-600

metros, dependiendo de las exposiciones, características edáficas, etc. y, a partir de estas altitudes hasta los más de 1000 metros de las cotas más elevadas, la presencia casi monográfica del hayedo (*Fagus sylvatica* L.). Junto a estas dos grandes formaciones, la presencia de una dendrítica, densa y bien provista red hidrográfica, daría lugar a una formación azonal (figura 1): el bosque de ribera, donde existiría un abigarrado cortejo de distintas especies que se apretarían junto al cauce dependiendo de su mayor o menor carácter hidro-higrófilo pero muy constreñidos a ambos lados debido a las fuertes pendientes generalizadas y a los escasos espacios relativamente planos junto al cauce. En estos bosques aparecerían bandas de sauces (*Salix caprea* L.) y alisos (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), más distanciadas aparecerían otras dos especies: el avellano (*Corylus avellana* L.) y el fresno común (*Fraxinus excelsior* L.) y otra banda más perimetral donde se combinarían los olmos de montaña (*Ulmus glabra* L.), los olmos comunes o negrillos (*Ulmus minor* L.) e incluso el roble común (*Quercus robur* subsp. *robur*) dando paso ya a la banda de robledales típica de los sectores bajos y medios de las laderas pronunciadas de Artikutza.

El ser humano, sin embargo, ha modificado ostensiblemente el paisaje vegetal a lo largo de su historia de tal manera que hoy en día, a estas tres unidades se le añaden otras como consecuencia de las diferentes acciones antrópicas (ganadería, agricultura, aprovechamiento forestal…) tales como la landa cantábrica, las plantaciones con especies exóticas, los pocos cultivos y prados activos a día de hoy, el embalse y algunos pequeños sectores de paredes y cantiles rocosos.

Junto al elemento antrópico, el edáfico cobra especial relevancia a la hora de determinar el complejo botánico de un determinado territorio. En este caso, la mayor parte de Artikutza está ocupada por los leucogranitos de la facies externa del stock granítico de Aiako Harriak y de las pizarras-grauvacas del carbonífero. Más localizadamente existen lentejones calcáreos, prácticamente marmóreos, englobados dentro de las pizarras y las grauvacas, de manera que podrían datarse de la misma época; un pequeño afloramiento de areniscas rojas y grises del triásico inferior en el sector más sudoccidental (Instituto Geológico y Minero de España, 1975) y determinados espesores (de escasos metros) de coluviones y alteritas, los primeros sobre las pizarras y grauvacas y los segundos sobre los leucogranitos, junto a acumulaciones aluviales en las zonas más planas de los márgenes fluviales. Todas estas litologías, a excepción de las calizas marmóreas, cuentan con un pH bastante ácido. Esto junto a la gran lixiviación propia de las importantes precipitaciones registradas sobre los suelos y regolitos, da lugar a suelos especialmente ácidos con un pH que oscila entre 6 y 3,5 y oligótrofos.

Este carácter ácido y pobre de los sustratos también va a condicionar notablemente el cortejo de especies vegetales propias de las diferentes unidades o formaciones. Casi todas las especies existentes cuentan con un claro carácter acidófilo cuando no son indiferentes al pH del sustrato. Un ejemplo muy característico de los suelos ácidos es el del roble marojo o tocorno (*Quercus pyrenaica* Willd.) que puede ser localizado aunque solamente formando algunos rodales en las medianías de las laderas junto a los robles comunes (*Q. robur* subsp. *robur*). Esta última especie y el haya se pueden considerar como indiferentes o no excesivamente exigentes con respecto al pH edáfico, de manera que el suelo no se configura como un factor limitante para estas dos grandes formaciones: la del robledal y el hayedo.

Con todas estas características y condicionantes podemos definir la vegetación de Artikutza como propia de los bosques templados caducifolios y mixtos, muy en consonancia con el clima Cfb u oceánico templado (Aemet, 2004), situada en el imperio paleártico, región eurosiberiana, provincia atlántica y sector cántabro-euskaldun (Catalan et al., 1989; López et al., 2003; Rivas Martínez, 2007; Ekilan, 2012; Dorronsoro et al., 2016).

El presente capítulo pretende realizar una revisión profunda de la bibliografía que sobre la vegetación de Artikutza existe, de tal manera que, a partir de un análisis profundo del estado de la cuestión y de un complementario trabajo de campo, realice una caracterización, descripción, análisis y valoración de la vegetación y las distintas formaciones que se dan dentro de la finca.

2. Metodología

El método aplicado (LANBIOEVA) (*Landscape Biogeographical Evaluation*) (Cadiñanos & Meaza, 1998a; Cadiñanos & Meaza, 1998b; Cadiñanos & Meaza, 2000; Meaza & Cadiñanos, 2000; Cadiñanos et al., 2011; Lozano et al., 2015a) se implementa en dos fases sucesivas y complementarias: la de inventariado y la de valoración. La primera de ellas se refiere a los inventarios realizados por Lozano et al. (2015b) y Dorronsoro et al. (2016). No obstante, estos inventarios han sido completados con otros. El inventario responde a una versión modificada del clásico inventario fitosociológico. Los taxones presentes en los inventarios están recogidos con sus nombres científicos vigentes según Aizpuru et al., (1999).

El método de valoración (figura 2) descansa en dos conceptos valorativos: Interés de Conservación (INCON) y Prioridad de Conservación (PRICON) que constituyen eslabones diferenciados pero estrechamente ligados del sistema operativo (Meaza & Cadiñanos, 2000).

El Interés de Conservación (INCON) se calibra en función de criterios de orden natural y cultural. La Prioridad de Conservación (PRICON) constituye un concepto solidario pero sustancialmente diferente al de Interés de Conservación (INCON), ya que está ligado al factor de amenaza (AM), por el que se multiplica.

Esta metodología ha sido empleada en aquellas formaciones con una entidad territorial lo suficientemente amplia: hayedos, robledales, bosques de ribera, landas, praderas y pastos y plantaciones de pino silvestre, de roble rojo americano, de falso ciprés o ciprés de Lawson y de abeto rojo. Para otras unidades y formaciones mucho más restringidas en el espacio lo que se ha hecho ha sido apuntar simplemente aquellos taxones que aparecían en microambientes como los trampales y pequeñas turberas, las áreas fontinales y rezumaderos, las paredes verticales o roquedos y, por último, se realizó también un transecto dentro del núcleo urbano de Artikutza donde se apuntaron los taxones más abundantes detectados. En estos ámbitos reducidos no se han anotado coberturas aunque sí se realizan propuestas de gestión.

Figura 2. Método de Valoración Biogeográfica LANBIOEVA. Elaboración propia.

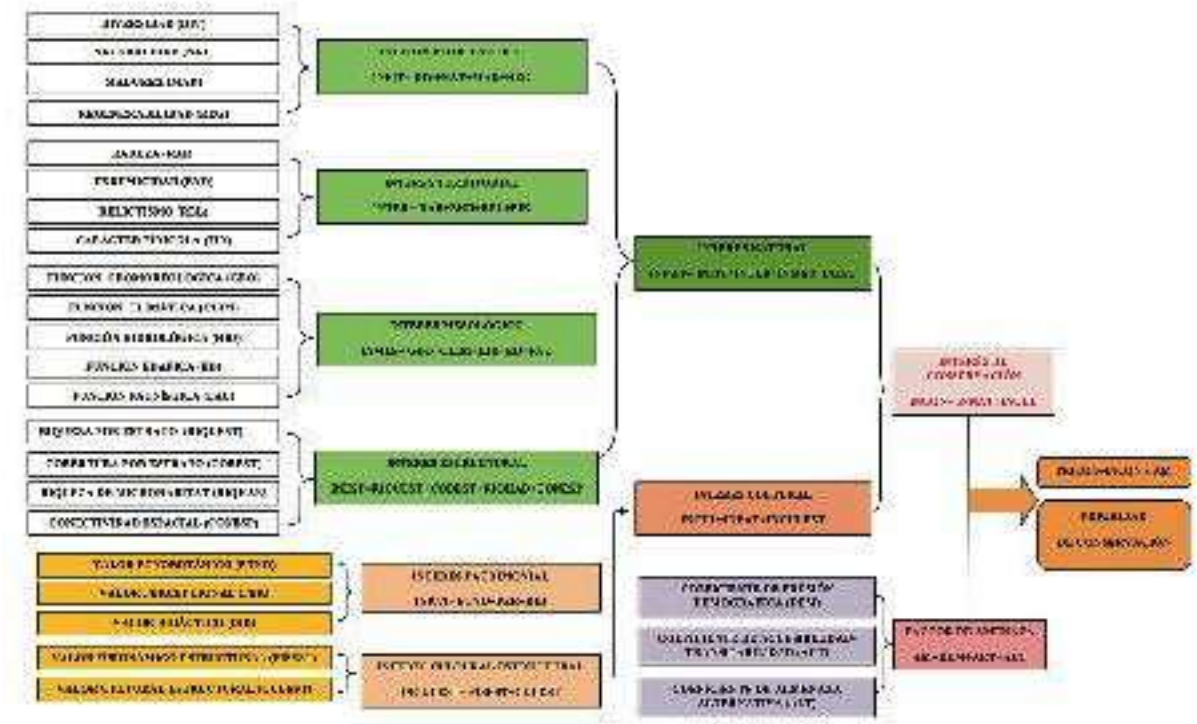


Figura 2.

3. Principales formaciones: descripción, caracterización y composición.

En la introducción han quedado definidas las principales formaciones existentes en Artikutza, tanto en su carácter potencial como en el actual. De esta manera se pueden diferenciar 6 grandes paisajes vegetales y algunos otros más restringidos que serían:

- Bosques de ribera
- Robledales
- Hayedos
- Landas cantábricas
- Prados y cultivos
- Plantaciones con especies exóticas
- Otros

Además de éstos también habría que diferenciar un paisaje especial como es el del embalse que en pocas fechas desaparecerá por completo. La recuperación biológica de lo que anteriormente fue el vaso del embalse será un proceso muy interesante puesto que en muy pocas ocasiones se puede asistir a un proceso de renaturalización con fines conservacionistas (figura 3).

Figura 3. Vegetación actual de Artikutza. Elaboración propia.

3.1. Bosques de ribera

Los bosques de ribera (figura 4) ocupan una porción del territorio bastante importante puesto que colonizan y se distribuyen por los márgenes de los abundantes cauces fluviales. No obstante, las elevadas pendientes y el perfil en "V" muy cerrada de los valles, hace que este paisaje se circunscriba, en el mejor de los casos, a pocos metros a uno y otro margen del curso fluvial. Esta formación ocupa el 9,43% de todo el territorio de la finca (Dorronsoro et al., 2016).

Dentro del bosque de ribera aparecen una gran cantidad de especies higrófilas e hidrófilas, es decir, se encuentran perfectamente adaptadas para soportar o bien directamente un sustrato totalmente encharcado o bien con una elevada humedad edáfica. El exceso de agua en el sustrato se puede considerar como un verdadero factor limitante. Dentro del estrato arbóreo las especies dominantes serían: *A. glutinosa, F. excelsior, Castanea sativa* Mill., *Ulmus minor, Q. robur* subsp. *robur* e incluso *F. sylvatica*. Si hablamos de cobertura, casi la mitad de la cobertura de todos los inventarios realizados se corresponde con el vuelo del aliso, mientras que el fresno se queda a las puertas del 20% y el resto fluctúa entre el 15% del castaño, el 8% del roble común y el haya y el 2% de *Ulmus minor*.

Un segundo estrato subarbóreo (entre 1,5 y 5 metros) relativamente bien nutrido y representado en cobertura, está ocupado por especies subarbóreas como *C. Avellana, Ilex aquifolium* L., *Crataegus monogyna* Jacq. y *Sambucus nigra* L. El avellano muestra una cobertura del 33%, mientras que el acebo sólo del 5%, el espino albar del 10% y el sauco del 2%.

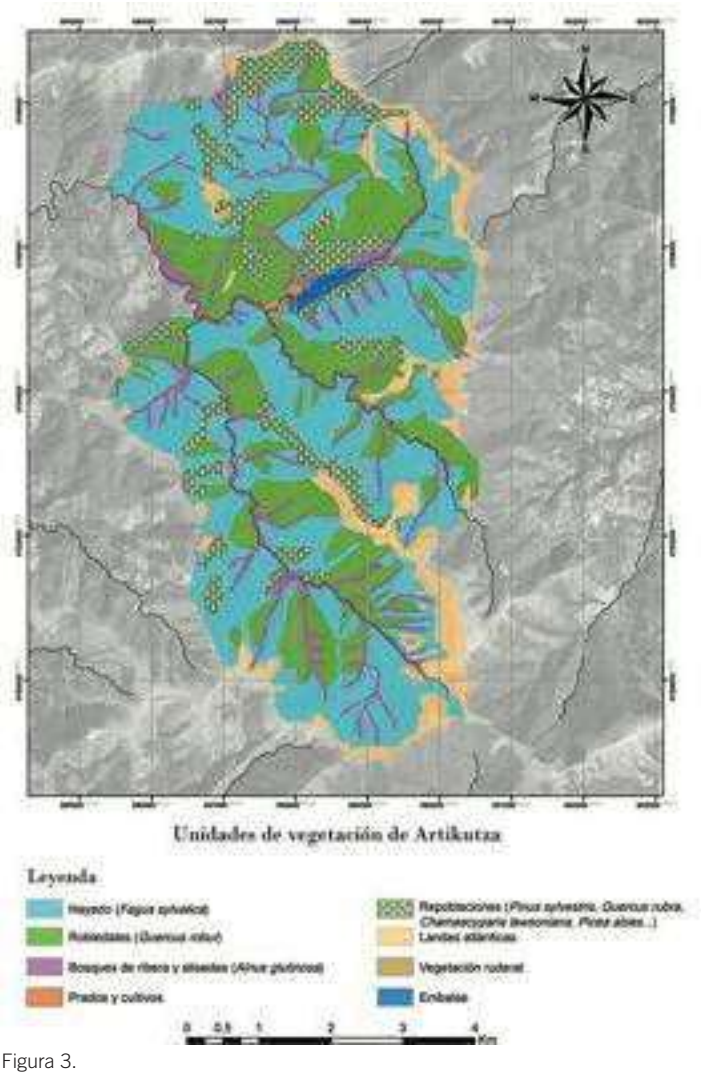


Figura 3.

Figura 4.

Con respecto al estrato arbustivo y escandente, hay que tener en cuenta especies como: *Hedera helix* L., con una cobertura del 10% colonizando especialmente, sin embargo, la mayor parte de la superficie del suelo (en pocas ocasiones se aventura a trepar a costa de algún árbol), *Rubus ulmifolius* Schott, con una cobertura importante del 18%, *Daphne laureola* L. con el 12% y ya con porcentajes más exiguos *Ruscus aculeatus* L., con un 5%, *Hypericum androsaemum* L. y con un 1% *Vaccinium myrtillus* L.

En lo que respecta al estrato herbáceo, en él podemos encontrar un nutrido listado de especies tales como: *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) Beauv., (18% de cobertura), *Ranunculus repens* L. (8%), *Saxifraga hirsuta* L. subsp. *hirsuta* (15%), *Viola riviniana* Reichemb. (17%), *Oxalis acetosella* L. (13%), *Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides* (8%), *Epilobium hirsutum* L. (7%), *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin subsp. *sylvatica* (7%), *Trifolium repens* L. (7%) y con coberturas más bajas entre el 5% y el 1%: *Carex flacca* Schreb., *C. remota* L., *C. echinata* Murray, *Helleborus viridis* L., *Ranunculus acris* L., *Lathraea clandestina* L., *Myosotis lamottiana* Br.- Bl., *Veronica chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* (5%), *Cardamine pratensis* L. (2%), *Stegnogramma pozoi* Lag., *Polystichum setiferum* Forssk., *Scilla verna* L., *Jacobaea aquaticus* G. Gaertn., B. Mey. & Scherb., *Verbena officinalis* L., *Soldanella villosa* Darracq ex Labarrère, *Lysimachia nemorum* L., *Fragaria vesca* L. subsp. *vesca, Euphorbia dulcis* L., *Polypodium interjectum* Shivas, *Ranunculus ficaria* L., *Geum urbanum* L., *Vicia cracca* L. subsp. *cracca, Pteridium aquilinum* (L.) Kunh, *Athyrium filix-femina* L. (Roth), *Oreopteris limbosperma* (All.) Holub, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trinius, *Blechnum spicant* (L.) Smith, *Juncus* sp. L., *Taraxacum officinale* (L.) Wiggers, *Vicia sativa* L. subsp. *sativa, Polygonum persicaria* L., *Galium palustre* L. subsp. *palustre, Mercurialis perennis* L. e *Hypericum perforatum* L.

Tal y como se puede observar, el listado de especies dentro del estrato herbáceo es abundante, sin embargo, el que también exista una alta cobertura arbórea, arborescente e incluso arbustiva hace que las coberturas de todas estas hierbas sean, en general, muy escasas o reducidas.

3.2. Robledales

En contacto con los bosques de ribera por la parte más baja y los hayedos por su franja más elevada topográficamente, aparecen los robledales (figura 5) que se encuentran dominados por el roble común (*Q. robur* subsp. *robur*). La cobertura de esta especie es ciertamente alta y de media alcanza el 39%. No llega a configurar verdaderos bosques mixtos en referencia a aquellos robledales que se ubican sobre sustratos eutrofos y con pH neutros o ligeramente básicos y muy ricos en especies (con hasta más de 50 especies en 200 metros cuadrados) (Meaza, et al., 2006). Al contrario, la oligotrofia y carácter ácido de los suelos reduce al máximo la nómina de las especies acompañantes del roble. La extensión de los robledales dentro de Artikutza es realmente notable, en concreto cubriría un 24,83% de todo el territorio y sólo es superado por el hayedo.

Figura 4. Imagen del río Elama y la vegetación de ribera que orla el cauce. Fotografía de los autores.

Dentro del estrato arbóreo pueden aparecer: *F. sylvatica* con coberturas ya relativamente bajas (11%), *C. sativa* (8%) y *S. aria* (3%). Por su parte, sí cuenta con un estrato subarbóreo o

arborescente con determinadas especies y cierta cobertura: *C. Avellana* (11%), *P. spinosa* (6%), *S. nigra* (3%) y *C. monogyna* (3%).

Con respecto al estrato arbustivo y escandente, hay que tener en cuenta especies como: *Erica vagans* L. con una cobertura ciertamente notable puesto que llega a alcanzar de media un 56%. Esta es la gran diferencia entre los robledales y los hayedos puesto que, en el primer caso, el suelo aparece mucho más cubierto por esta y otras especies ericáceas y fabáceas, mientras en los hayedos, la falta de luz por la gran cobertura arbórea y la sombra del haya, los taxones arbustivos están ausentes o mantienen una muy baja cobertura. En segundo lugar se encontraría la conspicua *H. helix*, con una cobertura del 11%, *Erica cinére*a L., 1753 (11%), *R. ulmifolius* (11%), *Calluna vulgaris* (L.) Hull (8%), *Ulex gallii* Planch. subsp. *Gallii* (6%), *D. laureola* L. con el 12% y ya con porcentajes más exiguos *R. aculeatus* con un 2% al igual que *Ulex europaeus* L., *V. myrtillus* y *Daboecia cantabrica* (Huds.) K. Koch.

Figura 5.

En cuanto al cortejo de herbáceas propias del sotobosque del robledal, a continuación se realiza un listado con sus respectivas coberturas: *B. sylvaticum* (17%), *P. aquilinum* con un 14%, *D. flexuosa* con un 11%, con un 2% *E. amygdaloides* subsp. *amygdaloides*, *E. dulcis*, *Digitalis purpurea* L. subsp. *purpurea* y *P. interjectum*. Por último, con presencia puntual y pequeñas coberturas (1%): *Ranunculus nemorosus* DC., *B. spicant*, *Asphodelus albus* Mill. subsp. *albus*, *Stachys sylvatica* L., *Carex* sp. L., *P. setiferum*, *Lithodora diffusa* (Lag.) Johnston, *Senecio nemorensis* L. y *Ajuga reptans* L.

3.3. Hayedos

Los hayedos (figura 6) se configuran como una extensa mancha boscosa relativamente conexa puesto que se dispone de forma más o menos continua por los distintos cordales montañosos en altitudes que fluctúan entre los 400-500 metros y los más de 1000 metros de las cotas más elevadas. Ocupa el 43,58% de todo el territorio (Dorronsoro et al., 2016) y se caracteriza por una pobreza crónica tanto en lo que respecta a la composición florística como a las coberturas mostradas por otros taxones fuera de las del propio haya (*F. sylvatica*) que muestra una cobertura media del 50%. También suele aparecer el roble común (*Q. robur* subsp. *robur*) (25%), sobre todo en las partes más bajas del hayedo, en una banda de transición con éste, mientras se va rarificando conforme se asciende en altura. Otros taxones con diferentes coberturas serían: *C. sativa* (8%), *Abies alba* Mill. (5%), *Pinus sylvestris* L. (2%) y *Pyrus cordata* Desv. (3%).

En lo referente al estrato arborescente, hay que señalar que, en general, siguen apareciendo muy pocas especies y además éstas muestran porcentajes de cobertura relativamente exiguos: *I. aquifolium* (11%), *C. Avellana* (7%) y *C. monogyna* (2%). Muy esporádicamente también se pueden observar ejemplares aislados de *Taxus baccata* L. con portes muy modestos, rara vez por encima de los 7 metros.

Tampoco es excesivamente rico en especies y coberturas el estrato arbustivo o subarbustivo puesto que cuenta tan sólo con 7 taxones. El que mayor cobertura proporciona es *H. helix* con un 12%, seguido de *R. ulmifolius* con un 10%, *E. vagans* (con tan sólo un 8% cuando

Figura 5. Imagen de los robledales del sector de Atseginsoro. Fotografía de los autores.

Figura 6.

en el robledal se acercaba al 60%) y ya con cifras muy bajas entre el 2% y el 3%: *V. myrtillus, D. laureola, R. aculeatus* y *D. cantabrica*.

Por su parte, dentro del estrato herbáceo son pocas las especies con claro carácter umbrófilo/esciofilo que pueden soportar la sombra permanente del vuelo arbóreo dentro de la temporada favorable para el crecimiento y desarrollo vegetativo. Una vez más domina *B. sylvaticum* con un 20%, seguido de *D. flexuosa* con un 8%, *V. riviniana* con un 7% al igual que *P. aquilinum, P. interjectum* que cuenta con un 5%, mientras otras 9 especies muestran coberturas muy bajas entre el 3% y el 2%: *E. amygdaloides* subsp. *amygdaloides, O. acetosella, V. officinalis, E. dulcis, P. setiferum, Carex* sp., *Galium mollugo* L. subsp. *mollugo*, *Narcissus pseudonarcissus* L., *Erythronium dens-canis* L., *Carex flacca* Schreb. y *Bellis perennis* L.

3.4. Landas cantábricas

Se define de esta manera a aquella formación arbustiva que se recupera hacia fases más forestales partiendo desde algún evento catastrófico natural o cultural, es decir, producto de incendios o cualquier otra catástrofe natural o cambios inducidos por el hombre: incendios, talas masivas para cultivos o pastos, pastizales abandonados o con una funcionalidad ganadera reducida con respecto a épocas anteriores, etc. En cualquier caso, esos espacios abiertos fueron abandonados o la carga ganadera disminuyó considerablemente de manera que, a día de hoy, se encuentran en recuperación hacia etapas más desarrolladas, teniendo en cuenta la restauración vegetativa. Dependiendo de su etapa o estadío de recuperación pueden oscilar entre verdaderos helechales de *P. aquilinum* a matorrales bajos de ericáceas y helechos o incluso a verdaderos matorrales altos y muchas veces impenetrables donde dominan las ericáceas pero, sobre todo, dos especies del género Ulex: *U. gallii* y *U. europaeus*.

Las landas cantábricas se sitúan mayoritariamente en los cordales o interfluvios alomados que separan las diferentes cuencas, sobre todo en los sectores más altos y donde el pastoreo desde el neolítico fue una de las señas más características (figura 7). En la actualidad van perdiendo terreno como consecuencia de la reducción de la mencionada ganadería extensiva a través de la oveja latxa pero también de las vacas pirenaicas o betitsuak y de los pottokas o caballos rústicos. Su extensión ocupa el 10,74% del territorio.

Es muy habitual observar en estas landas numerosos pero muy diseminados pies de acebo (*I. aquifolium*) con coberturas inferiores al 3%, mientras también pueden existir pies todavía más escasos de *T. baccata* con coberturas por debajo del 1%. En cuanto a las especies subarbóreas, se pueden encontrar también pies aislados de *P. cordata, C. monogyna* y *P. spinosa*. Junto a ellos también aparece un estrato arbustivo o subarbustivo. Dentro del primero aparecen tres especies principales; *U. europaeus* con un 5% de cobertura, *U. gallii* con un 3% y *R. ulmifolius* con un 4%. Por debajo pero también con carácter subarbustivo aparecen especies como *E. vagans* (9%), *V. myrtillus* (6%), *E cinerea* (5%), *C. vulgaris* (3%), *D. cantábrica* (2%) y en enclaves especialmente húmedos o relativamente encharcados (trampales) la ericácea higrófila *Erica tetralix* Linneo, 1853 con una cobertura inferior al 1%.

Figura 6. Imagen de los hayedos del sector de Exkaxpe (Goizueta). Fotografía de los autores.

En lo que respecta al estrato herbáceo, el dominador absoluto sería *P. aquilinum* con más del 42%, seguido de *Pseudarrhenatherum longifolium* Rouy (15%), *Agrostis curtisii* Kerguélen (8%), *Festuca rubra* St.-Iv. subsp. *rubra* (4%), *A. albus* (3%), *L. diffusa* (2%), *Origanum vulgare* L. subsp. *vulgare* (2%), *Briza media* L. subsp. *media* (1%), *B. perennis* (1%), *T. officinale* (1%), *Narcissus bulbocodium* L. subsp. *citrinus* (1%) y *Crocus nudiflorus* Sm. (1%).

Figura 7.

Todas estas zonas han sufrido fuegos recurrentes que trataban de recuperar los palatables pastos para el ganado y terminar con las dinámicas de embastecimiento. Buen indicador de estas dinámicas pastoriles y de fuegos recurrentes es la presencia del gamón (*A. albus*). No obstante, en los últimos tiempos y debido a las diferentes figuras de protección, dichos incendios se han reducido drásticamente y la landa ha ganado peso con respecto a los pastizales de altura.

3.5. Prados y cultivos

Bajo esta denominación se engloban aquellos espacios abiertos, es decir, no colonizados por vegetación arbórea o arbustiva en la actualidad y mantenidos por una acción directa del ser humano (figura 8), que los explota desde un aprovechamiento ganadero (prados y pastos) o agrícola (cultivos y huertas). Lo cierto es que la topografía de Artikutza no es especialmente adecuada para el aprovechamiento agrícola puesto que son pocos aquellos sectores con pendientes por debajo del 20%. Sólo el 0,3% de todo el territorio podría calificarse como totalmente plano mientras el 0,83% sería considerado como de pendiente suave y el 2,63% como de pendiente moderada. El resto, hasta un 96,24% de todo el territorio se considera con pendientes que oscilan entre fuertes y totalmente abruptas (Ekilan, 2012), donde las actividades ligadas al sector primario son realmente penosas, especialmente las agrícolas. Este factor, unido a la exigua población da lugar a unos pequeños espacios situados fundamentalmente en la parte baja de los ríos, especialmente junto al núcleo urbano de Artikutza y al sector de Goizarin. Con todo, sólo el 0,16% de todo el territorio aparece ocupado por estos usos del suelo (Dorronsoro et al., 2016). Dentro de esos pastos exiguos se puede comprobar la presencia de especies herbáceas especialmente palatables para el ganado como pueden ser: *Dactylis glomerata* L. subsp. *glomerata*, *Trifolium pratense* L., *T. repens*, *Lolium perenne* L., *R. acris*, *Lychnis flos cuculi* L., *Malva moschata* L., *Urtica dioica* L., *Plantago major* L. subsp. *major*, *Plantago lanceolata* L., *Mentha suaveolens* Ehrh., *Poa annua* L., *A. curtisii*, *F. rubra* subsp. *rubra*, *O. vulgare* subsp. *vulgare*, *B. media* Subsp. *media*, *B. perennis*, *T. officinale*, *S. sylvatica*, *V. officinalis*, *Veronica persica* Poir., *V. officinalis*, *V. chamaedrys*, *V. becabunga*, etc.

Aunque son espacios muy reducidos y sin cobertura arbórea o arbustiva, estos prados pueden contener una gran diversidad de herbáceas. La diversidad específica de estos paisajes culturales llama la atención poderosamente a la vez que otorga cierta heterogeneidad a un paisaje que, de otra manera, sería totalmente forestal. De hecho, el 88,29% del espacio está ocupado por las diversas formaciones arbóreas descritas, mientras que los espacios abiertos sumarían el resto: 11,71%, englobando dentro de éstos las landas, los prados y cultivos, el embalse y el propio núcleo urbano de Artikutza (Dorronsoro et al., 2016).

Figura 7. Imagen de las landas del sector de Enubieta (Lesaka). Fotografía de los autores.

En lo que respecta a las huertas y cultivos, éstos se restringen a pequeños espacios con una agricultura de autoabastecimiento para las pocas personas que habitan de forma continua la finca y que, en cualquier caso, pueden presentar cultivos como la berza, el maíz, la calabaza y calabacín, lechugas y escarolas, acelgas... y alguna pequeña parcela donde existen manzanos de sidra (*Malus domestica* Borkh.).

3.6. Plantaciones forestales

La vocación de la finca de Artikutza al ser comprada por el ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, pasaba por proveer de agua de boca a la población de la Ciudad. Debido a ello, una de las principales políticas del nuevo dueño fue la plantación de nuevos espacios arbolados en aquellos sectores que, en su momento, habían sido deforestados para la explotación con vocación ganadera y, en menor cuantía, agrícola. En este contexto se abordó, hace entre 50 y 75 años, una labor importante de plantación de especies arbóreas que pudieran dar lugar a una cobertura del suelo lo suficientemente amplia para que no existieran problemas de erosión o arrastre de los suelos que pudieran dar lugar, en un primer momento, a mermar la calidad del agua por corrientes de turbidez y, en segundo lugar, a colmatar rápidamente de sedimentos el vaso del embalse. Por otra parte, en este momento, dentro de Navarra, el País Vasco y otros territorios, se está dando lugar a un proceso de abandono agrario, fundamentalmente a partir de los años 60 del pasado siglo, de manera que este fenómeno demográfico sumado al hecho del gran peso de la industria papelera, hace que muchos propietarios aborden procesos de plantación de especies madereras exóticas de rápido crecimiento. Los procesos de plantación de nuevas masas forestales de Artikutza no son ajenas a este contexto y aunque no con vocación maderera, se realizaron, precisamente, la mayoría de las veces a través de las plantaciones de especies exóticas como: *P. sylvestris*, *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl., *Quercus rubra* L., *A. alba*, *Picea abies* (L.) Karsten, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Larix decidua* Mill. y *Pinus strobus* L., entre otros. Sin embargo, sólo los tres primeros y el quinto muestran extensiones relativamente amplias y configuran verdaderos bosques, el resto, como mucho se disponen en forma de rodales más o menos aislados. El alerce, por ejemplo, aparece orlando la pista perimetral del embalse.

En cualquier caso, a día de hoy estas plantaciones forestales muestran pies longevos como consecuencia de no haber sido talados durante muchos años. Las talas, si se realizan, se hacen de una forma muy inteligente, siempre con entresacas nada intensivas. En la mayor parte de las mismas, además, con estas entresacas o con árboles que caen por cualquier acontecimiento climático, se abren huecos que van siendo sistemáticamente colonizados por especies arbustivas pero, sobre todo arbóreas, en este caso perfectamente autóctonas, es decir, derivan hacia bosques mesófilos propios del área y van sustituyendo a todas estas especies exóticas. Incluso los pinares de *P. sylvestris*, los más extendidos por toda la finca, van viéndose modificados en lo que respecta al cortejo de otras especies acompañantes que, con el tiempo, una evolución progresiva natural y/o la intervención respetuosa del ser humano, llegarán a sustituir a las especies exóticas.

Figura 8. Imagen de los prados bajos del sector del poblado de Artikutza. Fotografía de los autores.

Figura 8.

La extensión de estas plantaciones forestales, no obstante, es relativamente modesta si tenemos en cuenta otros

territorios limítrofes o aledaños donde la tenencia del suelo es privada y las exóticas ocupan enormes extensiones, fundamentalmente en el nordeste de Gipuzkoa. En Artikutza la extensión de las especies exóticas es del 10,45% de la que algo más del 65% se corresponde con pinares de *P. sylvestris*, seguidos de robledales de roble rojo americano (*Q. rubra*) y abetales de abeto rojo (*P. abies*). El resto de especies, como se dijo, cuentan con extensiones muy modestas en forma de rodales más o menos aislados. Curiosamente, los abetales de *P. abies* muestran un cortejo de vegetación igual que el que se mostrará para el falso cupresal. Ello se debe a que los pies se encuentran muy pegados, se plantaron con una alta densidad y, por tanto, dejan pasar muy poca luz hacia los estratos bajos y el suelo, de manera que tienden a ser bosques casi monoespecíficos.

3.6.1. Los pinares de *P. sylvestris*

Los pinares de *P. Sylvestris* (figura 9) se encuentran repartidos por toda la finca y cuentan con extensiones notables. Se puede afirmar que esta formación totalmente cultural o antrópica muestra, no obstante, unos niveles de diversidad específica similares o incluso superiores a otros bosques perfectamente autóctonos como los hayedos y el robledal. Añade una cierta heterogeneidad ante un paisaje que, de otra forma, sería un continuo bosque planifolio caducifolio. Además, es capaz de diversificar la fauna existente en la finca (Aizpuru et al., 1989).

Dentro del estrato más elevado, el arbóreo, podemos encontrar sobre todo *P. sylvestris* con coberturas que de media se sitúan en un 44%, seguidos de *F. sylvatica* con un 19%, *C. sativa* con un 17%, *Q. robur* subsp. *robur* con un 14% y, por último, *S. aria* con un 3%. Tal y como puede observarse, existe una dominancia clara del pino al que acompañan con poca cobertura el haya, el castaño y el roble común. Sin embargo, tampoco el estrato arborescente cuenta con demasiadas especies y cobertura. En él podemos encontrar: *I. aquifolium* (8%) y *C. Avellana* (3%).

En el estrato arbustivo sí existe un cortejo de especies relativamente nutrido y con coberturas reseñables: *R. ulmifolius* y *E. vagans* muestran una cobertura similar con un 17%, seguidos de *E. cinérea* y *H. hélix*, ambas con un 11% y el resto: *C. vulgaris*, *U. galii*, *D. cantabrica* y *E. tetralix* todas ellas con un 6%.

El herbáceo, sin embargo, muestra un número reducido de taxones y coberturas, a excepción del helecho común: *P. aquilinum* (44%), *B. sylvaticum* (22%), *D. flexuosa* y *Galium saxatile* L. (17%) y *Juncus* sp. L. (11%), *V. riviniana* y *O. acetosella* (8%), *R. acris*, *T. repens*, *Carex* sp. y *S. nemorensis* L.subsp. *bayonnensis* (6%) y *V. beccabunga*, *B. spicant*, *H. perforatum*, *S. sylvatica* y *Lathyrus linifolius* (Reichard) Bässler var. *montanus* (3%).

Figura 9. Imagen de los pinares de *Pinus sylvestris* del sector de Arriluze. Fotografía de los autores.

3.6.2. Los robledales de roble rojo americano (*Q. rubra)*

También *Q. rubra* aparece repartido por diferentes sectores de la finca pero ya de manera mucho más reducida y minoritaria. Se trata, una vez más, de ejemplares añosos con un amplio vuelo arbóreo y, por tanto, una gran cobertura (62%), muy regulares puesto que siguen un patrón de planta en hileras y columnas y con una pobreza manifiesta en el resto de estratos, incluido también el arbóreo (figura 10). En otoño, al ser una especie planifolia y caducifolia, el follaje del taxón toma unos tonos que viran desde el rojo al naranja, amarillento, pardo, etc. Todo ello le hace

Figura 9.

Figura 10.

configurarse como una especie especialmente estética.

En el estrato o vuelo arbóreo, además de esta especie, podemos encontrar: *F. sylvatica* (11%), *P. abies* (6%) y *P. cordata* (3%).

En cuanto al vuelo arborescente, *I. aquifolium* es la especie con mayor cobertura (8%) y *C. monogyna* la única restante en este estrato tan escaso (6%). En el escandente aparecen dos especies diferentes, eso sí, con coberturas también relativamente modestas: *H. hélix* (14%) y *Lonicera peryclimenum* L. subsp. *peryclimenum* (6%). En cuanto al estrato arbustivo, destaca *R. ulmifolius* con un 20% de cobertura, seguida de *V. myrtilus* y *C. vulgaris* con un 6%, *E. vagans* y *Cytisus scoparius* L. subsp. *cantabricus* terminan de configurar el cortejo con un 3%. Como se observa, al contrario que el sotobosque del robledal o del pinar, el del *Q. rubra* es relativamente pobre en especies y coberturas, muy parecido a los hayedos.

En cuanto a las herbáceas, a continuación se adjuntan los taxones con sus coberturas: *B. sylvaticum* (22%), *P. aquilinum* (17%), *D. flexuosa* (14%), *V. riviniana* (14%), *Carex* sp. (8%), *T. officinale* (6%), *P. interjectum* (6%), *V. officinalis* (6%), *E. amygdaloides* subsp. *amygdaloides* (2%), *O. acetosella* (2%), *E. dulcis* (2%), *T. repens* (2%), y con un 1%; *H. perforatum*, *A. reptans* L., 1753 y *S. nemorensis* subsp. *bayonnensis*.

3.6.3. El falso cupresal de ciprés de Lawson (*C. lawsoniana*)

El bosque de plantación del ciprés de Lawson sólo fue detectado en dos enclaves diferentes cercanos al embalse. Como en cualquier otro ejemplo fuera y dentro del área de estudio, este tipo de plantaciones se caracterizan por un follaje muy denso y apretado que no deja pasar demasiada luz hacia los estratos más bajos, de manera que la pobreza en especies es ciertamente remarcable, muy por debajo de la que presentan los hayedos. En los inventarios realizados se adjuntan a continuación y por estratos, los taxones y sus coberturas.

En primer lugar y dentro del estrato arbóreo se puede distinguir una sola especie; *C. lawsoniana* con una cobertura cercana al 82%. Solo algún ejemplar arbustivo de *I. aquifolium* rompe la sobresaliente homogeneidad pero, en cualquier caso, cuenta con coberturas inferiores al 2%.

También el estrato arbustivo y escandente es pobre con dos especies: *H. helix* (2%) y *R. ulmifolius* con otro 2%.

El estrato herbáceo también muestra una pobreza evidente de manera que *B. sylvaticum* presenta una cobertura media de un 12%, *D. flexuosa* del 6%, *P. interjectum* del 4% y *P. aquilinum* del 2%.

3.6.4. El abetal de abeto rojo (*P. abies*)

Este bosque plantado (figura 11), al igual que los anteriores, muestra un cortejo de plantas muy similar al descrito para el cupresal de ciprés de Lawson. El vuelo arbóreo también es denso y establece una sombra y falta de luz que deja prosperar a muy pocas especies. También muestra manchas muy restringidas, junto a las del falso ciprés y una cobertura general del 20%. Otras especies arbóreas son: *C. lawsoniana* (16%), *Q. robur* (6%), *Castena sativa*

Figura 10. Imagen de las plantaciones de robledales de *Quercus rubra* del sector de Akue. Fotografía de los autores.

(2%) y *T. baccata* (1%). Otros taxones arborescentes son: *I. aquifolium* (2%) y *C. Avellana* (1%).

En lo referente a los taxones arbustivos o escandentes: *H. hélix* (2%) y *R. ulmifolius* (2%) son los únicos taxones presentes. Las herbáceas son también escasas: *D. flexuosa* (5%), *P. interjectum* (4%), *E. dulcis* (1%) y *P. aquilinum* (1%).

Figura 11.

3.7. Otros

Dentro de la finca de Artikutza existen enclaves puntuales, poco extensos pero que, sin embargo, muestran cortejos de vegetación realmente interesantes y específicos de condiciones determinadas que dan lugar a comunidades azonales. Normalmente se encuentran muy localizados y con extensiones tan reducidas que no pueden ser, tan siquiera, representados cartográficamente. Su peculiaridad y el que alberguen especies raras o incluso endémicas o finícolas hace que deban ser tenidos en cuenta, por eso se ha hecho el esfuerzo de inventariar de forma sólo cualitativa aquellos taxones más representativos.

3.7.1. Comunidades de turberas, esfangales y trampales

Es el caso, por ejemplo, de los puntuales trampales, esfagnales o pequeñas turberas que se pueden hallar fundamentalmente en los nacederos de los arroyos, los interfluvios alomados o enclaves con bajas pendientes en hombreras u otros sectores de difícil drenaje. En este caso existe una clara dominancia de especies no vasculares, de brofitos como los *Sphagnum* (*Sphagnum subnitens* Russow & Warnsten, *S. papillosum* Lingberg, *S. rubellum* Wilson, *S. magellanicum* Bridget, *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw, *S. tenellum* (Bridel) Bory, etc.), que conforman una especie de alfombra más o menos continua con altibajos mullidos y en cuya superficie es imposible transitar puesto que debajo existe un sustrato totalmente humectado y encharcado, de ahí la denominación de trampal. Además de estos briofitos característicos se pueden observar especies tan interesantes como *Erica ciliaris* L., *E. tetralis, Schoenus nigricans* L., *Drosera rotundifolia* L., *Narthecium ossifragun* L., *Molinia caerulea* (L.) Moench subsp. *caerulea, Pinguicola grandiflora* Lam. subsp. *grandiflora, Anagallis tenella* L., *Juncus bulbosus* L., *Carex demissa* Hornem. y *Eriophorum angustifolium* Honck. (Peralta et al., 2013).

Este tipo de comunidades azonales puntuales pueden encontrarse en sectores como Eskas, Maradiko Lepoa, Bidango Zabala, Pagolleta, Beltzuntza y Uzkue.

3.7.2. Comunidades fontinales y de manantiales

Las abundantes precipitaciones registradas en la finca hacen que exista un volumen de agua muy notable por todo el territorio. Esta característica hace que en un buen número de sectores existan fuentes o zonas rezumantes donde al agua alcanza la superficie y encharca sectores muy concretos dando lugar, en muchas ocasiones, al nacimiento de los distintos arroyos y ríos. En estos aparecen especies muy concretas, localizadas y especializadas en estas situaciones hidro-higrófilas. Son estas condiciones, por ejemplo, las que dan lugar a la aparición de uno de los taxones más característicos y, a la vez, especiales de Artikutza. Se trata de *S. villosa* (figura 12), planta escasísima, en franco peligro de desaparición y que, además puede

Figura 11. Imagen de las plantaciones de abeto rojo *Picea abies* del sector de Legarzurieta. Fotografía de los autores.

Figura 12.

ser considerado como taxón endémico del Pirineo occidental. Esta especie aparece en enclaves muy concretos aunque su mejor población puede divisarse en una pared rezumante del sector de Oronozkozubieta. Son típicas también de estos ambientes las especies: *S. hirsuta, Saxifraga clusii* Gouan, *Chrysosplenium oppositifolium* L., *Trichomanes speciosum* Willd., *J. bulbosus, Juncus articulatus* L., *Juncus bufonius* L., *Lythrum portula* L., *Mentha aquatica* L., *Galium palustre* L. subsp. *elongatum, Callitriche stagnalis* Scop., *Cardamine flexuosa* With, 1796, *Cardamine raphanifolia* Pourr. subsp. *raphanifolia, Stellaria alsine* Grimm, *L. nemorum, Arabis alpina* L., etc.

Este tipo de comunidades azonales puntuales pueden encontrarse en sectores como Maizolope, Gorritxo, Arriluze, Goizarin, Elama, Biurreta, Usanbelarreta y Txorikantariaga.

3.7.3. Comunidades de roquedos

Aunque la finca cuenta con muchos sectores de altas y muy altas pendientes, en realidad son pocos los afloramientos rocosos que pueden dar lugar a paredes más o menos verticales y, que, a la vez, muestren una cobertura rocosa, no colonizada por vegetación arbórea o arbustiva. Este es el caso del Barranco del río Erroiarri donde debido a los afloramientos graníticos y a las fallas de desgarre se da lugar a estas paredes donde aparecen especies muy especializadas y finamente indicadoras de estas situaciones: fisurícolas, casmófitas o rupícolas.

Dentro de este cortejo reducido habría que destacar *Ptrocoptis pirenaica* Bergeret, 1891 subsp. *pyrenaica*, puesto que es un taxón endémico de la Cordillera pirenaica, junto a: *Asplenium sptentrionale* (L.) Hofmann subsp. *septentrionale, Sedum hirsutum* All. subsp. *hirsutum* y *S. anglicum* Hudson (Peralta *et al.*, 2013).

3.7.4. Comunidades antropófilas y ruderales

Son pocos los enclaves donde se puede constatar la presencia de comunidades derivada de la presencia y transformación radical del medio por parte el ser humano. Sólo debería considerarse así el poblado urbano. Por lo tanto, se trata de especies o que bien han sido directamente plantadas por el ser humano o que éste ha propiciado, dando lugar a una serie de comunidades que podemos definir como antropófilas.

Tal y como se referenció para las plantaciones de exóticas, junto al poblado existen pies más o menos dispersos de taxones alóctonos como: *A. alba, P. abies, P. menziesii, C. lawsoniana, P. strobus, L. decidua* y *Tilia tomentosa* Moench en lo que respecta a los árboles. En cuanto a los arbustos, también existen especies como: *Buxus senpervirens* L., *Ligustrum ovalifolium* (Hasskarl), *Hydrangea macrophylla* (Thrumberg) Seringe e incluso alguna glicina *Wisteria sinensis* (Sims) DC. En el estrato herbáceo abundan: *T. officinale, T. pratense, T. repens, P. major* subsp. *major, P. lanceolata, U. dioica, P. annua, V. persica, V. chamaedrys, D. glomerata* subsp. *glomerata, L. perenne, R. acris, M. moschata, Hordeum murinum* L. subsp. *murinum*, etc.

Figura 12. Imagen de un rezumadero del sector de Oronozkozubieta. En la imagen aparece *Soldanella villosa* endemismo vasco-cantábrico. Fotografía de los autores.

Figura 13. Filiación corológica de los árboles y arbustos de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 14. Filiación corológica de las matas y trepadoras de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 15. *Ruscus aculeatus* se considera una especie de adscripción mediterránea, sin embargo, en Artikutza es fácilmente localizable en diferentes ambientes. Fotografía de los autores.

4. Adscripción corológica de los taxones de Artikutza

Una vez definidas las distintas formaciones o paisajes vegetales, en estos momentos se trata de realizar un análisis que nos lleve a estudiar la adscripción o filiación corológica de todas aquellas especies que han sido descritas para cada una de estas comunidades.

En primer lugar habría que decir que el análisis se seguirá circunscribiendo a las tres grandes formas biológicas, de manera que se mostraran resultados parciales para los árboles y arbustos, para las matas y trepadoras y para las herbáceas. Posteriormente se realizará una descripción general teniendo en cuenta todos los taxones, independientemente de su estrato o forma biológica.

En lo que respecta al primer grupo, los árboles y arbustos, a continuación adjuntamos la figura 13.

En este caso la mayor parte de los taxones pertenecen a una distribución eurosiberiana, en concreto, hasta el 59% de los taxones encuadrados bajo este grupo se adscriben a esta distribución. En segundo lugar llama poderosamente la atención la cantidad de especies de árboles y arbustos introducidos, en algunos casos totalmente exóticos (18%) y en menor medida aunque autóctonos o de distribución eurosiberiana, plantados directamente por el ser humano. Este es el caso de *L. decidua*, *Abies alba* y *P. sylvestris*. Estos tres taxones no existirían dentro de Artikutza si no fuera por la intervención antrópica. Por último, un 5% de los taxones contarían con una distribución de carácter mediterráneo, es el caso de *C. sativa* a la cual algunos autores la dan como especie introducida pero que dentro de Artikutza se encuentra perfectamente naturalizada y bien extendida.

En cuanto a la filiación de las matas y trepadoras, a continuación se adjunta la figura 14.

En este segundo caso son las filiaciones atlánticas las que mayor número de taxones aglutinan (40%). Las condiciones climáticas de suaves temperaturas pero, sobre todo, de abundantes precipitaciones, hacen que este grupo biológico cuente con muchas especies típicamente atlánticas. En tercer lugar y en consonancia por lo visto para los árboles, un 15% de los taxones presentes dentro de este grupo contarían con distribuciones más amplias dentro de la región eurosiberiana. No obstante, en segundo lugar y con un 20% sigue existiendo un número considerable de especies introducidas. En el mejor de los casos son especies que incluso se encuentran en localidades muy cercanas, como puede ser el caso de *B. senpervirens*, aunque normalmente se relacionan con taxones ornamentales propios de

FILIACIÓN COROLÓGICA DE LOS TAXONES ARBÓREOS Y ARBUSTIVOS DE ARTIKUTZA

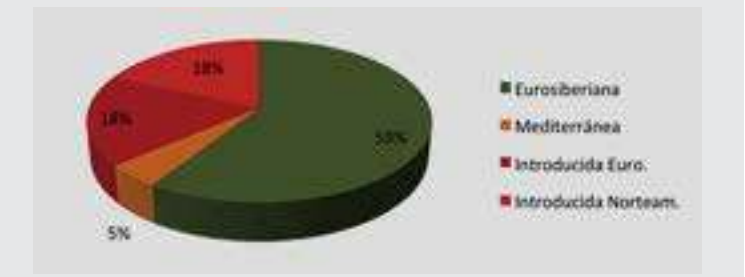


Figura 13.

FILIACIÓN COROLÓGICA DE LAS MATAS Y TREPADORAS DE ARTIKUTZA

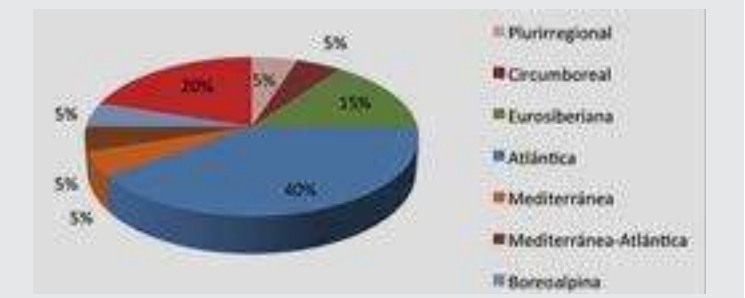


Figura 14.

Figura 15.

FILIACIÓN COROLÓGICA DE LAS HERBÁCEAS DE ARTIKUTZA

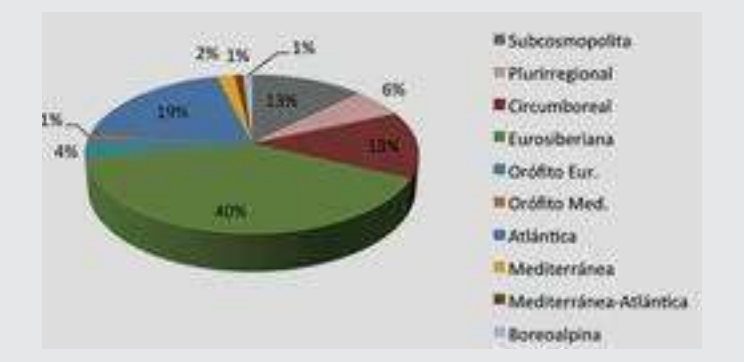


Figura 16.

Figura 17.

FILIACIÓN COROLÓGICA DE LOS TAXONES DE ARTIKUTZA

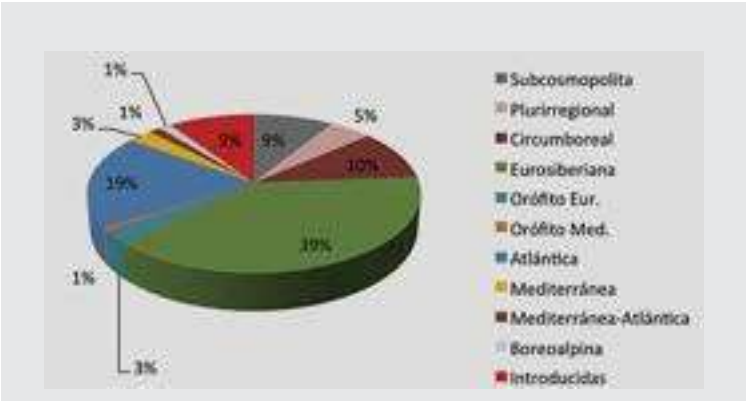


Figura 18.

Figura 16. Filiación corológica de las herbáceas de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 17. *Erythronium dens-canis* como la mayor parte de las herbáceas cuenta con una distribución eurosiberiana. Fotografía de los autores.

Figura 18. Filiación corológica de los taxones vasculares de Artikutza. Elaboración propia.

Japón o China: *L. ovalifolium* y *W. sinensis*, respectivamente.

Ya con porcentajes más bajos nos encontraríamos con taxones de distribución todavía más extensa o suprarregional: plurirregional 5% mientras que circumboreal habría un 5%. Cabe destacar que el resto de adscripciones se resuelven a través de un solo taxón que representa el 5%. Así, además de *H. helix* que es considerada como circumboreal, *V. myrtilus* cuenta con una adscripción boreoalpina, *R. aculeatus* mediterránea (figura 15) e *H. androsaemum* mediterraneo-atlántica.

En cuanto a las herbáceas, se adjunta la figura 16.

En este caso el panorama aparece más diversificado aunque siguen dominando aquellos taxones de distribución eurosiberiana (40%, figura 17) y atlántica (19%). Los porcentajes de adscripciones más generalistas o de mayor extensión son sensiblemente superiores a los anteriores de manera que un 13% de los taxones herbáceos muestran distribuciones circumboreales mientras que un 6% cuenta con otras de carácter plurirregional. Un porcentaje muy importante, el 13%, estaría constituido por taxones subcosmopolitas. En este caso no hay que desdeñar que un 4% de los taxones son considerados orófitos europeos (*L. sylvatica* subsp. *sylvatica*, *C. frígida*, *A. albus* subsp. *albus*, *S. clusii* y *P. pirenaica* subsp. *pirenaica*). Con un 2% aparecerían aquellos taxones de distribución mediterránea, caso de *S. nigricans* y *M. suaveolens*. Ya sólo con un 1% el taxón boreoalpino *Eriophorum angustifolium* así como con otro 1% un taxón de distribución mediterráneo-atlántica como *G. palustre* subsp. *elongatum* y un orófito mediterráneo como es: *S. hirsutum* sbsp. *hirsutum*.

Teniendo en cuenta todos los taxones, independientemente del grupo fisionómico al que pertenecen, a continuación se adjunta la figura 18.

Más de un tercio de todos los taxones cuenta con una filiación eurosiberiana (39%), muy en consonancia con las otras filiaciones sectoriales. En segundo lugar en importancia destacarían aquellas especies de distribución atlántica (19%). Sumando estos dos grupos llegamos a un total de 58%. Es decir, más de la mitad de las especies cuentan con una distribución perfectamente entendible para un ámbito como es Artikutza con un clima tipificado como templado, oceánico, con gran influencia de la masa marina del Cantábrico y con unas precipitaciones realmente abultadas por encima de los 2.000 mm. Ya con porcentajes más bajos encontraríamos taxones de más amplia distribución como serían con un 10% las especies de filiación circumboreal, con un 9% las introducidas, al igual que las anteriores (9%) se sitúan las de adscripción subcosmopolita, para continuar, con 5%, las plurirreginales. Ya con porcentajes mucho más reducidos nos encontraríamos con filiaciones mediterráneas y de orófitos europeos (3%), boreoalpinas (1%), Mediterráneo-atlánticas (1%) y orófitas mediterráneas (1%).

5. Estatus de los taxones de Artikutza

Figura 19. Estatus de los árboles y arbustos de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 20. Picea abies. El abeto rojo o abeto de navidad es un taxón introducido, traído en su momento desde Norteamérica. Fotografía de los autores.

Figura 21. Estatus de las matas y trepadoras de Artikutza. Elaboración propia.

Siguiendo la clasificación ofrecida por Aizpuru et al. (2004), a continuación se describen los diferentes estatus de los taxones que han sido inventariados para cada una de las unidades. Se utiliza también el mismo criterio fisiográfico utilizado para analizar la filiación corológica de los taxones de Artikutza. Tal y como se puede observar en la figura 19, existe un porcentaje muy elevado para los árboles y arbustos de especies catalogadas como escasas, de hecho, el 55% de todos los taxones arbóreos o arbustivos pertenecerían a esta categoría. En segundo lugar se situarían aquellos catalogados como comunes con el 23%, con el 18% se situarían los muy comunes y en último lugar aparecerían los raros con un porcentaje del 4%.

La única especie rara dentro de este grupo sería *T. baccata*, mientras que en el grupo de escasas se situarían: *I. aquifolium, S. nigra, S. aria, P. cordata, A. alba, P. sylvestris, Q. rubra, P. abies* (figura 20), *P. strobus, L. decidua, T. tomentosa* y *P. menziesii*. Hay que tener en cuenta, no obstante, que las 8 últimas son introducidas y, por tanto, su estatus no sería el mismo dentro del área de estudio, de manera que el porcentaje de especies no introducidas y escasas bajaría considerablemente hasta el 17,8%.

En lo que respecta al segundo gran grupo, conformado por las matas y trepadoras, a continuación se adjunta la figura 21. con los estatus de los distintos taxones.

Para este gran grupo fisionómico son también numerosos y dominantes el grupo de los taxones escasos, en concreto suponen algo menos de la mitad de todas las especies englobadas, de tal forma que cuentan con un 45%. En este caso también hay que tener en cuenta que hasta tres taxones englobados como escasos pertenecen a especies cultivadas o plantadas por el ser humano y, por tanto, introducidas. De esta forma, si exceptuamos dichos taxones las especies escasas serían en realidad 5: *R. aculeatus, L. periclymenum* subsp. *peryclimenum, C. scoparius* subsp. *cantabricus, E. tetralix* y *E. ciliaris*. Por su parte, el 35% de los taxones pertenecerían al estatus de comunes mientras otro 20% lo haría al de las muy comunes. Para este grupo no hay taxones raros o muy raros.

En cuanto a las herbáceas, se adjunta la figura 22, con el estatus de los distintos taxones.

En primer lugar y, a diferencia de lo que ocurría con los anteriores dos grupos, aquí existe un claro codominio de las especies comunes que llegan a suponer el 39%, seguidas de las escasas que llegan a conformar hasta otro 37% de todos los taxones. La lista es amplia y no vamos a enumerarlos todos. En tercer lugar aparecería el grupo de las raras con un nada despreciable 10%. Dentro de este grupo estarían: *S. villosa, L. silvatica* subsp. *sylvatica, G. mollugo* subsp. *mollugo, S. nemorensis* subsp. *Bayonnensis* (figura 23), *N. ossifragun, J. bulbosus,*

ESTATUS DE LOS TAXONES DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE ARTIKUTZA

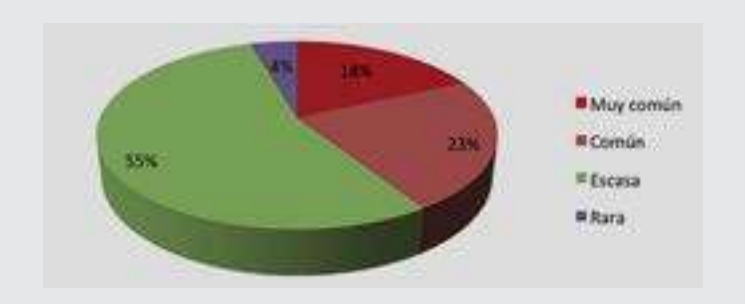


Figura 19.

Figura 20.

ESTATUS DE LOS TAXONES DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE ARTIKUTZA

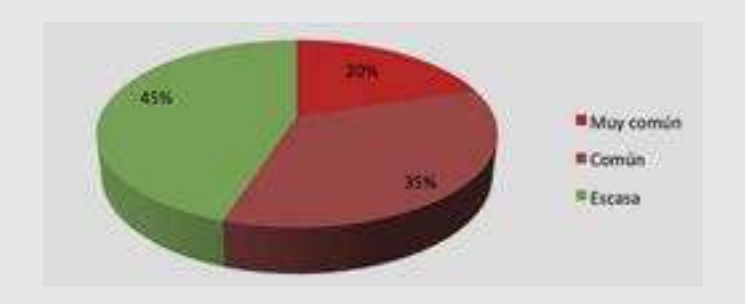


Figura 21.

ESTATUS DE LOS TAXONES DE LAS HERBÁCEAS DE ARTIKUTZA

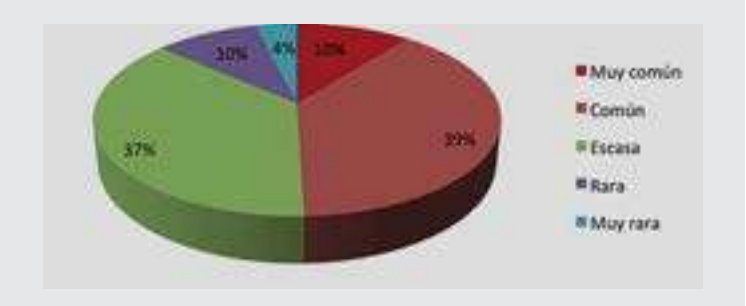


Figura 22.

Figura 23.

ESTATUS DE LOS TAXONES DE ARTIKUTZA

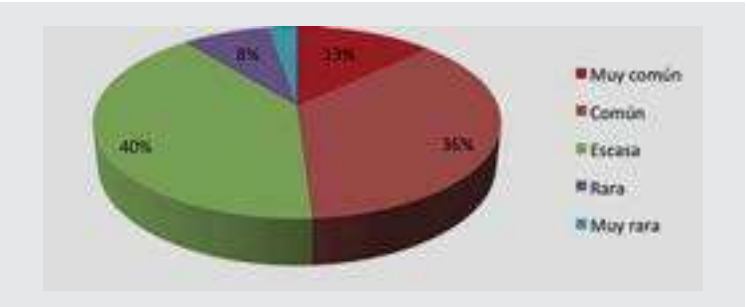


Figura 24.

E. angustifolium, *G. palustre* subsp. *elongatum* y *A. septentrionale* subsp. *septentrionale*. A continuación, con otro 10% se situarían las muy comunes y, por último, las muy raras con un 4%: *S. pozoi*, *S. clusii*, *T. speciosum* y *P. pyrenaica* subsp. *pirenaica*.

En relación al conjunto de taxones, englobados los tres grandes grupos fisiológicos, el listado quedaría según la figura 24.

Tal y como puede observarse, existe un número nada desdeñable de taxones escasos (40%). Hay que tener en cuenta, no obstante, que de los 59 englobados dentro de esta categoría 6 de ellos serían introducidos de manera que el número final de taxones escasos sería del 35%. A continuación se situarían los taxones comunes con un 36% para continuar con los muy comunes con un 13%, los raros con un 8% y los muy raros con sólo el 3%. En cualquier caso, si sumamos todas aquellas categorías que pueden contar con un cierto peligro de desaparición por ser muy raras, raras o escasas, el porcentaje se iría a un 51% de todos los taxones derivados de los inventarios realizados. La cifra no es nada desdeñable y muestra un interés innegable por proteger y conservar estas formaciones de manera que se garantice la pervivencia de estos taxones hasta cierto punto o grado amenazados.

Hay que tener en cuenta, además, que uno de los motivos por los que este espacio es declarado en su momento LIC (Lugar de interés comunitario) se debe, entre otros motivos, a la existencia de determinadas especies catalogadas dentro del anexo II de la Directiva Hábitats, en concreto: *Soldanella villosa* y *Trichomanes speciosum* (ambas también recogidas en el Catálogo de Flora Amenazada de Navarra). En el anexo V se encontrarían especies citadas en Artikutza como: *Narcissus bulbocodium, Huperzia selago* (L.) Bernh. y *Ruscus aculeatus*, mientras que dentro del catálogo antes mencionado, además de las dos especies ya citadas, se incluirían: *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm. y *Saxifraga clusii* subsp. *clusii*.

Dentro de las 147 especies detectadas existen algunos taxones endémicos especialmente reseñables. Este es el caso de *C. scoparius* subsp. *cantabricus* que se distribuye en un área restringida que se sitúa al sur de Francia y el norte de la Península Ibérica. *L. clandestina* (figura 25) también se configura como un endemismo de distribución al suroeste de Europa. También se consideran como endémicos: *S. nemorensis* subsp. *bayonnensis* (endemismo del Golfo de Vizcaya) y *P. pyrenaica* subsp. *pyrenaica* (endemismo de los pirineos occidentales).

Por su parte, como taxones relictos no podría ser considerado ninguno de los inventariados o detectados mientras que finícolas existirían varios como: *C. scoparius* subsp. *cantabricus*, *L. diffusa*, *S. clusii* y *P. pyrenaica* subsp. *pyrenaica*.

Figura 25.

6. Valoración biogeográfica de las formaciones vegetales de Artikutza

A continuación se realiza una valoración de las diferentes formaciones atendiendo a la metodología LANBIOEVA. El objetivo de este capítulo es obtener valoraciones parciales para cada uno de los criterios analizados, a la vez que dar pautas de gestión sobre cada uno de los paisajes concernidos y sobre Artikutza y su vegetación, en general. Para ello se adjunta la tabla 1.

En primer lugar se puede observar que, en general, los criterios que sumados dan lugar al valor fitocenótico cuentan con puntuaciones altas en criterios como el de naturalidad. Se trata de puntuaciones que responden a unos bosques relativamente libres de especies introducidas y donde éstas, además, cuentan con coberturas muy restringidas. Lógicamente, para las landas y prados pero, sobre todo, para los bosques de plantación con exóticas, las puntuaciones son de medias a bajas. Cabe destacar también que el criterio de diversidad muestra puntuaciones relativamente modestas. No se trata de bosques especialmente diversos, tanto en especies como en estructura. Dentro de los criterios de madurez y regenerabilidad/resiliencia, siguen destacando con importantes puntuaciones los hayedos, los robledales y los bosques de ribera que se diferencian enormemente del resto de unidades. En cuanto a los criterios de raigambre territorial; rareza, endemicidad, relictismo y carácter finícola, éstos dan lugar a valores relativamente bajos, comparables a los obtenidos en latitudes muy superiores y bosques de tipo boreal (Finlandia y Noruega) (Lozano et al., 2015b) y, por tanto, se alejan de los obtenidos por formaciones relativamente cercanas en otros ámbitos de carácter atlántico y mucho más con los obtenidos en ámbitos mediterráneos, sobre todo los chilenos (Lozano et al., 2015a). Sin embargo, no hay que despreciar microambientes como los cortados y pequeñas paredes rocosas, fundamentalmente del entorno de Erroiarri puesto que allí, junto a determinados rezumaderos, se da la aparición de varios taxones endémicos. Ello obligaría a prestar una gran importancia a estos enclaves más o menos puntuales. La recomendación más lógica sería la de la creación de microrreservas que cuenten con el objetivo de mantener las condiciones actuales y el cortejo de plantas asociadas.

Figura 22. Estatus de las herbáceas de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 23. *Senecio nemorensis* subsp. *bayonnensis* se considera especie rara. En el área de estudio aparece asociada a determinados sectores de robledales de *Quercus robur* subsp. *robur*. Fotografía de los autores.

Figura 24. Estatus de los taxones de Artikutza. Elaboración propia.

Figura 25. *Lathraea clandestina* se considera como endemismo europeo de distribución sudoccidental. Fotografía de los autores.

Los parámetros relacionados con los valores mesológicos son muy similares a los registrados en estos ámbitos atlánticos. En un territorio de fuertes pendientes, magros suelos y altas precipitaciones, la cubierta boscosa general pero incluso otras formaciones como las landas y los prados, hacen que los procesos erosivos sean mínimos y el regolito y los suelos se

TABLA 1. Valoración LANBIOEVA a partir de las puntuaciones parciales y generales de los criterios utilizados. Elaboración propia.

VALORACIÓN			PARÁMETROS	BOSQUE DE RIBERA	ROBLEDAL	HAYEDO PINAR	LANDA ROBLE AMERICANO	PRADOS ABETO	PLANTACIONES FORESTALES			
									FALSO CUPRESAL			
INCONTFOR	INNAT	INFIT	DIVERSIDAD	6,9	5,4	4,3	5	8	5,5	4,6	4	3
			NATURALIDAD	10	9	10	7	5	2	1	1	1
			MADUREZ (x2)	18	17,7	18	12	6	14	12,4	10	10
			REGENERABILIDAD	7,4	7	7	2	1	2,5	3,4	1	1
			SUMA (INFIT GLOBAL)	42,3	39,1	39,3	26	20	24	21,4	16	15
		INTER	RAREZA (x2)	1,5	0,9	1	1,75	0,25	0,5	0,8	0,25	0,25
			ENDEMICIDAD	2,9	2,2	0,8	0,8	0	1,3	0,9	0,5	0
			RELICTISMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			CAR. FINÍCOLA	1	1,1	0,6	1	0,75	0,7	0,6	0	0
			SUMA (INTER GLOBAL)	5,4	4,2	2,4	3,55	1	2,5	2,3	0,75	0,25
		INMES	F. GEOMORFOLÓGICA (x2)	17,4	19,1	16,5	14	8	14	14,6	14	14
		F. CLIMÁTICA		9,3	9,3	9,1	8	3	7,2	7,8	7	7
		F. HIDROLÓGICA		9,1	9,4	8,3	9	3	7,7	8	8	8
		F. EDÁFICA		8	8	8	7	7	7,2	7,2	7	5
		F. FAUNÍSTICA		8,9	8,4	8	7	5	3,7	4,4	3	3
		SUMA (INMES GLOBAL)		52,7	54,2	49,9	45	26	39,8	42	39	37
		INEST	RIQ. POR ESTRATOS (x0,5)	6,1	6,2	5,2	7,5	3,5	6,3	4,3	4,5	4,5
		COB. POR ESTRATOS (x0,5)		4,7	5,2	4,1	5,5	3,5	4,8	4	3,5	3,5
		RIQ. DE MICROHAB.		4,7	3,1	3,5	0	0	1,7	1,8	2	2
		CONECT. ESPACIAL		3,4	9,9	15,5	6	1	7,3	8,2	1	1
		SUMA (INEST GLOBAL)		18,9	24,4	28,3	19	8	20,1	18,3	11	11
	SUMA (INNAT GLOBAL)				119,3	121,9	119,9	93,6	55	86,4	84	66,75	63,25
	INCUL	INPAT	VALOR ETNOBOTÁNICO (X2)	7	7	8	6	7	4	4	3	3
		VALOR PERCEPCIONAL		7,3	6,4	7,4	3	4	5	7	3	3
		VALOS DIDÁCTICO		7,6	6,4	5,3	3	5	4,7	3,8	1	1
		SUMA (INPAT GLOBAL)		21,9	19,8	20,7	12	16	13,7	14,8	7	7
		INCULEST	VALOR FISIONÓM. ESTRUCT.	2,6	2	2	1	0	1	1	1	1
		VALOR CULTURAL ESTRUCT.		2	1,7	1,9	0	0	1,5	1	1	1
		SUMA (INCULEST GLOBAL)		4,6	3,7	3,9	1	0	2,5	2	2	2
	SUMA (INCUL)				26,5	23,5	24,6	13	16	16,2	16,8	9	9
	SUMA (INCON)				145,8	145,4	144,5	107	71	102,6	100,8	75,75	72,25
PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN			PRESIÓN DEMOGRÁFICA		1	1	1	1	1	1	1	1	1
ACCESIBILIDAD-TRANSITABILIDAD			4,3	4	5,1	2	5	5,3	5,4	5	5		
AMENAZAS ALTERNATIVAS			3,9	2,4	1,3	5	3	2,7	1,4	1	1		
FACTOR GLOBAL DE AMENAZA			9,2	7,4	7,4	8	9	9	7,8	7	7		
PRICON			1341	1076	1069,3	852	639	923,4	786,24	530,25	505,75		

encuentren, en general, perfectamente protegidos. Hay que tener en cuenta, además, el papel que los bosques autóctonos juegan a la hora de facilitar una edafogénesis que, de otra forma, sería mucho más complicada y pobre. Incluso a la hora de gestionar las plantaciones (que deben ir siendo gradualmente sustituidas por los bosques naturales) se debe prestar especial atención en la no realización de matarrasas indiscriminadas, sino entresacas graduales para hacer que la vegetación potencial vaya cubriendo esos calveros y, por tanto, evitando la erosión. La cobertura boscosa general de Artikutza permite la existencia de condiciones microclimáticas perfectamente reconocibles y altamente recomendables como las temperaturas más frescas del verano, la humedad constante o la defensa en contra de las épocas de fuertes vientos. No obstante, el carácter relativamente homogéneo de las masas forestales genera una cierta pobreza en especies de fauna vertebrada. Se recomienda mantener cierta cantidad de pinares, así como paisajes despejados (landas y prados) puesto que ello ahondará en una mayor presencia de taxones que, de otra forma, irían viendo reducidas drásticamente sus poblaciones cuando no desapareciendo (Catalán et al., 1989; Martínez de Murguía, 2001, 2002 y 2005); consultar los capítulos de fauna vertebrada e invertebrada de esta misma monografía).

En lo que respecta a los criterios englobados bajo el valor estructural, hay que reseñar que, una vez más, nos encontramos con puntuaciones modestas para los bosques naturales (bosques de ribera, robledales y hayedos) y tanto en cantidad de especies por estratos como en cobertura dentro de cada uno de estos estratos. El resto de unidades, lógicamente, muestran puntuaciones bajas a muy bajas sobre todo en lo que respecta a los prados, pero también en los robledales de roble rojo americano que muestran una pobreza, tanto en especies como en cobertura, realmente acusada. No obstante, hay parámetros muy interesantes como puede ser el referido a la conectividad espacial. La gran mancha boscosa, en general y el hayedo, en particular, garantiza una continuidad tal de la mancha que da lugar a unos altos índices de conectividad ecológica y espacial. Con puntuaciones altas también aparecen los robledales, pinares de *P. sylvestris* y robledales de roble rojo americano (*Q. rubra*). Todas estas unidades mantienen buenas extensiones y se encuentran relativamente bien conectadas. Ya con cifras más bajas se situarían los bosques de ribera, como consecuencia de contar con un claro carácter azonal, restringido al curso de los principales cauces fluviales. Con puntuaciones muy bajas aparecerían el resto de las plantaciones de exóticas y los prados que muestran extensiones muy reducidas y, encima, separadas.

En consonancia y, como consecuencia de los bajos valores territoriales, estructurales y hasta cierto punto fitocenóticos, el INNAT muestra unos registros bastante discretos. No obstante, comparando las diferentes unidades que ahora nos ocupan, lo cierto es que ya deja entreverse una jerarquía u orden prelatorio claro: valores relativamente altos para el bosque de ribera, medios a altos para los robledales y los hayedos y medios a bajos para el resto de formaciones.

El segundo gran grupo de criterios engloba aquellos relacionados con la gestión que el ser humano ha venido haciendo, no sólo de la vegetación de Artikutza, sino del territorio, en general. Muchas veces este tipo de criterios culturales son menospreciados cuando no ignorados totalmente. Sin embargo, usos y costumbres ancestrales o pasados dotan al bosque y al resto de unidades de un valor añadido dentro de los valores patrimoniales. Y dentro de éstos aparecen cuestiones tan interesantes como las puramente tangibles o materiales: formas de explotar el bosque y dasotipologías como los trasmochos, restos antrópicos históricos, etnográficos, arquitectónicos; muros, muretes, lezones, setos, caballones y cárcavas de contención o de separación de parcelas; carboneras, cerraduras, estacados tradicionales de madera o setos vivos, cabañas y otras construcciones rústicas, preindustriales: ferrerías, molinos, aceñas, batanes; arqueológicas: menhires, cromlech, dólmenes, túmulos, ruinas, como elementos intangibles tales como los simbólicos, místicos o religiosos configuradores de paisajes vegetales peculiares. Junto a los valores patrimoniales también se encuentran los puramente culturales como el etnobotánico, es decir, el uso que tradicionalmente han tenido por parte del ser humano cada una de las formaciones y, dentro de ellas, las plantas existentes,

la percepción de la población o incluso el valor didáctico que puede tener cada unidad. En general, Artikutza cuenta con valores culturales relativamente altos derivados, por una parte del amplio patrimonio ligado tanto a las prácticas ancestrales en el bosque y el resto de unidades, como a las prácticas de hace unos pocos años y que siguen manteniéndose en el paisaje, por ejemplo el carboneo y las infraestructuras protoindustriales. Desgraciadamente algunas de ellas se encuentran en un estado lamentable que habría que abordar (caso de las ferrerías y complejos de Goizarin y Elama, cuando no han desaparecido (caso del antiguo trazado ferroviario minero que conectaba los rincones más insospechados de Artikutza con las vecinas: Oiartzun, Errenteria y Paisaia).

Los valores culturales son altos para las tres unidades boscosas naturales, medias para las landas y los prados y bajas para el resto de unidades. Cabe destacar la alta valoración perceptual para bosques relativamente pobres y poco diversos como el hayedo y también las altas valoraciones etnobotánicas para el hayedo, los robledales, el bosque de ribera e incluso los prados. En los dos primeros casos se basa en el empleo de especies madereras en actividades como el carboneo y las ferrerías mientras que en los otros dos se debe a ser utilizados directamente como soporte a la ganadería (caso de los prados) y también por el empleo de plantas existentes (bosques de ribera) y que eran utilizadas para diferentes menesteres relacionados con la farmacopea, pesca, alimento, etc.

En lo que respecta a los valores culturales, el orden prelatorio sigue siendo el mismo. Los bosques de ribera recogerían los mayores valores seguidos, por este orden, por los robledales, hayedos, pinares, prados, landas, robledales rojos americanos y, por último, los abetales-falsos cupresales. La suma de los valores culturales más los naturales ofrece un orden muy parecido, donde las tres formaciones autóctonas siguen aventajando en bastantes puntos a las landas, en primer lugar, a determinados bosques de repoblación con especies alóctonas (pinar de *P. sylvestris*), en segundo, a los prados en tercero y al resto de bosques de plantación en último lugar. Especialmente bajas son las puntuaciones de los espacios con plantaciones de abeto rojo y los de falso ciprés. Ello debería animar al gestor a ir gradualmente cortando los pies de estas especies y fomentando la recuperación de bosques de carácter autóctono o un manejo de estas parcelas hacia una ganadería relativamente extensiva que también mantenga una deseable extensión de prados, pastizales y landas de cara a una mayor heterogeneidad paisajística y a mantener una fauna no forestal.

En lo que respecta al factor global de amenaza, en concreto dentro del capítulo de amenazas alternativas. Al respecto, el valor más alto se registra para el bosque de ribera y se deriva de la posible existencia de riadas y/o crecidas. También otros riegos derivados de actuaciones antrópicas han generado impactos importantes en el pasado y en la actualidad y pueden poner en riesgo ciertos sectores dominados por este bosque ripario.

También la puntuación registrada por el pinar silvestre es relativamente alta y se debe a la existencia de mortandades bastante elevadas entre los pinos. Existe una gran proporción de fustes muertos, lo que hace suponer que, o bien por edad, o por otro motivo (hongos, enfermedades, otro tipo de plagas) el riesgo de que estas masas se vayan perdiendo y sean sustituidas por la dinámica general es cierto y fundado. Se podría pensar que esta dinámica sería la adecuada al ser el propio pinar una formación alóctona pero la verdad es que cierto número de hectáreas de esta formación añade mayor diversidad y una mayor heterogeneidad paisajística lo cual debe ser valorado positivamente.

Conclusiones

Artikutza muestra una extensión boscosa ciertamente remarcable. No obstante, hasta un 10,45% de la extensión de la finca se encuentra colonizada por plantaciones con especies exóticas, fundamentalmente *P. sylvestris, Q. rubra, C. lawsoniana, P. abies* y en menor medida: *A. alba, P. menziesii, L. decidua* y *P. strobus*. Un 43,58% de su extensión se encuentra colonizada por hayedos en gran medida bastante antiguos y manejados, un 24,83% por robledales de *Q. robur* subsp. *robur* y un 9,43% por bosque de ribera.

Otras unidades no boscosas serían las landas, ocupando un 10,74% de la extensión de toda la finca, un 0,16% de prados y campos de cultivo o huertas, un 0,3% de vegetación ruderal, nitrófila o antropófila y el resto respondería al vaso del pantano, ya desecado y a pequeños enclaves con vegetaciones o comunidades ciertamente interesantes como áreas fontinales, turberas y tremedales o paredes y cortados rocosos de pequeña entidad.

Cada unidad descrita cuenta con un determinado cortejo de vegetación. El más rico en especies es el bosque de ribera que, por mucho, alcanza cifras muy superiores a los obtenidos por el resto de bosques e incluso por landas y prados. Cabe destacar la pobreza en especies y estratos de bosques como el hayedo, el abetal de *P. abies* y el falso cupresal de *Chamacyparis lawsoniana*.

En el conjunto de especies detectadas la adscripción dominante es eurosiberiana con un 39%, seguida por la atlántica (19%), la circumboreal (10%), las especies introducidas (9%) y las subcosmopolitas (9%).

En cuanto al estatus, dominan los escasos con un 40%, seguidos de los comunes con un 36%, luego los muy comunes con un 13%, a continuación los raros con un nada despreciable 8% y sólo el 3% de los taxones serían muy raros.

Además, hay que tener en cuenta que dentro de las 154 especies detectadas existen algunos taxones endémicos a escala regional: *C. scoparius* subsp. *cantabricus, L. clandestina, S. villosa, L. difusa, S. nemorensis* subsp. *bayonnensis* y *P. pyrenaica* subsp. *pyrenaica*. También existen taxones finícolas: *C. scoparius* subsp. *cantabricus, S. villosa, L. diffusa, S. clusii* y *P. pyrenaica* subsp. *pyrenaica*.

En cuanto a la evaluación de las distintas formaciones, existe una clara diferencia entre los paisajes forestales de especies autóctonas de aquellos de repoblación con especies alóctonas o de otro tipo de paisajes más culturales como las landas y los prados y pastizales. Dentro de los tres primeros existe una prelación clara liderada por el bosque de ribera, seguido del robledal y el hayedo. Por su parte, dentro del segundo grupo también se sigue un orden que no varía, estando en primer lugar el pinar de pino silvestre, a continuación la landa cantábrica, el robledal de roble rojo americano, los prados y pastizales y, por último, el abetal-falso cupresal. Los del primer grupo cuentan con puntuaciones bastante superiores a los del segundo.

El paisaje que mayor valoración obtiene es el bosque de ribera con 1348 puntos, seguido del robledal con 1076 puntos, el hayedo con 1069,5 puntos, el pinar con 928,8 puntos, la landa con 854 puntos, el robledal rojo americano con 786,2 puntos, los prados y pastizales con 639 puntos y, por último y con unas valoraciones muy bajas equiparables a matorrales cuasi monoespecíficos de *U. europaeus*, el abetal y el falso cupresal, 530,3 y 505,8 puntos respectivamente.

Aun así, las valoraciones son bastante modestas si tenemos en cuenta el resto de trabajos referenciados a lo largo del texto y la bibliografía. La cobertura extensa de bosques, las fuertes pendientes, los escasos y oligótrofos suelos y una cierta uniformidad del paisaje hacen que los valores naturales sean relativamente bajos. Por otra parte, al tratarse de un espacio protegido y con una gestión de protección a ultranza, hace que el factor global de amenaza sea ciertamente bajo y, por ende, sean bajas también las valoraciones finales. No obstante, son muy similares a paisajes forestales enclavados dentro de Colsacabra, en la Cordillera Transversal

Catalana (Lozano et al., 2014), así como en el sector de la comarca de Bortziri, muy cercanos a los de Artikutza (Sagastibeltza et al., 2014).

Finalmente, es interesante cotejar el valor global final (PRICON) más elevado obtenido en este sector de Artikutza (los 1348 puntos del bosque de ribera) con los registrados por nuestro equipo de investigación en diversos ambientes forestales donde hemos tenido oportunidad de trabajar. En la Península Ibérica ninguna unidad analizada sobrepasa los 3000 puntos (Cadiñanos et al., 2011). El récord absoluto (superior a 3500 puntos) registrado hasta el momento por nuestro equipo corresponde al bosque con palma (*Jubaea chilensis*) de la región chilena de Valparaíso (Lozano et al., 2015a). Por todo ello se colige algo que ya fue apuntado anteriormente, las bajas puntuaciones generales de los paisajes forestales de Artikutza que no obstante, se ven claramente lastradas por un conjunto de criterios que muestran peligros o riesgos bajos a muy bajos debido a que nos encontramos en un espacio con una fuerte protección desde hace 100 años.

Existen microambientes o pequeños enclaves con vegetación fisurícola, de turberas y tremedales o de surgencias y áreas fontinales que debe ser conservada a ultranza por la gran cantidad de taxones raros, endémicos o finícolas que atesoran.

En general se debe tender a restaurar la cobertura arbórea sustituyendo progresiva y sosteniblemente a las especies alóctonas o exóticas por las autóctonas. No obstante, se recomienda seguir manteniendo ciertas extensiones de pinar de *P. sylvestris*, de prados y pastos e incluso de landas cantábricas puesto que heterogenizan el paisaje y generan mayores diversidades en flora y fauna.

También sería interesante mantener, conservar o incluso restaurar el extenso acervo patrimonial, tanto material como inmaterial puesto que, ligado al bosque y a la vegetación de Artikutza, existen elementos de gran valor.

Bibliografía

Aizpuru, I., Aseginolaza, C., Uribe-Echebarría, P.M., Urrutia, P. & Zorrakin, I. 1999. Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes. Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Cadiñanos, J.A. & Meaza, G. 1998a. Bases para una Biogeografía aplicada. Criterios y sistemas de valoración de la vegetación. Geoforma ediciones. Logroño.

Cadiñanos, J.A. & Meaza, G. 1998b. Nueva propuesta metodológica de valoración del interés y de la prioridad de conservación de la vegetación. Actas del Colloque International de Botanique Pyreneo-Cantabrique. Mauleon.

Cadiñanos, J.A. & Meaza, G. 2000. Metodología complementaria de evaluación de ecosistemas forestales. Inédito.

Cadiñanos, J.A., Lozano, P. & Quintanilla, V. 2011. Propuesta de marco metodológico integrado para la valoración biogeográfica de espacios Red Natura 2000 de la comunidad autónoma del País Vasco. El ejemplo de Gárate-Santa Bárbara (Guipúzcoa). Boletín de la AGE 57, 33-56.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Barrio, L.D., Mendiola, I. eta Zorrakin, I. 1989. Guía ecológica de Artikutza. Naturaleza y huella humana. Aranzadi Zientzia Elkartea. Donostia-San Sebastián.

Ekilan S.L. 2012. Proyecto de Ordenación forestal y Plan de Gestión del LIC de Artikutza. Ayuntamiento de Donostia y Gobierno de Navarra. Ansoain.

Instituto Geológico y Minero de España. (1975): Mapa Geológico de España. Hoja 65/25-5 de Vera de Bidasoa. Instituto Geológico y Minero de España, 1:50.000, Madrid.

Loidi, J., Bascones, J.C. 2010. Memoria del Mapa de Series de vegetación de Navarra. Gobierno de Navarra. Pamplona.

López, M.L., Piñas, S., Amezketa, A., Aquerreta, S., López, M.S., Almarcegui, I., Urdiain, M., Royo, A. 2003. Mapa bioclimático de Navarra. Poblaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica. 15: 53-63.

Lozano, P.J. 2006. Régimen precipitacional en el norte de Navarra y Guipúzcoa. ¿Record peninsular y europeo? Nimbus 17-18, 125-144.

Lozano, P.J., Cadiñanos, J.A., Longares, L.A. & Cid, M.A. 2007. Valoración Biogeográfica de los tipos de bosque en la combe de Huidobro (Parque Natural de las Hoces del Ebro-Burgos). Actas del 4º Congreso Español de Biogeografía 19.

Lozano, P.J. & Cadiñanos, J.A. 2009. Propuesta de marco metodológico integrado para la valoración de Espacios de la Red Natura 2000 de la Comunidad Autónoma del País Vasco. El ejemplo de Gárate-Santa Bárbara (País Vasco). Biogeografía Scientia Biodiversitatis 199-206.

Lozano P. J., Cadiñanos,J. A., Latasa, I. & Meaza, G. 2013. Caracterización y valoración biogeográfica de los pinares de Pinus uncinata del karst de Larra (Alto Pirineo Navarro) para su ordenación y gestión. Geographicalia 63-64, 95-120.

Lozano P.J., Cadiñanos, J.A., Latasa, I., Quintanilla, V. & Meaza, G. 2015a. Caracterización, valoración y evaluación de los paisajes vegetales de Chile Mediterráneo. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles 67, 14-32.

Lozano, P.J., Cadiñanos, J.A., Lozano, M.A., Latasa, I., Meaza, G. & Martí, C. 2015b. Aplicación del método de valoración biogeográfico (Lanbioeva) a ecosistemas del norte de Europa. Ería 97:189-202.

Martínez de Murguía, L. 2001. Nosotros, la madera muerta y los insectos. Aranzadiana 122, 139-143.

Martínez de Murguía, L. 2002. La taxocenosis de Hymenoptera en Artikutza. Boletín de la SEA 31, 227-237.

Martínez de Murguía, L. 2005. Los árboles viejos y/o muertos tienen una gran importancia en la conservación de la biodiversidad. Aranzadiana 126, 186-189.

Meaza, G., Cadiñanos, J.A. & Lozano, P.J. 2006. Valoración biogeográfica de los bosques de la reserva de la biosfera de Urdaibai (Vizcaya). Actas del III Congreso Español de Biogeografía 399-411.

Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España. Itinera Geobotanica 17, 5-436.

Peralta. J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remon, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J. & Campos, J.A. 2013. Manual de hábitats de Navarra. Gobierno de Navarra-Gestión Ambiental de Navarra. Pamplona.

Sagastibeltza, E., Lozano P.J. & Herrero, X. 2014. Nafarroako Bortzirietako baso-landaredien paisaien inbentariazioa, karakterizazioa eta balorazio biogeografikoa. Lurralde 37, 97-133.

VI

Artikutzako flora baskularraren inbentarioa eta korologiaren eta ekologiaren analisia

Anaïs Mitxelena, Joseba Garmendia eta Iñaki Aizpuru

Botanika Saila, Aranzadi Zientzia Elkartea
botanika@aranzadi.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Inventario de la flora vascular de Artikutza y análisis de la corología y ecología

Una de las características de Artikutza es el excelente estado de conservación de sus bosques y ríos. Los hábitats naturales y seminaturales, asi como las especies silvestres relacionadas, reflejan esta gran biodiversidad. Entre los hábitats naturales y seminaturales, se distinguen bosques, matorrales, praderas, comunidades de roquedales y comunidades de musgos y helechos en los arroyos; y con respecto a la flora, destaca la flora nemoral asociada al bosque y, en particular, a los arroyos y los humedales circundantes. Con este trabajo se ha obtenido la fotografía actual de la flora de Artikutza. Según la revisión, se han encontrado 410 plantas (especies y subespecies), de las cuales 387 son autóctonas

Las plantas más abundantes son las de corología eurosiberiana (casi el 42% de las plantas autóctonas) y las de naturaleza endémica (pirenaica, cantábrica-pirenaica, pirenaica tardía y alpina-pirenaica-cantábrica) representan alrededor del 4%. El clima húmedo oceánico del área favorece los bosques caducifolios, con el mayor porcentaje (alrededor del 80%) de la vegetación de Artikutza. Esto influye sobre la composición de las especies nativas y así, más de la mitad de las plantas son hemicriptófitos que prevalecen en climas templados. Los porcentajes de hábitats predeterminados se corresponden con el paisaje y el clima actual de Artikutza, y las plantas de los bosques y de humedales representan el 56% del total. En cuanto a las plantas amenazadas, de los 387 taxones nativos de Artikutza, diez (2,58%) están protegidos. En cualquier caso, aún hay valles poco estudiados (ej. Elama) que pueden ser contener diferentes plantas amenazadas.

Este trabajo permitirá establecer sistemas de seguimiento y monitoreo que podrían desarrollarse a medio y largo plazo, así como cuantificar y analizar los cambios que pueden ocurrir en la flora. La gestión establecida para Artikutza tendrá un impacto en la evolución de la flora a medio y largo plazo y es probable que haya una tendencia a la aparición de comunidades de plantas con alto nivel de desarrollo y madurez, preferentemente especies forestales y nemorales.

1. Sarrera

Artikutzako eremua ezagun egiten duen ezaugarrietako bat bere baso eta erreken kontserbazio egoera bikaina da. Horren arrazoiak bilatzeko, ordea, mende bat atzera egin beharko genuke. Izan ere, ordutik hona, inguruko eremuekin alderatuz kudeaketa oso kontserbazionista izan dute Artikutzako lurrek: kutsadura iturri diren ekintzak alboratuz, hala nola abeltzaintza, meatzaritza eta bestelako giza jarduerak; mendiak basoberrituz; eta egur ustiapena ahalik eta balore baxuenetara jaitsiaz (Yarzabal et al., 2014). Kudeaketa kontserbazionista horri eremuaren kokapen biogeografiko atlantiarra, tenperatura epel eta euri askoko klima atlantiarra, eta orografia malkartsua bezalako ezaugarriak gehituz (Armendariz et al., 2009), biodibertsitate handiko eremuan bilakatu da Artikutza.

Biodibertsitate handi horren adierazle dira bertan topa daitezkeen habitat natural eta seminaturalak, eta horiei loturiko basa espezieak (animalia, onddo zein landare espezieak). Habitat natural eta seminaturalei dagokienez basoak, sastrakadiak, larreak, harkaiztietako komunitateak eta errekastoetako goroldio eta iratzeen komunitateak ezberdintzen dira. Horiek guztiek Artikutzako eremu osoaren % 86 estaltzen dute. Beraz, florari dagokionez, basoari, eta bereziki, errekastoei eta inguruko eremu hezeei lotutako flora nemorala da adierazgarriena.

Aberastasun biologiko handi hori dela eta, 2004 urtean Natura 2000 Sarean barneratu zen gune hau, eta 2015ean Kontserbazio Bereziko Eremu (hemendik aurrera KBE bezala) bilakatu, Artikutza ES2200010 KBE (DECRETO FORAL 264/2015) izenpean. Artikutza KBE izendatu zen kudeaketa planean bertan, eginkizun nagusien artean, eremuko balore naturalen ezagutza eta ikerketa sustatzea azpimarratzen dira. Bestalde, flora interesgarriaren banaketa eta kontserbazio egoera jakitea beharrezkoa dela ere adierazten da, baita hauek kontserbatzeko neurriak jartzea eta horiek burutzea ere (DECRETO FORAL 264/2015).

Floraren ikerketari dagokiolarik, orain arte egindako lanak oinarritu dira zoriz topatutako aipuen bilketan, 80. hamarkadan Bidasoa ibaiaren bailaran egindako herborizazio lanetan (Catalán & Aizpuru, 1985), baso batzuen karakterizazioa egiteko flora inbentario puntualetan (Dorronsoro et al., 2015) eta flora mehatxatuen kartografia eta jarraipen lanetan (Oreja et al., 2008; Garmendia et al., 2012ab; Mitxelena et al., 2017). Horien artean, baina, bat da nabarmentzekoa: Catalán eta Aizpuruk 1985ean egindako *Aportación al catálogo florístico de la cuenca del Bidasoa (Guipúzcoa y Navarra)* izenekoa. Berau izan da egundaino Artikutzako florari buruzko informazio gehien eman duen lana, eta egungo aipu askoren oinarria. Lan horiek guztietan dauden aipuak jaso eta dokumentu bakarrean biltzea beharrezkoa dela iritzi da, eta halaxe egin nahi izan da aurkezten den artikuluan.

Jarraian, beraz, Artikutzako flora baskularraren inbentario eguneratua jasotzen da. Eta bide batez, horien korologia eta ekologien analisia ere egiten da. Emaitzek erakutsiko digute zeintzuk diren Artikutzako floraren ezagutzan dauden gabeziak: baieztatzea falta diren landare interesgarriak; inon jasoak ez dauden eta ziurtzat jotzen ditugun gainontzeko landareak; edota gehiago miatzeko falta diren inguruak. Antzemandako hutsune horiek lagungarri izango dira etorkizunean florari buruzko ikerketak modu zehatzagoan diseinatzeko.

2. Material eta metodoak

2.1. Ikerketa eremua

Ikerketa Artikutzako Kontserbazio Bereziko Eremuan (KBE-ES2200010) kokatzen da. 3.638 ha okupatzen dituen gune hau Nafarroako iparraldean dago kokatua, Goizuetako udalerrian (Nafarroa) (1. irudia). Jabetza, aldiz, 1919. urtetik Donostiako udalarena (Gipuzkoa) da. Artikutzarekin muga egiten duten udalerriek honakoak dira: ipar-mendebaldean Oiartzun (Gipuzkoa), ipar-ekialdean Lesaka (Nafarroa), ekialdean Arantza (Nafarroa), hegoaldean Zubieta (Nafarroa) eta Beintza-Labaien (Nafarroa),

1. Irudia.

eta mendebaldean Goizueta bera. Ondorengo UTM koordenatuek mugatzen dute Artikutza: N 4.789.076, S 4.779.084, E 595.338 eta W 600.725 (Gestión Ambiental de Navarra S.A. 2015).

Artikutza zirku itxurako erliebe menditsu eta irregularrez dago osatuta, eta bere perimetroak 30 km inguru ditu. Leku baxuena, 220 m-ko altuerarekin, Añarbe erreka Artikutzako mugetatik ateratzen den tokian kokatzen da. Leku altuena, berriz, 1.046 m-tako garaierarekin, Loitzate mendian. Eremuaren % 90 300 eta 800 metroko garaiera artean kokatzen da, eta azalera guztiaren % 45ak, % 55eko malda (edo handiagoa) aurkezten du, ingurune malkartsua osatuz. Orientazioari dagokionez, orientazio guztiak daude bertan: ipar, ipar-ekialde eta ipar-mendebaldeak lurralde osoaren % 37 osatzen dute, eta eguterako orientazioek, aldiz, gainontzeko estaldura (Gestión Ambiental de Navarra S.A. 2015).

Nafarroako kantauriar isurialdean dago, Urumea ibaiaren adarra den Añarbe errekaren iturrian. Añarbez gain, bertara urak isurtzen dituzten beste lau erreka nagusi daude: ipar erdialdean Enobieta eta Erroiarri, eta hego erdialdean Urdallue eta Elama.

Klima ozeaniarra du, tenperatura epel eta prezipitazio altuekin. Herrian bertan 313 m-tara kokatzen den estaziotik lortutako bataz besteko baloreak ondorengoak dira: 2.604 mm (1931-2014 urteko seriea kontutan hartuz) eta 12,3ºC (1954-2018 urteko seriea kontutan hartuz) (klima jorratzen duen kapitulua ikusi).

Geologiari eta substratu motari dagokionez, hiru zona ezberdintzen dira: Bianditz inguruan granitoak dira nagusi; Enobieta eta Añarbe aranetan eskistoak, arbelak eta paleozoikoko graubakak; eta hegoaldean, nahastutako eremuak eskisto, arbel eta paleozoikoko graubaka, buztin eta harearriekin (geologia jorratzen duen kapitulua ikusi).

Landarediari dagokionez, formazio naturalek eremu babestuaren gehiengoa estaltzen dute, nahiz eta ipar erdialdean zuhaitz landaketak ere badauden. Artikutzako azaleraren gehiengoa (% 80 inguru) baso mota ezberdinek osatzen dute: pagadi azidofiloa litzateke nagusiki, eta azaleraren % 50 hartuko luke; ondoren, harizti azidofiloak leudeke (% 28); eta haltzadi, amezti, gaztainadi eta hagin-basoak eremu osoaren % 1 inguru osatzen dute. Gaur egun, zuhaitz landaketek Artikutza osoaren eremu handi bat osatzen dute, % 10 inguru: 283 ha koniferoez osatutako landaketak dira, eta 86 ha hostogalkorreko landaketak. Sastrakadia da hurrena, eremu osoaren % 6rekin; mugetako toki garaietan ikusiko ditugun txilardi lehor azidofiloak, hain zuzen ere. Mugetan ere mendialdeko larreak daude, <% 1ko estaldurarekin. Ur kontinentalak, zohikaztegi azidofiloak edota esfagnadiak, silize-haitzak, errekasto eta iturburuetako komunitateak ere badaude, nahiz eta hauen azalerak ez dauden eskuragarri.

1. irudia. Ikerketa eremuaren kokapena.

1. TAULA. Artikutzako floraren korologia finkatzeko sailkapen sinplifikatua eta beste sailkapen batzuekiko baliokidetza.

KOROLOGIA SINPLIFIKATUA	KOROLOGIA BALIOKIDEA
Atlantikoa	Atlantikoa
	Atlantiko lateatlantikoa
Boreo-Alpetarra	Disjuntzio artiko-alpetarra edo boreo-alpetarra
	Boreo-alpetarra
Endemismoa	Endemismo piriniarra
	Pirinio mendebaldeko endemismoa
	Endemismo piriniar-kantauriarra
	Endemismo alpetar-piriniar-kantauriarra
	Latepiriniarra
Eurosiberiarra	Europarra (endemismo edo ez kontinentala)
	Eurosiberiarra
Holartikoa	Zirkunboreala
	Holartikoa
Kultibatua eta aloktonoa	Sarrarazia, jatorria Europa
	Sarrarazia, jatorria Ipar Amerika
	Sarrarazia, jatorriaAmerika H.
	Sarrarazia, jatorria Asia
	Sarrarazia, jatorria Afrika
	Laboratua
Mediterraneoa	Iberiar-magrebtarra
	Mediterraneoa latemediterraneoa
	Mediterraneoa latemediterraneoa
	Mediterránea submediterránea
Mediterraneo-Atlantikoa	Atlantikoa lateatlantikoa
	Mediterraneoa latemediterraneoa
Mendilerro iberiarrak	Mendilerro iberiarrak (Pirinioak, Iberiar Sistema, , Sierra Nevada)
Orofito alpetarra	Orofito alpetarra (Alpeak, Karpatoak,…)
Orofito mediterranearra	Orofito mediterranearra
Subkosmopolita	Subkosmopolita
	Hainbat eskualdetakoa
	Banaketa zabala (Europa, Afrika I, eta/edo Asia, eta/edo Amerika I)

Azkenik, herri inguruan, eremu artifiziala genuke, eraikin, errepide-sare eta aisialdi-eremuak batik bat (Gestión Ambiental de Navarra S.A. 2015).

2.2. Bibliografia bilketa eta arazketa

Lehenik eta behin, Artikutzako landarediari eta florari buruzko bibliografia bildu da. Ondoren, egundaino jaso diren landare baskularren aipu guztiak jaso dira. Informazio bilketan ezinbestekoa izan da kontsultatzea Aranzadi Zientzia Elkarteak kudeatzen duen ARAN herbario eta datu basea (ARANZADI ZE, 2019), eta Pirinioetako floraren atlasa (http://www.atlasflorapyrenaea.org).

2.3. Tratamendu taxonomikoa

Tratamendu taxonomikorako oinarriak izan dira *Euskal Herriko landareak eta inguruetakoak sailkatzeko gako irudidunak* (Aizpuru et al., 2015), *Catalogo florístico de Navarra* (Lorda, 2013), *Flora iberica* (Castroviejo et al., 1986-2015), *Flora Gallica-Flore de France* (Tison & De Foucault, 2014)eta *Flora europea* (Tutin et al., 1964-1980).

2.4. Landare korologia, biologia eta ekologiari buruzko informazio gehigarriaren osatzea

Behin betiko landare zerrenda lortuta, landare bakoitzari buruzko ondorengo informazioa gehitu zaio: korologia, forma biologikoak (Raunkiaer, 1934), endemizitatea, banaketa mugak, lurzoruarekiko lehenespena, ekologia, eta babes araudiak. Korologiaren, endemizitatearen, banaketa mugaren eta ekologia nahiz lurzoruaren lehenesperari buruzko atalak osatzeko erreferentzia izan dira goran aipaturiko Pirinioetako floraren atlasa, eta *Euskal Herriko landareak eta inguruetakoak sailkatzeko gako irudidunak* (Aizpuru et al., 2015) eta *Manual de los habitats de Navarra* (Peralta et al., 2018) liburuak. Horietan oinarrituta, lan honetarako, 12 kategoria korologiko sintetiko definitu ditugu (ikus 1. taula).

Landare mehatxatu eta babestuei dagokienez, 92/43/EEE Habitat Zuzentarauko II., IV. eta V. eranskinetako (DOCE, 1992), Espainiako landare baskularren zerrenda gorriko (Moreno, 2008) eta Nafarroako Espezie Mehatxatuen Katalogo berriko informazioa (kontsulta publikoko prozesuan dagoena) izan dugu kontuan.

2.5. Datuen tratamentua

Bildutako informazio guztia EXCEL programarekin tratatu da, analisi eta kalkulu ezberdinak egin ahal izateko.

3. Emaitzak

3.1. Artikutzako floraren dibertsitatea

3.1.1. Banaketa taxonomikoa

Guztira 410 landare aipatzen dira Artikutzan (eranskina): 387 bertakoak, eta 23 kanpokoak edota kultibatuak (* batekin markatuak taulan). Bertako landareak 77 familiatan banatzen dira. Taxon kopuruari dagokiolarik, familia nagusienak, hots, Artikutzan landare gehien barneratzen dituztenak *Poaceae* (*Gramineae*) familiakoak dira, 37 taxonekin. Ondoren, *Asteraceae*-ak (*Compositae*) datoz, 36rekin; eta *Cyperaceae*-ak 18rekin, bigarren eta hirugarren lekuan, hurrenez hurren. Gainontzekoei dagokienez, 10-17 taxon artean dituzten 10 familia zenbatzen dira, eta 10 espezie baino gutxiago dituzten 70 familia.

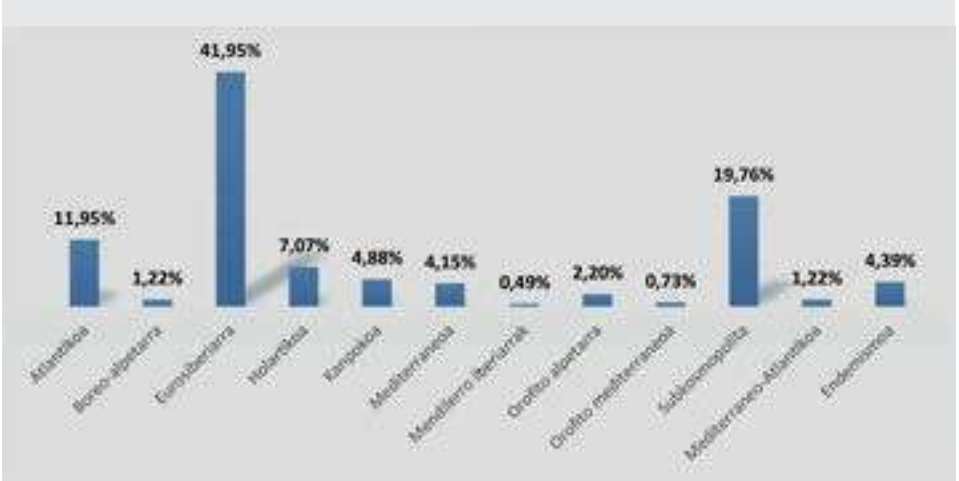
Kanpoko taxonei dagokielarik, 17 familiatan banatzen dira, *Pinaceae*-ak izanik espezie gehieneko familia, 6 taxonekin.

3.1.2. Korologia, endemismoak eta banaketa mugak

Landareen banaketa biogeografikoari edota korologiari dagokionez (2. irudia), gehiengoak banaketa eurosiberiarra dutenak dira (% 41,95). Ondorengo bi korologia ugarienak atlantikoak, eta banaketa zabalekoak edo subkosmopolitak dira (% 11,95 eta % 19,76, hurrenez hurren). Beste muturrean, euren urritasunagatik nabarmentzen dira mendilerro iberiarreko banaketa duten landareak eta orofito mediterranoak (% 0,49 eta % 0,73, hurrenez hurren).

Grafikoan agertzen diren taxonen artean nabarmentzekoa da, duten interes biogeografikoagatik, landare endemikoen (piriniarrak, latepiriniarrak, piriniar-kartabriarrak, alpetar-piriniarra-kantabriarrak) presentzia (% 4,39) (2. taula).

Kontrako aldera, Artikutzan badira ere kanpoko jatorria duten landareak. Horiek, Artikutzako floraren % 4,88 osatzen dute.



2. Irudia.

2. irudia. Artikutzan aipatutako landareen korologiak, ehunekotan adierazita.

3.1.3. Forma biologikoen banaketa

Forma biologikoaren araberako sailkapenari dagokionez (3. irudia), bertako landareak aztertuz, erdia baino gehiago (% 55,30) hemikriptofitoak dira. Handienetik txikienera zerrendatzen dira landareek aurkezten dituzten gainontzeko forma biologikoak eta beraien ehunekoak: geofitoak (% 12,92); terofitoak (% 9,56); makrofanerofitoak (% 7,24); nanofanerofitoak (% 6,20); kamefitoak (% 5,94); hidrofitoak (% 1,81); eta epifitoak (% 1,03).

Kanpoko espeziak aztertuz, makrofanerofitoak dira ugarien (% 65,22). Handienetik txikienera zerrendatzen dira landare hauek aurkezten dituzten gainontzeko forma biologikoak eta beraien ehunekoak: terofitoak (% 21,74); hemikriptofitoak (% 8,70); eta kamefito eta nanoanerofitoak (% 4,35 portzentajearekin bakoitza).

3. irudia. Artikutzan aipatutako bertako landareen eta kanpokoen forma biologikoak.

4. irudia. Artikutzan aipatutako landareek duten lurzoruarekiko lehentasuna ehunekotan adierazita.

2. TAULA. Endemismo izaera duten landareen zerrenda. Endemismo motak; LP: latepiriniarrak; P-K: piriniar-kantabriarra; P: piriniarra; P(mend.): piriniar mendebaldarra; A-P-K: alpetar-piriniar-kantabriarra.

TAXON ENDEMIKOAK	ENDEMISMO MOTAK
Adenostyles alpina (L.) Bluff & Fingerh. subsp. *pyrenaica* (Lange) M. Dillenberger & Kadereit	P-K
Angelica razulii Gouan	P-K
Cirsium richterianum Gillot. subsp. *richterianum*	P
Cytisus cantabricus (Willk.) Rchb. fil. & Beck	P-K
Festuca paniculata (L.) Schinz & Thell. subsp. *longiglumis* (Litard.) Kerguélen	P-K
Leucanthemum gaudinii Dalla Torre subsp. *cantabricum* (Font Quer & Guinea) Vogt	P-K
Lilium pyrenaicum Gouan	P-K
Linaria propinqua Boiss. & Reut.	P-K
Myosotis martini Sennen	P-K
Petrocoptis pyrenaica (J. Bergeret) A. Braun subsp. *pyrenaica*	P(mend.)
Pulmonaria affinis Jord.	LP
Saxifraga clusii Gouan	LP
Saxifraga hirsuta L.	P-K
Scorzoneroides pyrenaica (Gouan) Holub	A-P-K
Sisymbrium austriacum Jacq. subsp. subsp. *chrysanthum* (Jord.) Rouy & Foucaud	LP
Soldanella villosa Darracq ex Labarrére	P-K
Tephroseris helenitis (L.) B. Nord. subsp. *macrochaetus* (Willk.) B. Nord.	P-K
Valeriana pyrenaica Ramond	P-K

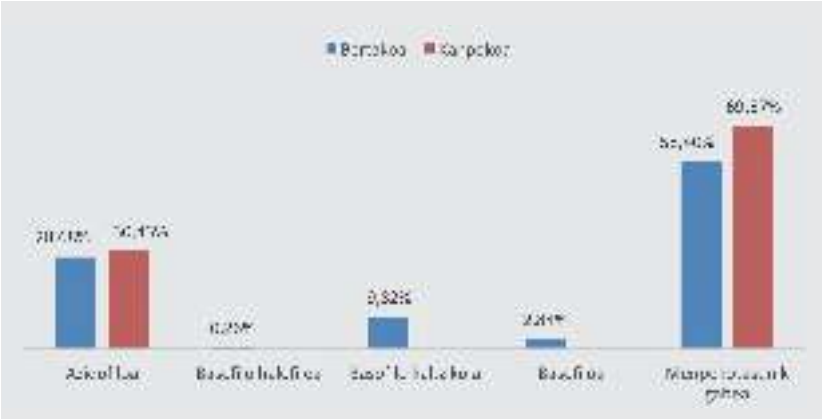
3. Irudia.

3.2. Lurzorua eta habitata

3.2.1. Lurzoruaren lehenespena

Landare autoktonoen kasuan, lurzoruaren lehenespenari dagokionez (4. irudia), gehiengoak (% 58,40) ez du lurzoru motarekiko menpekotasun nabaririk. Lurzoru azidoa nahiago izaten duten landareek, ostera, ia herena osatzen dute (% 28,94); eta basikoa nahiago dutenek, aldiz, hamarren bat inguru (%12,92).

Landare aloktonoak kontuan hartuz gero, hemen ere lurzoruarekiko menpekotasunik gabekoak gailentzen dira (% 9,57). Gainontzeko taxonak azidofiloak dira.



4. Irudia.

3.2.2 Habitata

Baso hostozabalak eta habitat hezeak dira Artikutzako floraren habitat nagusiak (3. taula) (taxonen % 26,61 eta % 26,10, hurrenez hurren). Horiei gertutik jarraitzen diete larre eta belazeek (taxonen % 20,41). Kopuru azkoz txikiagoan aurkitzen dira baso azikulifolioak hobesten dituzten landare espezie autoktonoak (% 0,78).

Aldiz, kanpoko landareen artean, baso azikulifolietakoak dira gailentzen direnak (% 34,78), eta antropikoak datoz ondoren (% 30,43).

3. TAULA. Artikutzan aipatutako landareen habitat nagusiak ehunekotan adierazita.

HABITAT NAGUSIA	BERTAKOA	KANPOKOA	OROKORRA
Antropikoa	5,68	30,43	7,07
Baso hostozabala	26,61	13,04	25,85
Habitat hezea	26,10		24,63
Harritsu /arrokatsu	5,17	4,35	5,12
Ibarbasoa	3,36	8,70	3,66
Larrea	20,41	8,70	19,76
Sastrakadia	11,89		11,22
Baso azikulifolioa	0,78	34,78	2,68
OROKORRA	**100%**	**100%**	**100%**

4. TAULA. Artikutzan aipatutako landareen katalogazioa: Habitat Zuzentarauko II., IV. eta V. Eranskinak; EP: galzorian; VU: kaltebera.

TAXONA	NAFARROAKO ESPEZIE MEHATXATUEN KATALOGOA	ESPAINIKO LANDARE BASKULARREN ZERRENDA GORRIA	HABITAT ZUZENTARAUA
Carex paniculata L. subsp. *lusitanica* (Schkuhr) Maire	VU		
Cyclosorus pozoi (Lag.) C.M. Kuo	EP		
Huperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.			V
Hymenophyllum tunbrigense (L.) Sm.	VU	VU	
Narcissus bulbocodium L.		VU	V
Narcissus pseudonarcissus L. subsp. *pseudonarcissus*			V
Ruscus aculeatus L.			V
Saxifraga clusii Gouan	VU		
Soldanella villosa Darracq ex Labarrére	VU	VU	II eta IV
Vandenboschia speciosa (Willd.) Kunkel	VU	VU	II eta IV

3.3. Landare bakanak, babestuak eta mehatxatuak

Landare babestu eta mehatxatuei dagokienez, jasotako ziten arabera, 10 taxon zerrendatzen dira (4. taula). Guztira, Nafarroko espezie mehatxatuen katalogoko 6 espezie daude, Espainiako landare baskularren zerrenda gorriko 4, eta Habitat Zuzentarauan barneratzen diren 6.

4. Ondorioak

Lan honetan egindako berriskuperaren arabera Artikutzan 410 landare (espezie eta azpiespezieak) aurkitu dira, horietatik, 387 autoktonoak direnak. Eskualde ikuspegi batetatik Artikutzak, Nafarroako floraren ia % 14 barneratzen du (Lorda, 2013) eta Pirinioetako flora autoktonoaren % 9,43 (Gómez et al., 2017). Datu hauek errebisio bibliografikoen eta herbarioetako pleguetako informazioan oinarritu dira batez ere. Hala ere, gutxi dira, Artikutza bere osotasunean harturik, inbentario floristikoak helburu izan dituzten lanak (aipagarriena, Catalán & Aizpuru, 1985); eta beraz, informazio gehiena inbentario puntualek edota taxon konkretuen zitek osatzen dute. Hori horrela, ezin da baztertu Artikutzako flora lan honetan biltzen dena baina aberatsagoa izatea. Adibide gisa, *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm. eta Huperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank & Mart. (Mitxelena et al., 2017) eta *Cyclosurus pozoi* (Lag.) C.M. Kuo espezieak aipatu ditzakegu, berriki aurkitu direnak Artikutzako mugen barruan (Dorronsoro et al., 2015).

Artikutzan korologia eurosiberiarra duten landareak dira ugarienak (landare autoktonoen ia % 42), eta izaera endemikoa (piriniarrak, piriniar-kantabriarrak, latepiriniarrak eta alpetar-piriniar-kantabriarrak) duten landarek % 4 inguru osatzen dute. Korologiaren banaketa hori bat letorke Artikutzako kokalekuarekin (Pirinioen eta Kantabiar mendikateen arteko, eta Europa eta Iberiar Penintsularen arteko lokailuetako bat da) eta klima heze ozeanikoarekin (izaera mediterraniarragoa duten landareak mugatuko lituzkeena).

Azterketa eremuko klima heze ozeanikoen hostogalkorren basoen garapena faboratzen duelarik, Artikutzako landarediaren portzentaje handiena (% 80 inguru) baso formazio ezberdinek osatzen dute. Honek eragina du bertako espezieen konposizioan eta gailentzen diren biziformetan. Honela, Artikutzako landareen erdia baino gehiago hemikriptofitoak dira, klima epeletan eta, Iberiar Penintsularen kasuan, baso formazioetan gailentzen direnak (Blanco, 1997). Esanguratsua da, landare aloktonoen % 65,22 makrofanerotitoak direla eta talde honen barruan sartu diren espezie gehienak (23 landaretatik 12) baso hustiapenetan, lorazaintzan edo nekazaritzan erabilitako zuhaitz eta zuhaixkak direla. Esaterako *Abies alba* Mill., *Chamaecyparis lawsoniana* (Murray) Parl., *Larix kaempferii* Carrière, *Ligustrum ovalifolium* Hasskarl, *Malus domestica* Borkh. edota *Quercus rubra* L.. Hori azaltzeko, kontuan izan behar da 1919. urtean Donostiako Udalak Artikutza erosi ondoren (Agirre, 2003), Enobieta urtegiko ur kalitatea baimentzeko birbasoratze ahaleginetan konifero asko landatu zituela. Egun, zuhaitz landaketak Artikutzako azaleraren % 10 hartzen dute (Gestión Ambiental de Navarra S.A. 2015).

Bestalde, habitat lehenetsien portzentajeak bat datoz egungo Artikutzako paisaia eta klimarekin, eta basoetako (ibarbasoak barne) eta habitat hezeetako landareek totalaren % 56 baina gehiago suposatzen dute). Pentsatzekoa da, denborarekin, basoaren garapena eta heldutasuna xede duen kudeaketa moduaren ondorioz, habitat irekiagoetako landare espezialisten portzentajeak (egun % 20,41 dira larreetakoak, eta % 11,89 sastrakadietakoak) behera egingo duela, basoetako landare komunitateen mesedetan. Hobetsitako substratuari dagokionez, harearri eta granitoak gailentzen diren eremua izanik (geologia jorratzen duen kapitulua ikusi) pentsatzekoa zen bezala, landare azidofiloak eta menpekotasunik ez dutenak gaientzen zaizkie (bertako floraren % 87,08 eta aloktonoaren % 100), basofilo, basofilo halofilo eta basofilo kaltzikolei (bertako floraren % 12,92).

Landare mehatxatuei dagokienez, Artikutzako bertako 387 taxonetatik, 10 (% 2,58) daude araudi ezberdinen arabera babestuak. Horien artean, esanguratsuak dira *Cyclosurs pozoi* (Lag.) C.M. Kuo, *Carex paniculata* subsp. *lusitanica* (Schkuhr) Maire, *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm. eta *Saxifraga clusii* Gouan espezieak, Nafarroan populazio isolatu bakan batzuk baino ez dituztenak; eta Habitat Zuzentarauko II. eta IV. gehigarrietan aipatzen diren *Soldanella villosa* Darracq. ex Labarrère eta *Vandenboschia speciosa* (Willd) Kunkel espezieak. Landare horiek guztiak Nafarroako Espezie Mehatxatuen Katalogoberrian barneratuko dira galzorian (*C. pozoi* (Lag.) C.M. Kuo) eta kaltebera (gainerakoak) kategorietan; eta jarraipen sistema bat ezarria dute, bereziki Habitat Zuzentarauan aipatzen direnek (Garmendia et al., 2012ab; Mitxelena et al., 2017; Oreja et al., 2008), nahiz eta gainerako interesezko landareen diagnosi lana ere egin den azken urteetan (Mitxelena et al., 2017). Edonola ere, botanikaren ikuspuntutik, Artikutzak duen potentzialitateak garbi erakusten du oraindik ere badirela gutxi aztertuak eta miatuak izan diren bailarak (Elama kasu), eta horiek dituzten baldintzak direla eta, landare mehatxatu ezberdinak aurkitzeko gune aproposak izan daitezkeela. Hori horrela, eremuaren kuadeaketa planek, eta bera ezagutzeko azterketek eskutik emanda joan beharko dute etorkizunean Artikutzaren kontserbazioa helburutzat hartzen badugu.

Lan honekin Artikutzako floraren egungo argazkia lortu ahal izan dugu. Honek posible egingo du epe ertain luzera garatu ahal izango liratekeen jarraipen eta monitorizazio sistemak ezartzea, eta floran eman daitezkeen aldaketak kuantifikatu eta aztertzea. Eremu babestu honen kudeaketarako ezarri diren irizpideek bertako ondare naturalaren kontserbazioa dute helburu, errestaurazio ekologikoaren eta habitat klimazikoen leheneratzearen bitartez. Honek, ezinbestean, eragina izango du epe ertain-luzera bertako florak izango duen bilakaeran eta, goran aipatu bezala, pentsatzekoa da garapen eta heldutasun handia duten landare-komunitateetaranzko joera bat agertzea, espezie forestal eta nemoralak hobetsiz. Beti ere, Artikutzak, egungo floraren, klimaren, geologiaren, orografiaren eta biogeografiaren ikuspegitik dituen ñabarduretatik abiatuz.

Eskerronak

Iñaki Sanz-Azkue, Iñaki Uranga, Daniel Gómez, Mikel Etxeberria eta Maddi Otamendi.

Bibliografia

Agirre, E. 2003. Artikutza, guía del visitante. Ayuntamiento de San Sebastián.

Aizpuru I., Aseginolaza, C., Uribe-Echebarría, P.M., Urrutia, P., Zorrakin, I. 2015. Euskal Herriko landareak eta inguruetako sailkatzeko gako irudidunak. Eusko Jaurlaritzako Argitalpen Zerbitzu Nagusia. Donostia – San Sebastián, 1-01010 Vitoria – Gasteiz.

Aldezabal, A. 1994. Baztan/Kintoa Lurraldeko Landaredi Kormofitikoaren Ikerketa: Katalogo Floristikoa. Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales 10: 227-375.

ARANZADI ZE. 2019. ARAN herbario eta datu basea. 2018ko abenduaren 31rako eguneratua. Donostia. Gipuzkoa.

Arbelaitz E., Aldezabal, A., Aseginolaza, C. 2002. Aiako Harria Parke Naturaleko Interes Bereziko Landareen Azterketa Demografikoa Eta Kontserbazioa: Petrocoptis Pyrenaica, Saxifraga Clusii, Soldanella Villosa Eta Daphne Cneorum. Informe Inédito. 41 Pp.

Armendariz, C., Oreja, L., Uriarte, L. 2009. Diagnósis y Propuestas de Gestión para el LIC "Artikutza" ES2200010. Financiado por el Gobierno Foral de Navarra a través de la entidad Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra.

Biurrun, I. 1999. Flora y vegetación de los rios y humedales de Navarra. Guineana. Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, Zarautz. 338 pp.

Blanco, E. 1997. Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica. GeoPlaneta, Editorial, S.A.

Castroviejo, S., Aedo, C., Benedi, C., Laínz, M., Muñoz Garmendia, F., Nieto Feliner, G., Paiva, J. (eds.), 1986-2015. Flora iberica. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. 320 pp. Madrid. Consultado en edición digital: www.floraiberica.org

Catalán, P. 1987. Geobotánica de las cuencas Bidasoa-Urumea (NO de Navarra-NE de Guipúzcoa). Estudio ecológico de los suelos y de la vegetación de la cuenca de Artikutza (Navarra). Tesis doctoral ined. Universidad del País Vasco.

Catalán, P., Aizpuru, I. 1985. Aportación al catálogo florístico de la cuenca del Bisasoa (Guipúzcoa y Navarra). Munibe (Ciencias Naturales) 37: 17-86.

Catalán, P., Aizpuru, I. 1988. Atlas De Los Pteridófitos De Navarra. Munibe (Ciencias Naturales) 40: 99-116

DECRETO FORAL, 264/2015, de 2 de diciembre, por el que se designa el Lugar de Importancia Comunitaria denominado "Artikutza" como Zona Especial de Conservación y se aprueba su Plan de Gestión.

DOCE 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, núm. l 206, de 22 de julio de 1992.

Dorronsoro, B., Lozano, P. J., Latasa, I. 2015. Nafarroako Artikutzako baso landarediaren inbentarioa karaterizazioa eta egituraren analisia. Lurralde: invesr, espac. 38: 159-85.

Garmendia, J., Oreja, L., Berastegi, A. 2012a. Informe sobre el estado de Conservación de Vandenboschia speciosa (Willd) Kunkel en Navarra para la elaboración del informe del Articulo 17 de la Directiva Hábitat. Gobierno Foral de Navarra a través de la entidad Gestión Ambiental de Navarra.

Garmendia, J., Oreja, L., Berastegi, A. 2012b. Informe sobre el estado de Conservación de Soldanella villosa Darracq. Ex Labarrère en Navarra para la elaboración del informe del Articulo 17 de la Directiva Hábitat. Gobierno Foral de Navarra a través de la entidad Gestión Ambiental de Navarra.

Gestión Ambiental de Navarra S.A. 2015. Bases técnicas para el plan de gestión de la Zona Especial de Conservación (ZEC) Artikutza (ES2200010). Documento técnico, versión final del diciembre 2015, realizado por GAN S.A. para el Gobierno de Navarra.

Gómez, D., García, M.B., Font Castell, X., Aizpuru Oiarbide, I. 2017. Distribución espacial y análisis ambiental de la flora vascular de los Pirineos. Pirineos, 172, e028. doi: http://dx.doi.org/10.3989/ pirineos.2017.172003

Lizaur, X. 2003. Actualización (suplemento) del: "Araba, Bizkaia eta Gipuzkoako Landare Katalogoa – Catálogo Florístico de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa (1984-[1985])".

Lorda, M. 2013. Catálogo florístico de Navarra. Colección Monografías de Botánica Ibérica, nº 11.

Mitxelena, A., García, Y., Arrieta, M. 2017. Artikutza Kontserbazio Bereziko Eremuko landare mehatxatuen kartografiaren eguneraketa eta kontserbazio egoeraren zehaztea. ES2200010 Artikutza (2017 urtea). Aranzadi Zientzia Elkarteak Donostiako Udalarentzat egindako txosten teknikoa.

Moreno, J.C., coord. 2008. Lista Roja 2008 de la flora vascular española. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de la Conservación de Plantas), Madrid.86 pp.

Oreja, L., Arbelaitz, E., Garmendia, J, Urkizu, A., Tamayo I. 2008. Diagnóstico del estado de conservación y propuestas de gestión de 3 especies de flora amenazada de La Directiva Hábitats /91/43/Cee) presentes en Navarra: Soldanella Villosa, Vandenboschis Speciosa Y Spiranthes Aestivalis. Gestión Ambiental y Viveros y repoblaciones de Navarra, S. A. Informe Inédito.

Peralta, J., Biurun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J., Campos J.A. 2018. Manual de hábitats de navarra. Gobierno de Navarra, departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local y Gestión Ambiental de Navarra.

Raunkiær. 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press.

Yarzabal, A., Uranga, I., Elosegui, A., Díez, J.R., Gonzalez J. 2014. Diagnóstico del estado de los ecosistemas ligados al agua tras un siglo de conservación estricta en Artikutza. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Tison, J.M., Foucault, B. de. (coords.) 2014. Flora Gallica. Flore de France. Biotope, Mèze, xx + 1196p.

Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (eds.), 1964-1980. Flora Europaea, 5 vols. Cambridge University Press. Cambridge

Eranskina

Artikutzan aipatutako landareen zerrenda osoa (* batekin kanpokoak edota kultibatuak direnak).

FAMILIA	TAXONA
ACERACEAE	*Acer campestre* L.
AMARANTHACEAE	*Amaranthus hybridus* L. *
	Amaranthus retroflexus L. *
APIACEAE (UMBELLIFERAE)	*Angelica razulii* Gouan
	Angelica sylvestris L.
	Astrantia major L.
	Chaerophyllum hirsutum L.
	Conopodium pyrenaeum (Loisel.) Miégeville
	Daucus carota L.
	Foeniculum vulgare Mill.
	Laserpitium prutenicum L. subsp. *dufourianum* (Rouy & Camus) Br.-Bl.
	Meum athamanticum Jacq.
	Pimpinella major (L.) Huds.
	Pimpinella saxifraga L.
	Sanicula europaea L.
	Seseli libanotis (L.) W.D.J. Koch
AQUIFOLIACEAE (ILICACEAE)	*Ilex aquifolium* L.
ARACEAE	*Arum italicum* Mill. subsp. *italicum*
ARALIACEAE	*Hedera helix* L. *helix*
ASCLEPIADACEAE	*Vincetoxicum hirundinaria* Medik.
ASPLENIACEAE	*Asplenium adiantum-nigrum* L.
	Asplenium septentrionale (L.) Hoffm. subsp. *septentrionale*
	Asplenium trichomanes L. subsp. *quadrivalens* D. E. Mey.
	Asplenium trichomanes L. subsp. *trichomanes*
	Phyllitis scolopendrium (L.) Newman

FAMILIA	TAXONA
ASTERACEAE (COMPOSITAE)	*Achillea millefolium* L.
	Adenostyles alpina (L.) Bluff & Fingerh. subsp. *pyrenaica* (Lange) M. Dillenberger & Kadereit
	Arctium minus (Hill) Bernh.
	Bellis perennis L.
	Centaurea debeauxii Godr. & Gren.
	Chamaemelum nobile (L.) All.
	Cirsium arvense (L.) Scop.
	Cirsium filipendulum Lange
	Cirsium palustre (L.) Scop.
	Cirsium richterianum Gillot. subsp. *richterianum*
	Cirsium vulgare (Savi) Ten.
	Crepis capillaris (L.) Wallr.
	Crepis paludosa (L.) Moench
	Doronicum carpetanum Boiss. & Reuter ex Willk.
	Eupatorium cannabinum L. subsp. *cannabinum*
	Gnaphalium uliginosum L.
	Hieracium umbellatum L.
	Hypochaeris radicata L.
	Inula conyzae (Griess.) DC.
	Jacobaea adonidifolia (Loisel.) Pelser & Veldkamp
	Lapsana communis L.
	Leontodon saxatilis Lam. subsp. *rothii* Maire
	Leucanthemum gaudinii Dalla Torre subsp. *cantabricum* (Font Quer & Guinea) Vogt
	Picris hieracioides L. subsp. *hieracioides*
	Pilosella officinarum Vaill.
	Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
	Scorzoneroides pyrenaica (Gouan) Holub
	Senecio nemorensis L. subsp. *bayonnensis* (Boiss.) Nyman
	Senecio sylvaticus L.
	Serratula tinctoria L.
	Solidago virgaurea L.
	Sonchus asper (L.) Hill *asper*
	Sonchus oleraceus L.
	Taraxacum officinale L. s.l.
	Tephroseris helenitis (L.) B. Nord. subsp. *macrochaetus* (Willk.) B. Nord.
	Tragopogon pratensis L. subsp. *pratensis*

FAMILIA	TAXONA
BALSAMINACEAE	*Impatiens balfourii* Hook. fil. *
BETULACEAE	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.
	Betula alba L.
	Betula pendula Roth
	Corylus avellana L.
BLECHNACEAE	*Blechnum spicant* (L.) Roth subsp. *spicant*
BORAGINACEAE	*Glandora prostrata* (Loisel.) D.C. Thomas subsp. *prostrata*
	Myosotis arvensis (L.) Hill subsp. *arvensis*
	Myosotis decumbens Host
	Myosotis martini Sennen
	Pulmonaria affinis Jord.
	Pulmonaria longifolia (Bast.) Boreau
	Symphytum tuberosum L. subsp. *tuberosum*
BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)	*Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande
	Arabis alpina L.
	Cardamine flexuosa With.
	Cardamine hirsuta L.
	Cardamine pratensis L. subsp. *pratensis*
	Cardamine raphanifolia Pourr. subsp. *raphanifolia*
	Coincya monensis (L.) Greuter & Burdet subsp. *cheiranthos* (Vill.) Aedo, Leadlay & Muñoz Garm.
	Erophila verna (L.) Chevall
	Hesperis matronalis L. subsp. *candida* (Kit.) Hegi & E. Schmid
	Sisymbrium austriacum Jac. subsp. *chrysanthum* (Jord.) Rouy & Foucaud
CALLITRICHACEAE	*Callitriche stagnalis* Scop.
CAMPANULACEAE	*Campanula glomerata* L.
	Campanula patula L.
	Campanula scheuchzeri Vill.
	Jasione laevis Lam.
	Jasione montana L.
	Phyteuma orbiculare L.
	Phyteuma spicatum L.
	Wahlenbergia hederacea (L.) Rchb.
CAPRIFOLIACEAE	*Sambucus nigra* L.

FAMILIA	TAXONA
CARYOPHYLLACEAE	*Arenaria montana* L. *montana*
	Cerastium fontanum Baumg. subsp. *vulgare* (Hartm.) Greuter & Burdet
	Cerastium glomeratum Thuill.
	Lychnis flos-cuculi L.
	Moehringia trinervia (L.) Clairv.
	Petrocoptis pyrenaica (J. Bergeret) A. Braun subsp. *pyrenaica*
	Polycarpon tetraphyllum (L.) L. subsp. *tetraphyllum*
	Sagina procumbens L.
	Silene dioica (L.) Clairv.
	Silene nutans L. *nutans*
	Silene vulgaris (Moench) Garcke subsp. *commutata* (Guss.) Hayek
	Silene vulgaris (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*
	Stellaria alsine Grimm
	Stellaria graminea L.
	Stellaria holostea L.
	Stellaria media (L.) Vill.
CHENOPODIACEAE	*Chenopodium polyspermum* L.
CLUSIACEAE (GUTTIFERAE)	*Hypericum androsaemum* L.
	Hypericum hirsutum L.
	Hypericum humifusum L.
	Hypericum perforatum L.
	Hypericum pulchrum L.
	Hypericum tetrapterum Fries
CONVOLVULACEAE	*Calystegia sepium* (L.) R. Br.
CORNACEAE	*Cornus sanguinea* L. subsp. *sanguinea*
CRASSULACEAE	*Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba
	Sedum anglicum Huds.
	Sedum hirsutum All.
	Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy
CUPRESSACEAE	*Chamaecyparis lawsoniana* (Murray) Parl. *

FAMILIA	TAXONA
CYPERACEAE	*Carex binervis* Sm.
	Carex caryophyllea Latourr.
	Carex demissa Hornem.
	Carex echinata Murray
	Carex flacca Schreb.
	Carex laevigata Sm.
	Carex leporina L.
	Carex paniculata L. subsp. *lusitanica* (Schkuhr) Maire
	Carex pendula Huds.
	Carex pilulifera L.
	Carex pulicaris L.
	Carex remota L.
	Carex sylvatica Huds.
	Carex umbrosa Host
	Isolepis cernua (Vahl) Roem. & Schult.
	Isolepis setacea (L.) R. Br.
	Schoenus nigricans L.
	Scirpoides holoschoenus (L.) Soják
DENNSTAEDTIACEAE (HYPOLEPIDACEAE)	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum*
DIPSACACEAE	*Knautia arvensis* (L.) Coulter
DROSERACEAE	*Drosera rotundifolia* L.
DRYOPTERIDACEAE (ASPIDIACEAE)	*Dryopteris affinis* (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. *affinis*
	Dryopteris affinis (Lowe) Fraser-Jenk. subsp. *borreri* (Newman) Fraser-Jenk.
	Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray
	Polystichum aculeatum (L.) Roth
	Polystichum setiferum (Forssk.) T. Moore ex Woyn.
EQUISETACEAE	*Equisetum arvense* L.
	Equisetum palustre L.
	Equisetum telmateia Ehrh.
ERICACEAE	*Calluna vulgaris* (L.) Hull
	Daboecia cantabrica (Huds.) K. Koch
	Erica arborea L.
	Erica ciliaris L.
	Erica cinerea L.
	Erica lusitanica Rudolphi subsp. *cantabrica* Fagúndez & Izco
	Erica tetralix L.
	Erica vagans L.
	Vaccinium myrtillus L.

FAMILIA	TAXONA
EUPHORBIACEAE	*Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides*
	Euphorbia angulata Jacq.
	Euphorbia dulcis L. subsp. *incompta* (Ces.) Nyman
	Euphorbia hyberna L. subsp. *hyberna*
	Mercurialis perennis L.
FABACEAE (LEGUMINOSAE)	*Adenocarpus complicatus* (L.) J. Gay in Durieu subsp. *lainzii* Castrov.
	Cytisus cantabricus (Willk.) Rchb. fil. & Beck
	Cytisus scoparius (L.) Link subsp. *scoparius*
	Lathyrus linifolius (Reichard) Bässler
	Lathyrus pratensis L.
	Lotus corniculatus L.
	Lotus pedunculatus Cav.
	Medicago lupulina L.
	Robinia pseudoacacia L. *
	Trifolium dubium Sibth.
	Trifolium pratense L. subsp. *pratense*
	Trifolium repens L.
	Ulex europaeus L. subsp. *europaeus*
	Ulex gallii Planch. subsp. *gallii*
	Vicia cracca L. subsp. *cracca*
	Vicia orobus DC.
	Vicia sativa L. subsp. *sativa*
	Vicia sepium L.
FAGACEAE	*Castanea sativa* Mill.
	Fagus sylvatica L.
	Quercus pyrenaica Willd.
	Quercus robur L.
	Quercus rubra L. *
GENTIANACEAE	*Centaurium erythraea* Rafn subsp. *erythraea*
GERANIACEAE	*Geranium robertianum* L.
HIPPOCASTANACEAE	*Aesculus hippocastanum* L. *
HYMENOPHYLLACEAE	*Hymenophyllum tunbrigense* (L.) Sm.
	Vandenboschia speciosa (Willd.) Kunkel
IRIDACEAE	*Crocus nudiflorus* Sm.

FAMILIA	TAXONA
JUNCACEAE	*Juncus acutiflorus* Ehrh. *acutiflorus*
	Juncus articulatus L. *articulatus*
	Juncus bufonius L.
	Juncus bulbosus L.
	Juncus conglomeratus L.
	Juncus effusus L.
	Juncus inflexus L.
	Juncus tenuis Willd. *
	Juncus trifidus L.
	Luzula campestris (L.) DC.
	Luzula congesta (Thuill.) Lej.
	Luzula multiflora (Retz.) Lej.
	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin
	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin subsp. *sylvatica*
LAMIACEAE (LABIATAE)	*Ajuga reptans* L.
	Clinopodium vulgare L. subsp. *vulgare*
	Galeopsis tetrahit L.
	Lamium galeobdolon (L.) Crantz subsp. *montanum* (Pers.) Hayek
	Lamium maculatum L.
	Lamium purpureum L.
	Mentha suaveolens Ehrh. subsp. *suaveolens*
	Origanum vulgare L. *vulgare*
	Prunella grandiflora (L.) Scholler subsp. *pyrenaica* (Gren.& Godr.) A.& O. Bolòs
	Prunella vulgaris L.
	Stachys alpina L.
	Stachys arvensis (L.) L.
	Stachys officinalis (L.) Trevisan
	Stachys sylvatica L.
	Teucrium scorodonia L.
	Thymus pulegioides L.
LENTIBULARIACEAE	*Pinguicula grandiflora* Lam. subsp. *grandiflora*

FAMILIA	TAXONA
LILIACEAE (incl. AMARYLLIDACEAE)	*Allium ericetorum* Thore
	Asphodelus albus Mill. subsp. *albus*
	Erythronium dens-canis L.
	Lilium pyrenaicum Gouan
	Narcissus bulbocodium L.
	Narcissus pseudonarcissus L. subsp. *pseudonarcissus*
	Narthecium ossifragum (L.) Huds.
	Polygonatum multiflorum (L.) All. *
	Polygonatum odoratum (Mill.) Druce
	Ruscus aculeatus L.
	Scilla lilio-hyacinthus L.
	Scilla verna Huds. *verna*
	Simethis mattiazzii (Vand.) Sacc.
	Veratrum album L.
LINACEAE	*Linum catharticum* L.
LYCOPODIACEAE	*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.
LYTHRACEAE	*Lythrum portula* (L.) D.A. Webb
MALVACEAE	*Malva moschata* L.
MONOTROPACEAE	*Monotropa hypopitys* L.
OLEACEAE	*Fraxinus excelsior* L.
	Ligustrum ovalifolium Hasskarl *
	Ligustrum vulgare L.
ONAGRACEAE (CIRCAEACEAE, EPILOBIACEAE)	*Circaea lutetiana* L. subsp. *lutetiana*
	Epilobium hirsutum L.
	Epilobium montanum L.
	Epilobium obscurum Schreb.
	Epilobium parviflorum Schreb.
ORCHIDACEAE	*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó
	Dactylorhiza maculata (L.) Soó
	Orchis mascula (L.) L.
OSMUNDACEAE	*Osmunda regalis* L.
OXALIDACEAE	*Oxalis acetosella* L. *acetosella*
PAPAVERACEAE	*Meconopsis cambrica* (L.) Vig.
PINACEAE	*Abies alba* Mill. *
	Larix kaempferii (Lamb.) Carrière *
	Picea abies (L.) H. Karst. *abies* *
	Pinus nigra J.F. Arnold *
	Pinus radiata D. Don *
	Pinus sylvestris L.
	Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco *
PLANTAGINACEAE	*Plantago lanceolata* L.
	Plantago major L.

FAMILIA	TAXONA
POACEAE (GRAMINEAE)	*Agrostis capillaris* L. *capillaris*
	Agrostis curtisii Kerguélen
	Agrostis stolonifera L.
	Anthoxanthum odoratum L.
	Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl
	Brachypodium pinnatum (L.) P. Beauv. subsp. *rupestre* (Host) Schübler & Maertens
	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv. subsp. *sylvaticum*
	Briza media L. *media*
	Bromus hordeaceus L. subsp. *hordeaceus*
	Bromus ramosus Huds. subsp. *benekenii* (Lange) Schinz & Thell.
	Calamagrostis arundinacea (L.) Roth
	Catapodium rigidum (L.) C.E. Hubb. in Dony *rigidum*
	Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb. *rigidum*
	Cynosurus cristatus L.
	Dactylis glomerata L. subsp. *glomerata*
	Danthonia decumbens (L.) DC.
	Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv. subsp. *cespitosa*
	Deschampsia flexuosa (L.) Trin.
	Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
	Festuca arundinacea Schreb. subsp. *arundinacea*
	Festuca gigantea (L.) Vill.
	Festuca nigrescens Lam. subsp. *microphylla* (Saint-Yves) Markgraf-Danenb.
	Festuca paniculata (L.) Schinz & Thell. subsp. *longiglumis* (Litard.) Kerguélen
	Festuca rivularis Boiss.
	Festuca rubra sensu lato
	Gaudinia fragilis (L.) P. Beauv.
	Holcus lanatus L.
	Lolium multiflorum Lam.
	Lolium perenne L.
	Milium effusum L.
	Molinia caerulea (L.) Moench
	Poa alpina L.
	Poa annua L.
	Poa pratensis L.
	Poa trivialis L.
	Pseudarrhenatherum longifolium (Thore) Rouy subsp. *longifolium*
	Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.
	Vulpia myuros (L.) C.C. Gmelin subsp. *myuros*

FAMILIA	TAXONA
POLYGALACEAE	*Polygala serpyllifolia* J.A.C. Hose
	Polygala vulgaris L.
	Polygonum arenastrum Boreau
	Polygonum hygropiper L.
	Polygonum persicaria L.
	Rumex acetosa L. *acetosa*
	Rumex acetosella L. subsp. *angiocarpus* (Murb.) Mur.
	Rumex conglomeratus Murray
	Rumex obtusifolius L.
	Rumex sanguineus L.
	Polypodium cambricum L. subsp. *cambricum*
	Polypodium interjectum Shivas
	Polypodium vulgare L.
POTAMOGETONACEAE	*Potamogeton trichoides* Cham. & Schlecht.
PRIMULACEAE	*Anagallis tenella* (L.) L.
	Lysimachia nemorum L.
	Primula acaulis (L.) L. subsp. *acaulis*
	Primula elatior (L.) L. subsp. *elatior*
	Soldanella villosa Darracq ex Labarrére
RANUNCULACEAE	*Anemone nemorosa* L.
	Aquilegia vulgaris L.
	Clematis vitalba L.
	Helleborus viridis L. subsp. *occidentalis* (Reut.) Schiffner
	Hepatica nobilis Schreb.
	Ranunculus acris L. *acris*
	Ranunculus ficaria L. subsp. *ficaria*
	Ranunculus repens L.
	Ranunculus serpens Schrank
	Thalictrum aquilegiifolium L.
RHAMNACEAE	*Frangula alnus* Mill. subsp. *alnus*
	Rhamnus alpina L. subsp. *alpina*

FAMILIA	TAXONA
ROSACEAE	*Agrimonia eupatoria* L. *eupatoria*
	Crataegus monogyna Jacq.
	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.
	Fragaria vesca L.
	Geum urbanum L.
	Malus domestica (Borkh.) Borkh. *
	Malus sylvestris (L.) Mill. subsp. *sylvestris*
	Potentilla erecta (L.) Räuschel
	Potentilla montana Brot.
	Potentilla sterilis (L.) Garcke
	Prunus avium L.
	Prunus spinosa L. subsp. *spinosa*
	Pyrus communis L.
	Pyrus cordata Desv.
	Rubus radula Weihe
	Rubus ulmifolius Schott
	Sorbus aria (L.) Crantz
	Sorbus aucuparia L. subsp. *aucuparia*
RUBIACEAE	*Cruciata glabra* (L.) Ehrend.
	Galium aparine L. *aparine*
	Galium mollugo L. subsp. *erectum* Huds. ex Syme
	Galium palustre L.
	Galium saxatile L.
	Sherardia arvensis L.
SALICACEAE	*Populus tremula* L.
	Salix atrocinerea Brot.
	Salix caprea L.
	Salix purpurea L.
SAXIFRAGACEAE	*Chrysosplenium oppositifolium* L.
	Saxifraga clusii Gouan
	Saxifraga hirsuta L.

FAMILIA	TAXONA
SCROPHULARIACEAE	*Cymbalaria muralis* P. Gaertn. & al. *
	Digitalis purpurea L.
	Euphrasia stricta D. Wolff ex J. F. Lehm.
	Lathraea clandestina L.
	Linaria propinqua Boiss. & Reut.
	Melampyrum pratense L.
	Pedicularis sylvatica L. subsp. *sylvatica*
	Scrophularia alpestris J. Gay
	Scrophularia auriculata L.
	Sibthorpia europaea L.
	Verbascum thapsus L.
	Veronica beccabunga L.
	Veronica chamaedrys L.
	Veronica montana L.
	Veronica officinalis L.
	Veronica ponae Gouan
	Veronica serpyllifolia L.
SELAGINELLACEAE	*Selaginella kraussiana* (Kunze) A. Braun *
SOLANACEAE	*Datura stramonium* L. *
	Solanum dulcamara L.
	Solanum nigrum L.
TAXACEAE	*Taxus baccata* L.
TAXODIACEAE	*Sequoia sempervirens* *
THELYPTERIDACEAE	*Cyclosorus pozoi* (Lag.) C.M. Kuo
	Oreopteris limbosperma (Bellardi ex All.) Holub
THYMELAEACEAE	*Daphne laureola* L.
TILIACEAE	*Tilia platyphyllos* Scop. subsp. *platyphyllos*
TILIACEAE	*Tilia tomentosa* Moench *
TYPHACEAE	*Typha angustifolia* L.
	Typha domingensis (Pers.) Steud.
ULMACEAE	*Ulmus glabra* Huds.
	Ulmus laevis Pall. *
	Ulmus minor Mill.
URTICACEAE	*Urtica dioica* L.
VALERIANACEAE	*Valeriana pyrenaica* Ramond
	Valerianella carinata Loisel.
	Valerianella locusta (L.) Laterrade
VERBENACEAE	*Verbena officinalis* L.
VIOLACEAE	*Viola reichenbachiana* Jord.
	Viola riviniana Rchb.
WOODSIACEAE (incl. ATHYRIACEAE)	*Athyrium filix-femina* (L.) Roth

VII
Historia y estado de conservación del bosque

Alberto Castro

Departamento de Entomología. Sociedad de Ciencias Aranzadi
adecastro@aranzadi.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Basoaren historia eta kontserbazio egoera

Artikutzako gaur egungo paisaian nagusi da agerikoa baino heterogeneoagoa den baso paisaia, zeren bai bertako espezieen basoak nola zuhaitz exotikoen landaketak daude eta horien artean gehienbat lau tipologia daude: basapagadia eta pagadi lepatuak eta basahariztiak eta harizti lepatuak. Kapitulu honek informazio historikoa eta baso egituraren datuak biltzen ditu, azaltzeko nola sortu den paisaia hau eta bere kontserbazio egoera diagnostikatzeko.

Giza jarduerak eta berezko prozesu naturalek dagoen baso paisaia osatu dute. Gizakiaren eraginik gabe, Artikutzan pagadiak eta hariztiak besterik ez lukete egon beharko ia, eta amezti eta haltzadi gutxi batzuk. Gizakiak ez zuen K.a. 2000-900 baino lehen eragingo; izan ere, garai horretakoak dira Artikutzako egitura megalitikoak. Halere, dokumentazio historikoak adierazten du basoaren aprobetxamendu handia egin zela XII. mendetik XX. mendearen hasierara arte. Garai horretan, hiru giza jarduerek Artikutzako paisaia modelatu zuten: 1) artzaintza eta abeltzaintza, 2) ikatza eta egurra ateratzea burdinoletarako eta 3) zuraren ustiapena. Mende hauetan haritza asko estimatzen zen eta bere landaketa Artikutzako lurraldearen gehiengora zabaldu zen.

1919an Donostiako Udalak Artikutza erosi zuen, udalerria ur garbiarekin hornitzeko. Abiapuntuko herentzia baso estaldura urri bat zen baina Udalak zuhaiztiak berreskuratzeko politika bati ekin zion, eta horren emaitza da gaur egungo paisaia: baso trinkoa bat. Bertako zuhaiztiak % 78 hartzen du baso horretan eta guztizkoaren % 88an pagadia da nagusi. Enbor hiletan eta zuhaitz zaharretan dituen kantitateak direla eta, kontserbazio irizpideak dituzten baso ustiatuen mailan ezartzen dute. Halere, mende bateko adinarekin basazuhaiztiak ez du zahartze zantzurik, eta belaunaldien lapsus bat dago ehun urteko basoaren eta 250 urte inguru dituzten lepaketen artean. Beraz, beharrezkoa da denboran zehar segimendu bat egitea, alderdi honetan neurriak hartu behar diren zehazteko. Nolanahi ere, gomendagarria da basoaren bilakaera naturalaren gaur egungo politikarekin jarraitzea , hainbat hamarkadatan ustiatu gabeko baso habitaten muturreko arrarotasuna dela eta.

1. Introducción

Si algo caracteriza el paisaje de Artikutza, es la gran masa forestal que contiene. Esta superficie forestal es cambiante, pues dependiendo del lugar, las densidades de las especies de árboles que la componen varían, así como la madurez y complejidad estructural del interior del bosque. A esta situación se ha llegado a través de una combinación de procesos naturales y de actividades humanas. Para identificarlos, es necesario analizar la información histórica y los datos biológicos sobre los bosques de Artikutza. Como se puede comprobar en este capítulo, la unión de los resultados obtenidos mediante ambos enfoques pone de manifiesto las claves que asisten en la interpretación del actual paisaje vegetal de Artikutza, además de sus implicaciones para la conservación de la biodiversidad según el uso histórico al que se ha sometido al bosque en cada parcela territorial.

2. Metodología y bloques temáticos contemplados

La historia del bosque se ha reconstruído a partir de una revisión tanto de la literatura publicada como de la documentación histórica disponible. Así, para cada bloque temático-temporal tratado, se ha seguido una perspectiva compilativa diferente:

- **Etapa prehumana y vegetación potencial actual:** para la época prehumana no existen referencias directas sobre Artikutza, por lo que se hipotetiza sobre su paisaje enmarcándolo en el descrito a partir de investigaciones realizadas a una escala geográfica más amplia o en áreas próximas. En cuanto a la vegetación potencial, se ha obtenido descargando la cartografía disponible en la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA: idena.navarra.es/catalogo/gn/srv/spa/search#fast=index&from=1&to=50).

- **Etapa histórica:** aparte de la revisión de la literatura ya publicada al respecto, la obtención de información sobre la evolución forestal histórica de Artikutza se ha realizado consultando los archivos históricos de Donostia-San Sebastián, Goizueta y Digital Real y General de Navarra (disponible en la red: http://www.navarra.es/home_es/Temas/Turismo+ocio+y+cultura/Archivos/Programas/Archivo+Abierto/Buscador/), documentación del guarderío de Artikutza y el fondo de reserva de la Biblioteca Koldo Mitxelena. Las solicitudes de consulta al Archivo Histórico de la Real Colegiata de Roncesvalles no han sido atendidas. Finalmente, también se ha tenido en cuenta el Archivo Provincial en Tolosa, pero no ha añadido información adicional a la encontrada en las otras fuentes. Las transformaciones de medidas antiguas al sistema métrico decimal se han basado en los trabajos de Merino y Vergara (1868), Guerendiain (1953) y Carrión (1996). Para la toponimia, se ha seguido el trabajo de Erriondo (1988), salvo en las citas de la documentación histórica, en las cuales se ha respetado el nombre dado por el texto original.

- **Bosque actual:** este apartado, basado en los trabajos de Castro (2009, 2016), se centra en la superficie ocupada y en la estructura de los principales tipos de bosque compuestos por especies nativas que se encuentran actualmente en Artikutza (figs. 1 y 2) y que como se verá, se explican a la luz de la información histórica recabada. Se hace hincapié sobre todo en las características internas de cada tipo de bosque:

Figura 1.

Figura 2.

composición de especies, diámetros (a 1,3 m de altura) de los árboles, madera muerta generada, etc. Es importante describir brevemente aquí las tres tipologías de árboles tenidas en cuenta en este trabajo: bravos, jaros y trasmochos (fig. 3). Los árboles bravos son los que crecen sin intervención humana y en los bosques suelen presentarse con un sólo tronco que se ramifica a gran altura. Los árboles jaros se presentan muy ramificados desde la base debido a que han recibido podas históricas a esta altura. Los árboles trasmochos también han sido podados históricamente, pero como a dos o tres metros de altura, presentando una forma que recuerda a un candelabro. Finalmente, se discute el grado de "naturalidad" de los bosques de Artikutza y su interés en la conservación de la biodiversidad forestal.

Figura 1. Tipologías de robledales en Artikutza: La imagen de arriba corresponde al bravo de Lapurtxulo y la de abajo al trasmocho de Larga Xarta. (Fotos de inicio de primavera: Alberto Castro).

Figura 2. Tipologías de hayedos en Artikutza: bravo de Otan-Urdalluko Erreka (arriba) y trasmocho de Mendarte (abajo). (Fotos de verano: Alberto Castro).

3. Etapa prehumana y vegetación potencial actual

La historia geológica indica que Artikutza emergió sobre el nivel del mar gracias a la orogenia Hercínica, durante el Carbonífero (Paleozoico), hace unos 320 millones de años, aunque formando parte de una isla (Torres & Viera, 1983; Catalán et al., 1989). Es difícil determinar la vegetación que hubo entonces y más en adelante, pues las intrusiones magmáticas que han originado las rocas de Artikutza han borrado cualquier evidencia fósil. Quizás, lo menos

Figura 3.

aventurado sea hipotetizar que a partir del Eoceno (hace unos 40 millones de años, en el Terciario) Artikutza tendría una vegetación similar a los territorios adyacentes, con los que ya estaría conectado, pues ya habrían emergido por efecto de la orogenia Alpina (Torres & Viera, 1983).

Loidi et al. (2011), revisan los cambios de vegetación en la Europa suroccidental durante el Terciario y el Cuaternario que se describen seguidamente: en el Eoceno la vegetación en la zona suroccidental de Europa era de tipo paleotropical y subtropical, con representantes de las familias Anarcadiaceae, Annonaceae, Bombacaceae, Moraceae, Sterculiaceae, Arecaceae, etc. Durante el Oligoceno (hace unos 38-26 millones de años), el clima se enfría, conllevando una extensión de los bosques lauroides con especies de las familias Lauraceae, Hamamelidaceae, Magnoliaceae, Theaceae, etc. Durante el Mioceno (hace unos 26-12 millones de años) se dan episodios de aridez, predominando los bosques caducifolios con elementos lauroides (sotobosques con abundantes lianas y helechos) o los mediterráneos, según la zona y el clima del momento. En el Plioceno (hace unos 12-2 millones de años) tiene lugar un enfriamiento que reduce al mínimo las especies lauroides, de las que actualmente se pueden observar vestigios en Artikutza (géneros *Hedera*, *Ilex*, etc.). En este periodo aparecen otras propias de bosque templado que hoy día frecuentan la Finca: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Quercus*, etc. Finalmente, en el Pleistoceno (Cuaternario, desde hace dos millones de años en adelante) se dan varios episodios de glaciaciones en los que predominarían los paisajes esteparios (con bosques restringidos a fondos de valle o zonas costeras), seguidos de periodos interglaciares en los que predominarían los bosques de coníferas y abedules o caducifolios mixtos con robles según los rigores climáticos. Tras cada glaciación, algunas especies de árboles salían favorecidas frente a otras (Blanco et al., 1997). Es lo que ha pasado con el haya tras la última, en un proceso de expansión que comenzó hace unos 4000 años en el que parece que han intervenido tanto factores humanos como climáticos (Zapata, 2002; Loidi et al., 2011). En cualquier caso, parece que el haya tuvo un foco de refugio importante en el valle del Baztan (Blanco et al., 1997) y en los montes vasco-navarros en general (Magri et al., 2006), a partir de los cuales se expandiría tras la última glaciación. En zonas próximas a Artikutza, se ha determinado que el haya superó en abundancia al robledal-bosque mixto aproximadamente a partir del año 1700 a. C., época en la que el pino silvestre, anteriormente presente, ya habría desaparecido (Pérez-Díaz et al., 2015).

Así, de acuerdo al mapa de vegetación potencial del IDENA, en ausencia de actividad humana, hoy día prácticamente toda la Zona de Especial Conservación (ZEC) de Artikutza estaría cubierta por masa forestal con predominio claro de hayedo, seguido por robledales y otros bosques, como unos pocos marojales y alisedas confinadas a los principales cursos de agua (fig. 4).

Figura 3. Imagen del hayedo de Uzku mostrando en primer plano y de izquierda a derecha tres tipologías de árbol: jaro, trasmocho y bravo (Foto de inicio de primavera: Alberto Castro).

4. Etapa humana

No se conoce exactamente cuándo comenzó la actividad humana en Artikutza. Sin embargo, en el área septentrional vasco-navarra ya existen evidencias de grupos cazadores-recolectores desde hace unos de 300000 años (Arrizabalaga & Iriarte, 2011), si bien el impacto aparente sobre el paisaje comenzaría alrededor del año 2000 a. C., debido principalmente a actividades agropastorales (Pérez-Díaz et al., 2015). De todas maneras, incluso en la Edad del Hierro, en los alrededores de Artikutza prácticamente no se han encontrado vestigios de ningún asentamiento poblacional conocido y los más próximos no eran muy populosos (Peñalver & San Jose, 2011), por lo que su afección sobre el área de estudio habría sido probablemente bastante moderada.

Sea como fuere, para entender la evolución del bosque en eras bajo influencia antrópica conocida, resulta necesario describir brevemente las actividades humanas (analizadas en mayor detalle en otros capítulos de la presente monografía) que han modelado el paisaje forestal de Artikutza. Tras ello, se profundiza en los datos e hitos históricos que aportan pistas sobre el estado de los bosques en diferentes épocas pasadas.

4.1. Actividades humanas sobre el bosque

Históricamente, han sido tres las actividades humanas que han ido modificando el paisaje forestal: 1) pastoreo y ganadería, 2) extracción de carbón y leña para industria ferrona y 3) tala de árboles para obtención de madera. Seguidamente, se resume la historia de estas tres actividades.

PASTOREO Y GANADERÍA: las primeras evidencias de actividad humana en Artikutza señalan posibles actividades agropecuarias, manifestadas por la presencia de estructuras megalíticas que incluyen dos dólmenes, seis túmulos y 111 cromlech pirenaicos pertenecientes a culturas Eneolítica y de Edad del Bronce, desarrolladas entre 2000 y 900 a. C. (Barrio, 1989; Catalán et al., 1989; capítulo de megalitismo en esta misma obra). Estos megalitos se localizan en su mayor parte en las zonas altas de Artikutza. Tras varios siglos sin más información histórica, sólo se puede afirmar que la villa de Goizueta existía al menos desde el siglo XII (Montesinos, 2013). Las siguientes referencias al pastoreo y presencia de pastos proceden de 1270, cuando López Díaz de Haro concede una bustaliza de Anizlarrea (antigua jurisdicción de Goizueta) a la Orden de los Canónigos de Roncesvalles. Desde entonces Roncesvalles adquiere numerosos terrenos de pastos y bustalizas en Anizlarrea (Aragón, 2015) hasta que en el Apeo de información de los fuegos de Goizueta de 1427 queda constancia de que toda Anizlarrea ya es propiedad de Roncesvalles, documento que indica que los habitantes del municipio pagaban impuestos a Roncesvalles por el uso de hierbas y aguas y por llevar su ganado junto con los bustos de los canónigos (Perurena, 2008). En 1510 el Marichal don Pedro de Navarra sentencia que los vecinos tenían el derecho, del que habían gozado siempre, a tener sus vacas y becerros y cortar leña para uso doméstico, aunque nunca en seles y bustalizas [1. Legajo 1]. Por la noche el ganado debía retirarse a los caseríos o al pueblo. Dentro de los seles y bustalizas se permitía tener hasta seis puercos propios siempre que hubiere pastos para ellos, además de cortar fresnos y árboles menudos para setos y coger leña. Por su parte, Roncesvalles tenía el derecho de explotar el ganado y el arbolado sin perjuicio ni daño al gozamiento de los vecinos. En los documentos de Roncesvalles y Alduncin, se menciona como se acostumbraba a llevar los puercos al pasto el uno de noviembre y mantenerlos allí hasta dos meses y medio [1], si bien la correspondencia entre el cabildo de la Real Casa de Roncesvalles y Goizueta de 1783 afirma que se dejaban hasta el 15 de febrero [1]. Roncesvalles utilizó sus terrenos en Anizlarrea como pastos de invierno de sus bustos, como por ejemplo lo hizo durante todo el siglo XVII con los que poseía en Baztán, Baigorri y Roncesvalles (Aragón, 2015).

Aunque en el Eneolítico ya se pastoreaban los animales pacedores domésticos habituales en el área vasco-navarra (Mujika & Edeso, 2011) y las mencionadas bustalizas presentes en el siglo XIII también indican su presencia, las primeras especificaciones sobre distintos tipos de ganado en concreto en Anizlarrea datan de 1521 para el bovino [1. Legajo 13], 1566 para porcino [1. Legajo 1], 1578 para caprino y ovino (Mutiloa, 1976) 1694 para caballar [1. Legajo 20]. Concretamente, en 1578, los ferrones de Artikutza, Elama, Goizarin y Urdallue acumulaban un total de 84 bueyes, 415 ovejas, 213 corderos, 159 cabras, 97 cabritos, 20 cerdos y 6 puercos (Mutiloa, 1976). En todos los legajos citados del Archivo Municipal de Goizueta [1] queda constancia, desde esos años, de la presencia de todos los tipos de los mencionados ganados en Anizlarrea. Sin embargo, las escrituras de convenio y transacción entre Goizueta y Roncesvalles indican que en 1815 Roncesvalles adquiere total posesión y usufructo de Artikutza [1] y en 1818 prohíbe la entrada de cabras, aunque aún permite el pasto de bellota, como se indica en la Escritura del Convenio Facero entre Goizueta y Artikutza [1. Legajo 35]. Tras la enajenación de Artikutza por parte del estado, el 26 de julio de 1844 el Boletín Oficial de Venta de Bienes Nacionales Nº 1835 [1] anuncia la venta del terreno indicando que tanto los vecinos de Goizueta como los dueños de las ferrerías tenían derecho a pastos los primeros y a tener un número limitado de cabezas los segundos, siempre que no se tratase de ganado cabrío. Se obligaba a permitir el derecho a los vecinos a pasto al ganado autorizado (vacas, lanar, yeguas y cerdío) en el territorio comprendido entre el puente Oronoz a la cresta de Unalbidegui y hasta Arriurdineta y por el río hasta Goizarin y el término de Eliberria en las limitaciones de Elama, quedando el resto de terrenos para el disfrute del ganado de las ferrerías. Esta situación especial de esta porción del territorio de Elibarria en Artikutza procedía de la concesión de la Colegiata a los vecinos de Goizueta en contrato enfiteútico de este enclave en 1541, como se recoge en el Hecho ajustado de los cuatro pleitos entre el cabildo de Roncesvalles y la villa de Goizueta de 1752 [1. Legajo 35]. Ya más tarde, en 1903 el ingeniero Tomás Erice califica de anárquica la distribución del ganado en la finca en su Proyecto de Ordenación de la Finca de Articutza [2]. En 1909, el entonces propietario, Marqués de Acillona, ordena retirar el ganado de Artikutza, ante las quejas de los vecinos de la Villa, que defienden tener derecho a pastos. El marqués responde argumentando que toma tal decisión para salvar el arbolado de la finca, que la adquirió, además, sin ninguna servidumbre de pastos [1. Legajo 75]. Independientemente de la resolución de este conflicto de intereses, en 1919, cuando el Ayuntamiento de San Sebastián adquiere la Finca, ordena retirar el ganado existente en la misma, volviéndose a producir las mismas reclamaciones por parte de los pastores de Goizueta. El caso es llevado a juicio y en 1921 se sentencia en favor de San Sebastián para llevar a cabo el Interdicto de 1920 para expulsar a los pastores de Artikutza [1]. A pesar de ello, aún se prendieron 838 cabezas de ganado lanar y 26 de caballar en 1919, 5070 de lanar, 48 de vacuno y 23 de porcino en 1920 y 10882 de lanar en 1921, siendo el cierre de la Finca probablemente total en 1924, como se deduce de los expedientes de administración y pastoreo de la Finca [2]. Desde entonces la presencia de ganado ha sido constante en mayor o menor medida en Artikutza, como lo atestiguan los partes de guardas forestales de la finca entre 1956-1969 y 1980-1993 y los talonarios y recibos de entrega de ganado prendido entre 1952-1993 [3]. Actualmente, tras la declaración en 2015 del ZEC de Artikutza (http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=37017), se ha elaborado un plan de gestión del ganado que contempla su entrada en ciertos enclaves previo acuerdo entre las diferentes instituciones públicas competentes.

EXTRACCIÓN DE CARBÓN Y LEÑA PARA INDUSTRIA FERRONA: Aunque el empleo de leña para la metalurgia se desarrolló en el territorio desde tiempo inmemorial (Mutiloa, 1976), sólo se puede precisar la existencia de las ferrerías de Elama, Egarquiza y Goizarin desde antes de 1369, mientras que la de Artikutza dataría del periodo entre 1347-1494 (Mugueta, 2009). Actualmente existen vestigios de todas ellas excepto de la de Egarquiza, que se situaría en el paraje hoy conocido como Egazkin (Mugueta, 2009). Los ferrones explotaban las ferrerías bajo un contrato enfiteútico con la Real Colegiata de Roncesvalles, que consistía

en la administración de las ferrerías, a pesar de que realmente perteneciesen a Roncesvalles, con derecho a aprovechar las minas, bosques y realizar plantaciones (Mutiloa, 1976; Catalán et al., 1989). Tenían permitido extraer leña para carbón en los alrededores de las ferrerías, pero no árboles bravos por su valor para pasto, al menos sin permiso de la Colegiata y en casos especiales como para reparación de edificios, tal y como es clarificado por esta misma en numerosos pleitos entre ferrones y Goizueta [1. Legajo 13]. Para obtener una 1 Tm de hierro, se necesitaban más de 3 de carbón vegetal y esto suponía al final más de 6 en leña (Catalán et al., 1989). Los ferrones solían obtener la leña de árboles jaros o jaras, con varias ramas desde su base, que se podaban cada 12, 15 o 20 años por pie, vedándose la entrada al ganado a los jarales con brotes jóvenes [1. Legajo 13]. La primera referencia a jarales encontrada para Anizlarrea se sitúa en 1566, manifiesta por el documento sobre ventas de montes jarales [1]. En 1768 se menciona que la leña también se comenzó a obtener de árboles trasmochos, que se podaban cada 12 o 14 años [1]. Las citas más tempranas encontradas de trasmochos en Anizlarrea proceden de una venta en 1730 de 28 robles trasmochados en 1725, sin más especificaciones en el Hecho ajustado de los cuatro pleitos entre el cabildo de Roncesvalles y la villa de Goizueta de 1752 [1].

El fin de la actividad de todas las ferrerías ocurrió en el siglo XIX. Se sabe que en 1826 todavía estaba activa la de Artikutza (Mutiloa, 1976) y que en 1842 aún existían las de Elama y Goizarin, ya expropiadas a Roncesvalles por la nación [1. Legajo 75]. Las dos habrían dejado de funcionar hacia 1863 (Melo, 1999), aunque en la Tasación de la posesión de Artikutza de 1850, se afirmaba que las carboneras y herrerías de ambas no funcionaban desde hace años, encontrándose en estado ruinoso e improductible y por tanto no incluidas en el catastro [1. Legajo 75]. Sin embargo, la extracción de leña continuó hasta principios del siglo XX. Así, en 1903 el ingeniero Tomás Erice estimó la edad de numerosas jaras en tres años, si bien algunas llegaban a los 48 años [2]. En 1918 Benito Menéndez, tratando sobre la repoblación forestal de Artikutxa, informó que los trasmochos y jaras de la finca se cortaban a turnos de 1-8 años [2]. Finalmente, de acuerdo a los expedientes de administración de la Finca y de Labores de Carboneo, la última referencia de extracción de leña procede de ventas realizadas en 1920-1922 [2]. Desde principios del siglo XX hasta dichos años hubo unos 15 leñadores trabajando en Artikutza (Zabala, 1969). De todas maneras, en 1969 se señala la extracción de leña por poda de trasmochos (Celaya, 1969). Sin embargo, no se ha encontrado más documentación que lo confirme. Esta obtención de leña tardía podría deberse a la tala de algunos árboles trasmochos en ciertos terrenos donde se realizaron plantaciones forestales (comunicación personal del guarda forestal Agustín Fagoaga).

EXPLOTACIÓN MADERERA: La tala de árboles para obtener madera, sobre todo para navíos, también tuvo lugar en Artikutza y hasta la desamortización en 1844 corrió a cargo de la Real Colegiata de Roncesvalles. En correspondencia llevada a cabo entre la villa y Roncesvalles en 1780 se citan cortas realizadas en 1608, 1653, 1658, 1660, 1750 y 1761-1768, destinadas las del siglo XVIII para la flota de la Armada y para el Convento de las Religiosas Descalzas de Lesaca [1. Legajo 15]. En 1775 hay un acuerdo de pago de 1250 tablas de roble a la Compañía Guipuzcoana de Caracas para fabricar navíos [1. Legajo 13]. A partir de 1847 Artikutza pasó a manos de los empresarios Nazario Carriquirri y Joaquín Fagoaga [1. Legajo 75], que explotaron las minas y extrajeron madera y carbón (Montesinos, 2013). Esta explotación intensiva de Artikutza continuó con los siguientes propietarios (Mutiloa, 1976; Montesinos, 2013): Loubiere y Cinto (1896-1902), que construyeron el ferrocarril en 1898, el Conde de Aldama (1902-1903) y Rafael Picavea y el Marqués de Acillona (1903-1919) que sucesivamente crearon la Compañía Forestal de Articuza (1903) que no duró un año, la Sociedad Explotadora de Articuza (1906-1908) y la Compañía Explotadora de Articuza (1912). En el escrito de venta de 1896 a Loubiere y Cinto se advierte de una venta de 2000 árboles ya apalabrada en 1893 [1. Legajo 75]. Entre agosto de 1907 y enero de 1908 aparecen anuncios publicitarios en el Heraldo Alavés [4] en los que la Compañía Explotadora de Articuza exporta carbón vegetal y maderas de roble, haya y castaño, todo en clases muy

superiores. Incluso tras la posesión de la finca en 1919 por el Ayuntamiento de San Sebastián, aún tuvieron lugar talas de árboles. Así lo explica en 1920 el inspector general de la segunda región forestal Juan Lizasoain, en el expediente de pastoreo, en cartas dirigidas al presidente de la comisión de Articutza y al alcalde de San Sebastián, criticando las cortas a hecho, que contratadas por el anterior dueño, se seguían ejecutando en la finca, sugiriendo indemnizar a los explotantes para terminar con ellas [2]. Desde este mismo año hasta 1934 se procede a plantar cientos de miles de árboles de especies exóticas, coníferas y robles americanos, que se consideraban más rentables que las especies autóctonas [2] (Mutiloa, 1976). Más tarde algunas de estas plantaciones se fueron talando, siendo sustituidas por otras nuevas de manera intermitente entre 1953 y 2004, algunas incluso con especies autóctonas [3].

A pesar del aprovechamiento forestal llevado a cabo durante la gestión por San Sebastián desde 1919, la necesidad de mantener la pureza de las aguas de las cuencas de Artikutza y la difícil accesibilidad permitieron que en la mayor parte de la superficie la vegetación evolucionara espontáneamente (Catalán et al., 1989; Castro, 2009), orientándose el uso en las últimas décadas hacia la conservación de la biodiversidad y sus hábitat y de actividades de ocio y divulgación medioambientales (Agirre, 2003), hasta su declaración como ZEC en el año 2015.

4.2. Cambios inducidos por la actividad humana

Al menos desde la Edad Media, la combinación de los aprovechamientos del bosque para pastos, carbón y madera requirió ordenar el territorio. Hasta el siglo XVIII, la documentación histórica señala que en Anizlarrea los terrenos alrededor de las ferrerías estaban predominantemente ocupados por jarales que se podaban para leña para carbón, entre los cuales, los poseedores de brotes jóvenes se vedaban para evitar daños por parte del ganado [1. Legajo 13]. Esparcidos por el territorio existían terrenos reservados para el ganado de Roncesvalles llamados seles y bustalizas, los cuales, existían desde antes de su pertenencia a la Colegiata, aunque quizás con una delimitación distinta [1. Legajos 1 y 13]. En los seles y bustalizas se potenciaba la permanencia de árboles bravos para la producción de pasto de bellota y permitir el refugio de los animales frente a los rigores climáticos [1. Legajo 13]. El resto del territorio se utilizaba principalmente para el disfrute del ganado por parte de los vecinos de Goizueta, existiendo en el mismo tanto árboles jaros como bravos [1. Legajo 13]. Con gran diferencia, los árboles principalmente presentes y aprovechados para estos usos fueron el roble y el haya [1. Legajo 13] y cualquier árbol muerto o derribado por fenómenos naturales era rápidamente utilizado [1. Legajo 15]. Alrededor de edificios habitados existían pequeñas huertas y plantíos de árboles frutales como castaños, manzanos y perales para consumo doméstico [1. Legajo 15]. Diseminados en el paisaje también se citan la presencia de otras especies de árboles como fresnos, avellanos, acebos, endrinos y espinos, con presencia de cierta importancia de castaños [1. Legajos 13 y 15], sobre todo en las orillas de los ríos [1. Documento sobre el ganado de cerda posterior a 1777].

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII muchos jarales ya habían sido sustituidos por trasmochos y varios árboles bravos se podaban para transformarlos en trasmochos [1. Legajos 13 y 15]. Roncesvalles reconoció su intención de hacer de los trasmochos el arbolado dominante en Anizlarrea, por su utilidad al permitir los tres tipos de uso del territorio simultáneamente y en el mismo espacio [1. Legajos 13 y 15]. Esta decisión se tomó tras un largo periodo en el que se repitieron ciclos de escasez de arbolado bravo en Anizlarrea por cortas realizadas en 1608, 1653, 1658, 1660 y 1750, con las consecuentes quejas de los vecinos de Goizueta por carencia de pastos de bellota y arbolado para proteger al ganado [1. Legajos 13 y 15]. Para demostrar esta situación, los vecinos de Goizueta presentaron en 1776 un "Testimonio en relación a que no ha habido pasto suficiente para el ganado en Goizueta" [1. Legajo 13, 5] (Aragón, 2009). En este testimonio se listaban conteos de ganado porcino y disponibilidad de pasto para los mismos en varios años desde 1722 a 1775. En los 40 años

en los que se realizaron los conteos el número de puercos fue superior al pasto de bellota disponible. El total de cerdos osciló entre los 102 de 1736 y los 829 de 1768.

Más aún, también debió haber una falta de existencias de leña, ya que existen varios documentos en los que Goizueta denuncia la corta de árboles bravos entre 1750-1775 para reducirlos a carbón en los alrededores de las ferrerías de Artikutza, Elama, Goizarin y Urdallue y afectando a varios enclaves de Artikutza: Acua (Aku), Aranchoco (Biureta), Belzunza, Basajaunegui (Basain), Choricantariaga (Txorikantari), Escasbera (Exkaxpe), Izurrizti y Pasabidegui [1, 5]. Con este destino se llegan a cortar 2103 árboles bravos y se trasmochan 878 en Artikutza, afectando al paraje de Aranchoco y a los seles de Acue, Arriurdineta, Basabidegui, Choricantariaga, Enubieta, Errotarrieta, Escasbera, Izu, Satorbarro (Sator Lepo) y Urdallue [1. Hecho ajustado de los cuatro pleitos entre el cabildo de Roncesvalles y la villa de Goizueta de 1752]. En estos documentos el trasmochado se describe como el corte de la mitad del cuerpo del árbol, quitando el cuerpo principal y el ramaje de la parte superior. En el mismo Hecho Ajustado, Roncesvalles señala que en los últimos 18 años plantó 30 000 plantas en los parajes de Egazquia, Naparlepo, Escamendi, Goizarin (alrededor de la ferrería) y otros y que también trasmochó en Argarate, Errotarrieta, Maizolope, Oronozcozubieta y Egazquia. Sin embargo, los vecinos muestran su malestar por la juventud de los árboles plantados, afirmando que tardarán 60-80 años en ser útiles al ganado, como es el caso de los de Urdallue, Izu e Izurrizti. También remarcan que la proliferación de viveros con plantitas resta todavía mayor espacio para el ganado.

En cualquier caso, la crisis del arbolado bravo dio lugar a una gran campaña de plantación por parte de Roncesvalles en Anizlarrea. Así, en el periodo de 1751-1766 se plantaron 28557 robles, 1005 castaños y 300 abetos, estos últimos traídos de Irati (Mutiloa, 1976). De esta forma se establecieron varios viveros vedados al ganado en espera de que los arbolitos crecieran para transplantarse al terreno definitivo (Mutiloa, 1976). Por ejemplo, en 1762 se plantaron 558 robles en Escas y Argarate y 325 en Soraundi y en 1763 se repitieron plantaciones de robles en Escas (Mutiloa, 1976). Además, aunque quizás no afectaron a Artikutza, en otras zonas de Anizlarrea también se plantaron decenas de miles árboles en los viveros de Alcaso, Añón, Berazacun, Erausna, Espide, Guriondo, Larriz y Lizarazuco Urriztia [1. Legajo 17]. De ellos, se transplantaron a campo abierto entre 1766-1793 22949 robles, siete castaños, 797 hayas y 14566 árboles sin especificar. Según las directrices indicadas, los transplantes se hacían cuando los árboles alcanzaban un grosor de 5-6,5 onzas (≈ 11-14 cm). Se dejaba una separación de 8 codos (≈ 4 m) entre robles bravos, 10 (≈ 5 m) entre robles trasmochos, 12 (≈ 6 m) entre hayas y 12-14 (≈ 6-7 m) entre castaños. Para 1777 se calculaba que ya se habían plantado más de 40000 plantas para árboles bravos desde 1737 en Anizlarrea [5]: contabilizándose en aquel año para Artikutza unos 19669 árboles bravos (12413 robles, 4616 hayas y 2640 robles o hayas sin especificar) en unos 38 seles, repartidos de la siguiente manera: 24 seles con robles, 7 con robles y hayas y 7 con hayas. Entre estos bravos que fueron medidos, ninguno superó las 18 pulgadas (≈ 40 cm) de diámetro. A partir de estos años se redobla el esfuerzo de plantaciones en Anizlarrea, ya que de los 307939 árboles plantados de manera continua entre 1723 y 1821, 189505 (62 %) tuvieron lugar entre 1772 y 1812 [5. AGN datos facilitados por José Miguel Lana Beristain]. Los registros durante estos 98 años de plantaciones arrojan un total de 279963 robles (91 %), 15564 castaños (5 %), 12374 hayas (4 %) y 38 nogales (0,01 %).

En 1801 un dictamen de título ilegible menciona que el terreno arbolado se había reducido bastante en Anizlarrea [1. Legajo 13]. Sin embargo, las plantaciones debieron dar fruto para entonces, ya que hubo pasto de bellota suficiente para el ganado de cerda en todos los años en los que se contabilizó (1788, 1792, 1798, 1801 y 1804), a excepción del año 1798 (Traslados y declaraciones y manifestaciones del ganado cerdío para pastos en el término de Anizlarrea [1. Legajo 13]. El número de puercos osciló entre los 305 de 1804 y los 724 de 1801. Incluso en un informe de lista de fincas y bienes realizado en 1806 se destaca la considerable extensión de los montazgos de Artikutza y Goizarin para surtimiento de carbones, criándose y conservándose en los mismos buena porción de árboles bravos (Mutiloa, 1976).

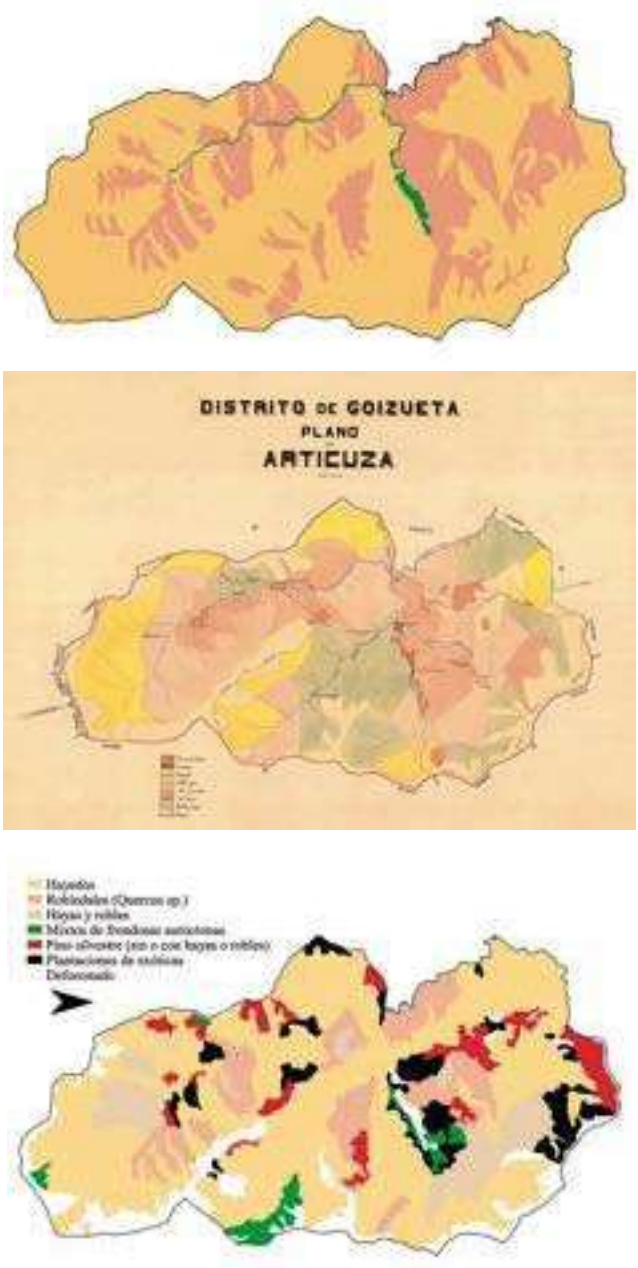


Figura 4.

Figura 4. Mapas de Artikutza indicando las superficies forestales. Arriba: vegetación potencial. En medio: plano de masas de cultivos de 1870 [6]. Abajo: situación en 2012 basada en el mapa de usos del suelo (IDENA).

La buena provisión de los montazgos en Artikutza se corrobora en estimas realizadas entre 1818-1826, tanto es así que muchas ramas llevaban más de 20 y 30 años sin podar (Mutiloa, 1976). Sin embargo, en 1827 se contaron 23643 árboles bravos en todo Artikutza (Mutiloa, 1976), mayor que el inventario de 1777, pero que suponía un promedio de unos 6 bravos ha^{-1}. Clasificados por tamaños, 2705 fueron grandes (14-18 codos o ≈ 7-9 m de largo y 14-16 pulgadas de grueso o ≈ 31-35 cm), 4447 medianos (12-16 codos o ≈ 6-8 m y 12-14 pulgadas o ≈ 26-31 cm) y 16491 pequeños (10-12 codos o ≈ 5-6 m y 6-10 pulgadas o ≈ 13-22 cm). En el ya mencionado anuncio de la venta de Artikutza [1. Legajo 35] tras la desamortización, se cuenta que entre 1827 y 1836 se estipuló con los arrendatarios de las ferrerías la creación de varios viveros para repoblar los montes y ensayar plantaciones con pinabetes. En el mismo anuncio se señalan como aprovechamientos principales los pastos y las maderas para combustibles y construcción. También se destaca que el valle alrededor de Goizarin se encontraba bien poblado de árboles trasmochos de roble, haya y castaño. Durante este periodo, los robledales de Artikutza se señalan como "de los mejores de Navarra" (Donézar, 1991).

Estando Artikutza en propiedad por Carriquirri y Fagoaga, se confeccionaron dos mapas, el de Brean de 1863 [1] y el de la Diputación Foral de Navarra de 1870 [6]. El primero fue actualización de uno anterior realizado en 1792 y actualmente desaparecido del Archivo Municipal de Goizueta. En este mapa se observa como casi todo el territorio está ocupado por arbolado de trasmochos, jarales y bravos exceptuando los rasos en zonas altas como el cordal de Akue-Beltzuntza, el cordal de Loitzate-Arlepo, los alrededores de Lakueta y Altueta, la ladera de Bianditz a Exkax, cordal de Bianditz a Elutsa y las cotas de Exkax e Irumugarrieta. El mapa muestra que los árboles jaros se diseminaban por todo el territorio entre bravos y trasmochos. La copia del mapa no permite distinguir entre trasmochos y bravos, pero sí indica predominancia de arbolado no jaro en las áreas de Exkax-Artikutza y Enobieta, codominancia en el resto de áreas y mayor densidad de jaros al sur de Arriurdiñeta y la parte alta de la cuenca del Elama. También localiza 54 seles y bustalizas dentro de Artikutza y uno que incluía una parte en la finca (Unalbidegui). 35 seles no se encontraban amojonados. Estos seles se presentan en forma cuadrada, aunque en el anuncio de la venta de la finca se indicaba que eran de forma circular con un diámetro de 613 varas castellanas (≈ 512 m), o con una extensión de 168 brazadas según el convenio de 1680 entre Roncesvalles y Joanes de Garbiso [1. Legajo 20] y un documento sin título de 1780 [1. Legajo 15], si bien este último deja claro que estas medidas son aproximadas. El mapa no muestra seles en la parte de Eliberria en Artikutza. Por otra parte, el mapa de 1870 representa la vegetación de la zona (fig. 4) y muestra bastante acuerdo con el anterior en cuanto al terreno desarbolado, con la salvedad de una mayor continuidad de los rasos desde Exkax hasta Pagolleta. Según este mapa, el territorio estaba sobre todo cubierto de robledales jarales y trasmochos, así como superficies mixtas de hayas y robles. El hayedo también ocupaba un área importante, mientras que los robledales de bravos aparecían diseminados en áreas menores y los castañales se confinaban a áreas muy reducidas y puntuales en las orillas de los ríos Elama y Enobieta. En el documento

de la venta de Artikutza a Loubiere y Cinto de 1896 [1. Legajo 75] se describe la finca como montes arbolados bravos, trasmochos, jarales con seles, hierbas y agua. Más concretamente, señala la presencia de 13 seles poblados de árboles de haya y roble con presencia también de fresnos y avellanos en los montes y laderas circundantes a la ferrería de Elama (correspondientes a la parte de Eliberria en Artikutza). En 1898, promovido por Loubiere y Cinto, se construyó el ferrocarril para la extracción de madera y carbones (Mutiloa, 1976).

En 1903 el ingeniero Tomás Erice realizó un inventario de todos los árboles de diámetro mayor a 20 cm en Artikutza [2]. Los principales árboles, por orden de predominancia fueron robles, hayas y castaños. Fresnos, tilos y arces se encontraban en los enclaves más frescos y fértiles, mientras que se podían ver sauces y alisos en orillas de ríos y arroyos. Erice contabilizó un total de 302154 árboles, entre los que se encontraban 151764 robles trasmochos, 114364 hayas trasmochas, 23069 robles bravos, 9503 castaños trasmochos, 2010 hayas bravas y 1174 castaños bravos. El área de Artikutza se estimó en 3726 ha, de las cuales 2073 correspondieron a arbolado trasmocho y bravo (56%), 938 a jarales (25%) y 715 a rasos (19%) (fig. 5). Distinguió en el territorio 35 rodales de arbolado trasmocho y bravo y 9 parcelas de jarales. En todos los rodales, a excepción de 46 ha entre Goizarin Sarobe y la regata de Artikutza, predominaba el arbolado trasmocho. En todos coexistían robles y hayas a excepción del paraje de Beotegia (entre la vía del ferrocarril y la regata de Erroiarri), una superficie de 35,5 ha compuesta por robles y castaños. Además, en 29 rodales (1498,9 ha, 40%) los robles fueron más numerosos que las hayas (574,1 ha, 16%). Las seis parcelas con predominio de hayas se distribuían por las zonas altas de los cordales limítrofes de Artikutza, desde Bidango hasta la zona alta del arroyo Unalbide.

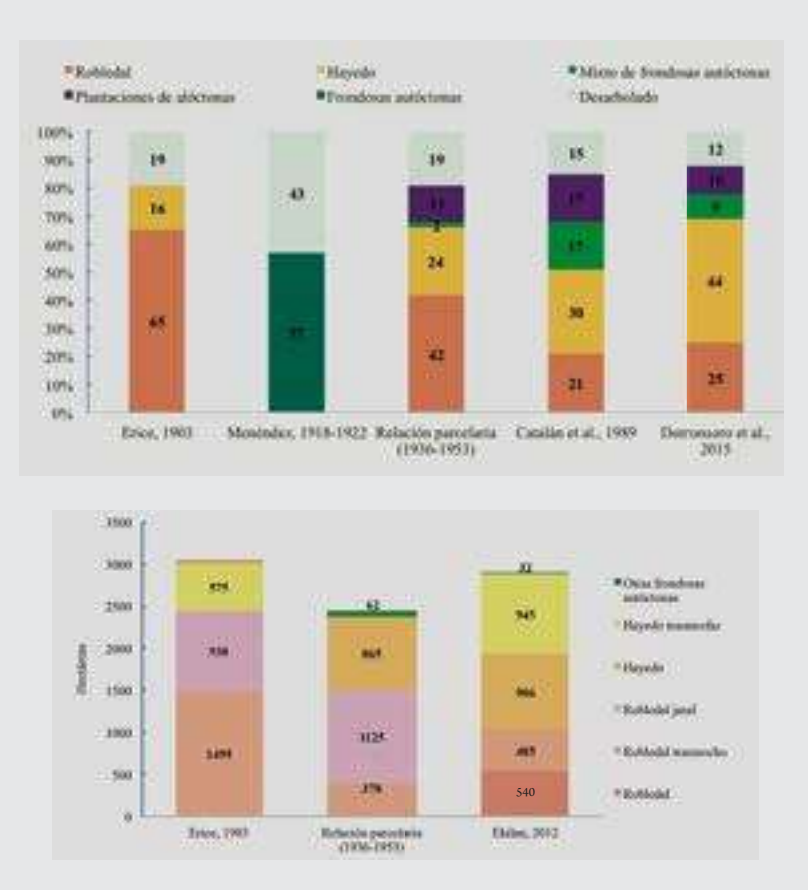


Figura 5.

Analizando las mediciones diametrales de Erice y organizándolas por intervalos, se observa que en 1903 los robles y castaños trasmochos presentaban una distribución unimodal en el intervalo 40-49 cm los primeros y en 30-39 cm los segundos. En el caso de las hayas y de los árboles bravos aumentaba la frecuencia de árboles al disminuir el diámetro. Organizando los datos por especies para todo el conjunto de los árboles, estos patrones de distribución se conservaban (fig.6), debido al predominio de los trasmochos. En todos los rodales con robles trasmochos, las distribuciones por frecuencias diametrales fueron unimodales: en 28 casos entre 40-49 cm, en cuatro entre 30-39 cm y en tres entre 50-59 cm. En 14 rodales las distribuciones de hayas trasmochas fueron bi- o multimodales, situándose la moda mayor en 50-59 cm en 13 ocasiones, en 20-29 cm en nueve, en 60-69 cm en siete, en 40-49 cm en cuatro y en 80-89 cm y 90-99 cm en una ocasión.

En 1918-1922 el arbolado trasmocho seguía dominando el paisaje de Artikutza (fig. 5), con contadísimos árboles de aprovechamiento maderable, según los informes sobre repoblación forestal de Benito Menéndez, director de Parques, Jardines y Bosques de San Sebastián [2]. Sin embargo, el área arbolada se estimó esta vez en unas 2110 ha (57%), alcanzando la

Figura 5. Evolución de las masas forestales en Artikutza en los siglos XX y XXI. Arriba: porcentajes de las diferentes masas forestales y terrenos desarbolados en Artikutza. Abajo: evolución por superficie total de masas forestales autóctonas y portes de arbolado. Nota: las fuentes citadas no siempre facilitan el desglose de todos los datos.

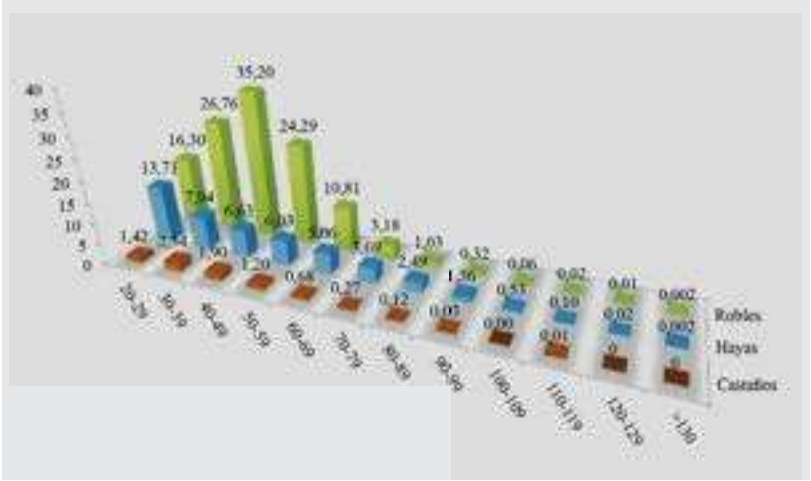


Figura 6.

cobertura más baja desde el siglo XX (fig. 5), seguramente por las actividades de las Compañías y Sociedades Forestales y Explotadoras descritas en el apartado anterior. Las cuencas de Añarbe, Artikutza e Iturrola se encontraban totalmente arboladas, las de Erroiarri, Enobieta, Urdallue y Elama parcialmente y ya existían viveros de fresno, roble americano, nogal, castaño, chopo de Lombardía, falsa acacia y olmos, así como plantaciones de pino radiata y chopos. El primer administrador de Artikutza para San Sebastián, Martín Alberdi, promovió el desarrollo del arbolado bravo y experimentó con la introducción de especies exóticas, creando nuevos viveros y plantando 621800 pinos silvestres, más de 51900 pinos laricio, 6750 robles americanos, 5700 robinias y 3600 píceas entre 1921-1924 [2]. También afirmó que los jarales talados de pocos años presentaban crecimiento lento debido al Oidium, temiendo que llegado el turno no sobrevivieran a la tala y describió el paisaje forestal como una dehesa arbolada compuesta por trasmochos de hayas y robles y jaras. También observó el crecimiento del haya en numerosos jarales de roble, sospechando que por evolución natural prácticamente todo Artikutza llegaría a ser un hayedo. Además, recomendó terminar con la explotación del carbón de jaras y trasmochos por un lado y plantar robles americanos y hayas bravas en detrimento de los robles, con escaso vigor entonces por la enfermedad del Oidium. Bajo su administración, en 1934 se realizaron nuevas repoblaciones con 100000 pinos silvestres, 50000 pinos laricios, 50000 abetos Douglas o pinos radiata, 50000 hayas y 1000 castaños del Japón (Mutiloa, 1976). Algo más tarde, la relación parcelaria [2] realizada por Martin Alberdi rindió 1124,75 ha (31%) para el jaral de roble, 865,29 ha (24%) para el hayedo, 377,73 ha (10%) para el robledal trasmocho, 5,95 ha (0,2%) para el robledal bravo, 61,39 ha (2%) para otras frondosas autóctonas (alisos, castaños, avellanos y fresnos), 460,84 ha (13%) para arbolado alóctono (pinos, acacias) y 712,27 ha (20%) para terreno desarbolado (fig. 5). El terreno fue dividido en 546 parcelas: 120 fueron de terreno desarbolado, 99 de hayedo sin más especificaciones, 90 de robledal jaro, 88 de robledal trasmocho, 81 de plantaciones exóticas y 62 de varias especies de frondosas autóctonas. Este documento se presenta sin fecha, pero se debió confeccionar entre 1936-1953, dado que el mapa adjunto incluye la carretera que llega al poblado y Martín murió en 1953. Durante este periodo Artikutza debió alcanzar una cobertura forestal significativa de gran importancia para la regulación hídrica, pues tras cinco años de lluvias escasas, la cuenca abasteció de agua San Sebastián con muchos menos problemas que las circundantes, en lo que se llamó el "milagro de Articutza" (Augusti, 1949).

A finales de los 60 se habló de Artikutza como aún tupida por arbolado trasmocho de roble, haya y castaño, con síndromes evidentes de pudrición y con predominancia de la primera especie (Celaya, 1969). En estos años se iba procediendo lentísimamente a la corta y venta de bravos (sin especificar especies) y tala de trasmochos para leña, repoblando lo que se talaba (Celaya, 1969). Así, entre 1953-1976 se plantaron 221230 hayas, 50960 alerces, 34214 pinos radiata, 30450 abeto Douglas, 18550 pinos marítimos, 15159 abetos rojos, 15090 robles americanos, 3500 pinos laricios, 310 chopos, 300 cipreses de Lawson, 36 tilos y 10 cerezos [3]. En los años 1990 y 1991 se llevaron a cabo plantaciones de 2800 hayas, 300 cipreses de Lawson, 100 manzanos y 60 robles. Un último tramo temporal de plantaciones tuvo lugar entre 1998-2004: 7165 hayas, 4250 abetos Douglas, 1830 pinabetes, 1830 robles, 1248 robles sésil, 1017 marojos, 905 abedules, 678 serbales, 394 pinos laricio, 357 acebos, 295 álamos temblones, 270 castaños japoneses, 270 fresnos, 220 arces campestres,

Figura 6. Densidades promedio (eje vertical: nº árboles x ha-1) de árboles con diámetro mayor a 20 cm contabilizados por Erice en 1903 [2] y organizadas por intervalos de diámetros de troncos (eje horizontal: cm).

200 cerezos, 183 tejos y 35 espinos. Así, desde la adquisición de Artikutza por parte de San Sebastián, las plantaciones de los años 20 y 30 se hicieron con fines de extracción de madera. Entre los años 50-70 y principios de los 90 se fueron talando y repoblando varias de ellas.

Entre finales del siglo XX y principios del XXI, las repoblaciones se llevaron a cabo, además, para cubrir zonas desarboladas por temporales y potenciar el arbolado autóctono. Principalmente se fueron talando especies exóticas, exceptuando algunas hayas de la parte noroeste de Artikutza. Resultado de tales actuaciones, limitadas a zonas específicas, y de la evolución espontánea del arbolado en numerosos lugares de Artikutza tras las restricciones al paso del ganado (Castro, 2009), a finales de la década de los 80, en el área de Artikutza, que se estimó en 3700 ha, el hayedo ocupaba 1135 ha, el robledal 800 ha, las plantaciones de especies exóticas 710 ha, las masas mixtas de hayas y robledales 630 ha y las áreas desarboladas y el embalse 426 ha (Catalán et al., 1989. Fig. 5). Más recientemente, se han observado cambios en estas superficies para un área total estimada de 3652 ha (Dorronsoro et al., 2015): hayedo 1592 ha, robledal 907 ha, plantaciones de exóticas 382 ha, bosques riparios 344 ha y terrenos no arbolados y embalse 428 ha (fig. 5). El arbolado trasmocho aparece todavía en gran densidad en gran parte de Artikutza, excepto en el sur (Ekilan, 2012), en la parte que antiguamente correspondía al término de Eliberria. A finales de marzo de 2019, el vaciado del embalse muestra en varias partes de su fondo tocones de roble (observación personal), corroborando su antigua presencia también en este enclave.

Finalmente, resulta pertinente argumentar sobre algunas tendencias en las superficies de los bosques difíciles de explicar según los datos de distintas fuentes (fig. 5). Por un lado, a veces se complica interpretar si una masa es hayedo o robledal, debido a la coexistencia histórica de ambas especies en numerosas áreas, tal y como muestran el mapa de 1870 (fig. 4) y las observaciones de Erice (1903) y Martin Alberdi (1918). Este problema de definición de hayedos y robledales ha persistido seguramente hasta la actualidad, debido a que la coincidencia espacial de ambas especies continúa, producto de la regeneración espontánea del hayedo en terrenos previamente ocupados por el roble (Castro, 2009, 2016). Por otro lado, la escala a la que se trabaja influye en la precisión. Así, mientras que Erice diferencia 44 parcelas forestales, Alberdi consigue un mayor detalle al llegar a las 546.

5. Interpretación del bosque actual y perspectivas de conservación

La situación actual del bosque de Artikutza se comprende mejor a través de toda la historia anteriormente expuesta y se puede analizar a nivel de la superficie ocupada por las distintas masas forestales y a nivel de la estructura interna que presentan. Ambos aspectos se desarrollan en los dos próximos apartados.

5.1. Superficies forestales actuales

La masa forestal total alcanza una extensión máxima histórica (figs. 4 y 5). Dos procesos han desembocado en esta situación, que tienen su inicio a partir de la adquisición de Artikutza por parte del Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián: 1) las plantaciones forestales, predominantemente con especies exóticas y 2) la regeneración espontánea del hayedo por cese de la actividad forestal fuera de las plantaciones mencionadas y por la reducción de la carga ganadera. De esta manera, el área ocupada por el hayedo también alcanza un máximo histórico (figs. 4 y 5) tras siglos de una gestión orientada a favorecer el roble. Sin embargo, no viene acompañada por una extensión máxima del total del bosque nativo. Esto se debe

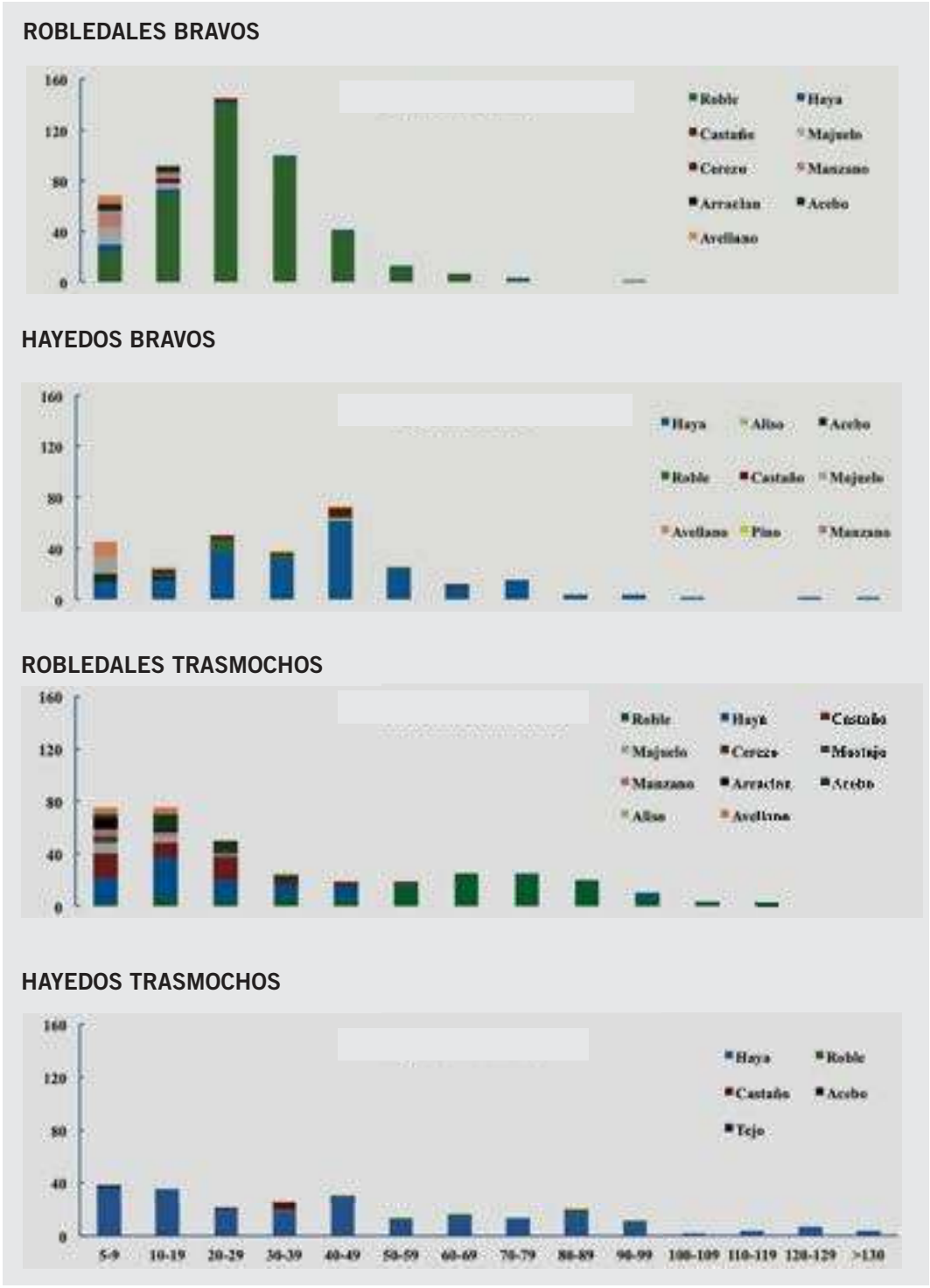


Figura 7.

Figura 7. Densidades promedio (eje vertical: nº árboles x ha-1) en cada tipo de bosque de las diferentes especies de árboles, organizadas por intervalos de diámetros de troncos (eje horizontal: cm).

a que la mayor parte de las plantaciones realizadas, se hicieron en terrenos potencialmente favorables al roble o al bosque mixto. De todas maneras, la gestión reciente ha tendido a ir sustituyendo las plantaciones de exóticas por frondosas autóctonas (Castro, 2016). Además, también queda recogido en el plan de gestión del ZEC potenciar frondosas nativas que no sean el haya (http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=37017), por lo que no sería de extrañar que la superficie de bosque autóctono aumentara en el futuro, o como mínimo se mantuviese. De todas maneras, es probable que interese mantener las plantaciones de pino silvestre (fig. 4) dejándolas evolucionar libremente, ya que albergan una biodiversidad

diferente a la de hayedos y robledales (ver, por ejemplo, los capítulos sobre invertebrados y aves).

Por otra parte, la historia muestra como las partes más altas de los cordales de Artikutza han permanecido deforestadas durante cientos de años, e incluso quizás desde hace miles de años. En las últimas décadas, estas superficies se han mantenido probablemente por la acción del ganado, sin que éste, a la vez, haya impedido la expansión del bosque. Esto demuestra que cierta carga ganadera, si se ordena y gestiona adecuadamente, es asimilable en Artikutza. El mencionado plan de gestión del ZEC de Artikutza contempla la presencia de ganado en ciertas zonas. Si se realiza correctamente, podría tener un efecto positivo en la conservación de la biodiversidad al diversificar la heterogeneidad del paisaje, quizás creando pastos arbolados o manteniendo claros forestales.

Figura 8.

5.2. Estructura y dinámica de los bosques presentes

A nivel estructural, el bosque nativo ha sido analizado por Castro (2009, 2016). En estos trabajos se caracterizan cuatro tipos de bosque autóctono en acuerdo a las especies y tipos de árboles que dominan la cobertura del dosel arbóreo: robledales bravos, hayedos bravos, robledales trasmochos y hayedos trasmochos (figs. 1 y 2). En general predominan estos cuatro bosques, si bien en algunos lugares pueden darse masas mixtas de hayas y robles y coincidencia de distintas tipologías de árbol (fig. 3). Por otra parte, los árboles jaros aparecen diseminados por prácticamente toda la superficie forestal nativa, aunque con apreciables diferencias de densidad según las zonas. En cuanto a las masas mixtas de otras frondosas, no se consideran representativas del bosque actual de Artikutza dadas sus reducidas extensiones y solapamientos y mezclas con los hayedos y robledales. Por tanto, seguidamente se describen las principales características observadas y diagnósticos realizados los cuatro tipos de bosque predominantes:

ROBLEDALES BRAVOS: presentan las mayores densidades de árboles y de menores diámetros, además de un número apreciable de especies de árboles (fig. 7). Se han desarrollado sobre terrenos desarbolados o de robles jaros abandonados tras la compra de Artikutza por Donostia-San Sebastián. Los indicadores de madurez forestal los sitúan a un nivel de bosques explotados con criterios de conservación (Tabla 1). Las cavidades existentes en los árboles que los componen son prácticamente en su totalidad basales y aparecen en pies multifurcados, producto de un pasado de explotación de robles jaros (fig. 8).

HAYEDOS BRAVOS: presentan menores densidades de árboles que los robledales bravos, aunque de mayores diámetros (fig. 7). Si bien en estos hayedos se pueden registrar tantas especies de árboles como en los robledales bravos, el hecho de que formen un bosque mucho más sombrío apunta a que las están sustituyendo por exclusión competitiva. También se han desarrollado sobre terrenos previamente desarbolados al ser adquirido Artikutza por el ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Al igual que los robledales bravos, presentan características de bosques explotados con criterios de conservación (Tabla 1). Este tipo de masa forestal está aumentando su superficie y la disponibilidad de hábitat que contiene también mejorará con el tiempo, a excepción de los tocones (remanentes de árboles cortados cerca de

Figura 8. Roble jaro con poda interrumpida durante décadas (valle de Elama) en el que se ha formado una cavidad basal al haberse desprendido uno de sus troncos (Foto de primavera: Alberto Castro).

TABLA 1. Valoración de los diferentes tipos de masas forestales basada en cuatro indicadores, globalmente utilizados, de disponibilidad de hábitat para seres vivos que dependen de árboles viejos o madera muerta (Castro, 2016). Los niveles se han basado en los trabajos de Kirby et al. (1998) y Vallauri et al. (2003). Las puntuaciones, basadas en dichos niveles, se han realizado de la siguiente manera: Bajo – 1 punto, Medio – 2, Alto – 3. Bajo correspondería a bosques explotados, medio para bosques explotados teniendo en cuenta criterios de conservación y alto para bosques próximos a un estado natural (p.e. en reservas naturales sin explotar durante varias décadas).

INDICADOR	NIVELES DE PUNTUACIÓN	ROBLEDALES	HAYEDOS	ROBLEDALES TRASMOCHOS	HAYEDOS TRASMOCHOS
Madera muerta caída (m^3 ha^{-1})	Bajo (< 20) Medio (20-40) Alto (> 40)	11	21	45	87
Troncos muertos en pie (nº ha^{-1})	Bajo (0-10) Medio (11-50) Alto (> 50)	130	76	31	22
Densidades de troncos muertos por diámetros (nº ha^{-1})	Bajo (todos < 10 cm) Medio (algunos > 10 cm) Alto (algunos > 40 cm)	3 (> 40 cm)	3 (> 40 cm)	6 (> 40 cm)	2 (> 40 cm)
Árboles con cavidades (nº ha^{-1})	Bajo (< 5) Medio (5-10) Alto (> 10)	8	0	69	40
Puntuación promedio		2,25	2,25	2,75	2,75

Figura 9.

Figura 9. Los ejemplares más grandes de hayas bravas presentes en Artikutza bien podrían superar un siglo de edad. Pese a ello, aún no presentan signos de envejecimiento (cavidades, pudriciones, ramas muertas, etc.) como los trasmochos, lo que crea cierta incertidumbre en la continuidad temporal de las hayas viejas en el futuro (Foto: bosque en la ruta de Kanala en invierno. Stellamaris Sotomayor).

la base) de roble y la incertidumbre de generación de cavidades en los árboles, actualmente inexistentes (fig.9).

ROBLEDALES TRASMOCHOS: muestran distribuciones diametrales más extensas que las de los robledales bravos y más equilibradas que las de los hayedos bravos (fig. 7), lo que los aproxima a los bosques viejos maduros (Peterken, 1996). Además, presentan el mayor número de especies de árboles, quizás porque bajo los grandes robles trasmochos se filtra bastante luz. Proceden de pastos arbolados existentes antes de que Artikutza pasase a ser propiedad privada de Donostia-San Sebastián. Desde entonces, estos bosques se han ido densificando y cerrando espontáneamente y en las laderas no orientadas al sur (Catalán et al., 1988) tienden a ser sustituidos por el hayedo (fig. 10). Los indicadores de madurez los sitúan al nivel de bosques maduros próximos a un estado natural (Tabla 1). Sin embargo, no parece haber un reemplazo generacional a la generación de los robles viejos, es decir, de aquella en la que predominan los de diámetros entre 60-80 cm (fig. 7).

HAYEDOS TRASMOCHOS: muestran las distribuciones diametrales más extensas y con mayores diámetros, aunque con bajas densidades y con la menor variedad de especies de árboles (fig. 7). Su origen es similar al de los robledales trasmochos, con la salvedad de que el hayedo tiende a perpetuarse en todos los casos. Los indicadores de madurez también los sitúan al nivel de bosques maduros próximos a un estado natural (Tabla 1). Las frecuencias

diametrales observadas y la tasa de crecimiento superior a la del roble, garantizan un reemplazo generacional a la generación de las hayas viejas, excepto quizás a partir de 100 cm (fig. 11) y de aquellas trasmochas con cavidades por generaciones venideras de bravas (fig. 9).

Así, queda claro que es el arbolado trasmocho abandonado el que confiere a los bosques de Artikutza un "sabor" de bosque viejo y maduro. Los bosques bravos también tienen un gran valor dentro del ámbito geográfico en el que se encuentran, pues son bastante raros los hayedos y robledales que alcanzan una centuria sin ser explotados. Las edades de los bosques y el arbolado que los componen es importante a la hora de intepretar estos resultados, por lo que se discute este asunto a continuación.

Figura 10.

Figura 11.

Conjugando los datos históricos expuestos y las clases diametrales medidas en el presente trabajo junto a la bibliografía disponible sobre el crecimiento de robles y hayas bravos (Herrera et al., 2002; Tamayo et al., 2008) y de robles trasmochos (Susperregi & Prado, 2003; Rozas, 2004, 2005), se estima que las clases diametrales más comunes en bosques bravos corresponden a edades próximas a un siglo y los robles trasmochos cerca de los 250 años o superior en aquellos con Ø > 60 -70 cm. Aunque esta edad está en el extremo del límite más antiguo del máximo de plantaciones realizado entre 1772 y 1812 [5, AGN Beristain], hay que tener en cuenta que la aproximación se ajustaría mejor por el hecho, ya mencionado anteriormente, de que los árboles pasaban un tiempo en viveros antes de ser plantados (cuando alcanzaban un grosor de 5-6,5 onzas [1. Legajo 17]). Aparte de ello, estos documentos no especifican dónde y cuándo exactamente se hicieron las plantaciones. Respecto a las hayas trasmochas, no se han encontrado investigaciones dendrocronológicas. Sin embargo, sus diámetros tienden a ser unos 10 cm superiores a los robles, por lo que también podrían datar de la misma época, teniendo en cuenta que en Artikutza y en zonas próximas (Herrera et al., 2002; Tamayo et al., 2008) las hayas crecen más rápido. Pero también es verdad que su distribución de frecuencias diametrales no parece del todo unimodal (fig. 7). Trasmoches ocasionales "in situ" podrían haber creado una mayor variedad de generaciones de trasmochos en las hayas con respecto a los robles. El número de hayas plantadas en el siglo XVIII es muy bajo [1. Legajo 17] (Mutiloa, 1976), quizás por lo bien que se desarrollaba en Artikutza. Además, ya en escritos de esta centuria se habla del trasmoche de árboles en el monte en el Hecho ajustado de 1752 [1]. Este trasmoche, más improvisado que el aplicado sobre pies transplantados y por tanto, más probablemente continuado en el tiempo, explicaría las amplias distribuciones de clases diametrales de hayas trasmochas a principios del siglo XX [2] (fig. 6) y de la mayoría de las hayas más gruesas (Ø > 70 cm) de la actualidad (fig. 7). El resultado final ha supuesto una densidad de hayas gruesas al nivel de hayedos considerados vírgenes, si bien en éstos las hayas crecen más lentamente y los ejemplares más viejos superan los 450 años de edad (Trotsiuk et al., 2012).

Figura 10. Ejemplo de sustitución de un antiguo pasto arbolado de robles trasmochos por un hayedo cerrado. Bosque de Sasiaundi en primavera (Foto: Alberto Castro).

Figura 11. Haya trasmocha vieja en el cruce de Sasiaundi a Goizarin en primavera. Aunque ahuecada, quizás sea la más gruesa de Artikutza, con un perímetro que supera los 5 m (Foto: Alberto Castro).

TABLA 2. Número de robles y hayas trasmochos y porcentajes (entre paréntesis) contabilizados en 13 parcelas de trasmochos. Datos tomados de Castro (2016).

ESPECIE	VITALIDAD	EN ROBLEDALES	EN HAYEDOS	TOTAL
Roble	Vivos	85 (80)	10 (40)	95 (73)
	Muertos en pie	7 (7)	1 (4)	8 (6)
	Tocones	14 (13)	14 (56)	28 (21)
	Total	106 (100)	25 (100)	131 (100)
Haya	Vivas	2 (67)	35 (81)	37 (80)
	Muertas en pie	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	Tocones	1 (33)	8 (19)	9 (20)
	Total	3 (100)	43 (100)	46 (100)

Lo que se desprende de todo lo expuesto, es que a pesar de que los bosques bravos nativos de un siglo de edad presentan un gran valor ecológico por su rareza, todavía requieren de mayor tiempo para generar atributos propios de bosques maduros, proceso que se ve probablemente ralentizado por las características microclimáticas y fisiográficas propias de Artikutza. Pongamos como ejemplo el caso de la madera muerta y los árboles con cavidades, que muestran en Artikutza una baja tasa de generación. La acumulación de madera muerta alcanza valores muy por debajo de las medias mínimas esperadas de 112 y 132 m^3ha^{-1} para robledales y hayedos, respectivamente, de una edad de 96 años (Vandekerkhove et al., 2009). En el caso de las de cavidades, en hayedos bravos del Pirineo oriental se ha observado que el 20 % y el 50 % de las hayas de Ø ≈ 55-75 y Ø > 70 cm, respectivamente, ya las poseen (Camprodón et al., 2008). En los hayedos bravos de Artikutza ambas clases diametrales presentan densidades de 21 ha^{-1} por lo que ya deberían encontrarse más de 10 árboles con cavidades ha^{-1}. Esto puede deberse a que en bosques montanos, como el de Artikutza, la masa arbolada estaría protegida en los valles frente a eventos meteorológicos como temporales y por tanto se daría una entrada menor de madera muerta al sistema (Christensen et al., 2005). Del mismo modo, los eventos naturales (viento, nieve, etc.) de rotura de ramas que actuasen como focos de desarrollo de cavidades (Camprodon et al., 2008) serían menos acentuados en Artikutza. Por consiguiente, el bosque de Artikutza seguiría la típica dinámica de cobertura forestal continua, en la que los enclaves expuestos al sol o claros son pequeños, interrumpiendo de forma esporádica la superficie forestal. Estos claros se forman por la rotura o caída de uno o unos pocos árboles por causas habitualmente naturales: viento, enfermedades, competencia por recursos, muerte natural, etc. (Stokland et al., 2012). La apertura de grandes claros por incendios y fuertes temporales parece ser un fenómeno de muy escasa entidad en Artikutza.

En cambio, los bosques trasmochos se acercan algo más al estado de un bosque viejo o sin explotar por varias décadas, al partir de una situación inicial, tras el cese de la explotación, de mayor presencia de árboles más gruesos, lo que influye en acumular mayores cantidades de madera muerta (Vandekerkhove et al., 2009) y presentar mayores frecuencias de cavidades generadas a partir de las cicatrices de podas pasadas. En general, los robledales presentan menor volumen de madera muerta caída porque el sistema radical del roble retrasa la caída del árbol muerto (Peterken, 1996). Precisamente, el único indicador en el que los bosques bravos superan a los trasmochos es en el de densidad total de árboles muertos en pie. Lo más probable es que este fenómeno se deba a que en los bosques de bravos aún se dan procesos de exclusión competitiva, lo que provoca gran mortalidad de árboles con diámetros menores e indicando otra vez que el bosque aún no es maduro (Stokland et al., 2012). A este respecto, las densidades promedio de árboles vivos (error estándar entre paréntesis) han sido: 419 (40) en robledales, 312 (20) en robledales trasmochos, 295 (15) en hayedos y 225 (31) en hayedos trasmochos. En cualquier caso, la densidad promedio de troncos muertos en pie no se puede considerar una falta de disponibilidad de este recurso en los bosques trasmochos, pues el gran tamaño de los árboles vivos trasmochos, que presentan varias partes con madera muerta, tiene un efecto compensatorio.

Si bien hoy día los bosques trasmochos de Artikutza presentan un gran valor, no están exentos de algunos problemas de conservación. Por un lado, existe un proceso homogeneizador del hábitat que consiste en el ensombrecimiento del sotobosque prácticamente en toda

la cobertura forestal de Artikutza que favorece a las especies de sombra. Por otro lado, existe una pérdida de trasmochos antes de su reemplazo por árboles bravos debido a su riesgo de rotura por inestabilidad estructural al haberse interrumpido los ciclos de poda. Una estimación gruesa indica que al menos se han perdido el 27% de los robles y un 20 % las hayas trasmochos (Tabla 2). Sin embargo, estos valores están probablemente subestimados, ya que muchos tocones de trasmochos (indicadores de los que hubo en el pasado) podrían haberse perdido hace tiempo. Además, conforme las ramas crecen y aumenta su peso, el riesgo de colapso del árbol trasmocho aumenta (Londsdale, 2013). A ello se suma la expansión competitiva del bosque joven junto a los trasmochos que probablemente acelerará su mortalidad. La prioridad de conservación, por consiguiente, debería centrarse en los robles (fig. 12) y robledales trasmochos por varias razones ya señaladas: mayores tasas de pérdida, problemas más acusados de reemplazo generacional de árboles viejos, menor superficie de distribución potencial, crecimiento más lento y desventaja competitiva frente al haya.

Figura 12.

En esta situación, la medida de gestión recomendada para los bosques bravos sería la de seguir permitiendo su maduración natural. En cuanto a la persistencia del arbolado trasmocho, a corto plazo se trataría de reducir la competencia alrededor de los trasmochos que se encuentren total o parcialmente rodeados por árboles de especies exóticas, aunque sin abrirse un claro de golpe de una vez, pues se sometería repentinamente al árbol a condiciones diferentes a las que está acostumbrado (Read, 2000). A medio y largo plazo, en principio sería conveniente un seguimiento de la pérdida del arbolado trasmocho e ir comprobando si la maduración de los bravos llega a tiempo para sustituirlos. En caso negativo, existirían varias alternativas, complementarias entre sí, que podrían aplicarse en el futuro. Por ejemplo, generando de manera artificial hábitat propio de bosques maduros en las plantaciones de roble americano emulando las experiencias de otras reservas forestales (ver Cavalli & Mason, 2003; Mason, 2003): agujereando árboles para crear cavidades, anillando otros gruesos para generar grandes árboles muertos en pie, etc. También se podrían colocar cajas nido para especies exigentes, como es el caso de algunos invertebrados cavícolas (Jansson et al., 2009; Carlsson et al., 2016). Otra posibilidad consistiría en podar de manera cuidadosa varios trasmochos para liberar peso de las ramas y reducir así su inestabilidad mecánica. Antes de aplicar estas podas, sería necesario revisar lo aprendido sobre las mismas en las experiencias que se han comenzado a llevar a cabo en las proximidades del área de estudio (Cousins & DuVal, 2012; Read et al., 2013; Riaño et al., 2013) y desde luego, previamente habría que seleccionar los trasmochos a podar, tras una valoración de su riesgo de caída, por especialistas.

Sea como fuere, la abundancia, dispersión y conectividad del arbolado trasmocho es elevada en Artikutza, al menos en la mitad norte (Ekilan, 2012), por lo que es probable que varias de las actuaciones propuestas no sean necesarias en el futuro. El tiempo lo dirá.

Figura 12. Estos viejos robles trasmochos de Egazkin ejemplifican los árboles de mayor valor de conservación en Artikutza por su rica oferta de microhábitats para la biodiversidad: cavidades, pudriciones, irregularidades, gran tamaño, etc. Además, se hace patente el cambio estacional del bosque, pues las imágenes corresponden al 27 de abril y 27 de mayo del año 2016 (Fotos: Alberto Castro).

6. Resumen conclusivo

Probablemente, la vegetación en Artikutza haya evolucionado de manera continua desde el Carbonífero, momento a partir del cual el territorio queda emergido. Sin embargo, la ausencia de fósiles, debida a la naturaleza geológica del terreno, impide la identificación de cualquier tipo de flora primitiva directamente ligada a Artikutza.

Las primeras señales de actividad humana corresponden a pastoreo, manifestado por la presencia de estructuras megalíticas desarrolladas entre 2000 y 900 a. C. Sin embargo, la documentación histórica consultada no menciona usos relacionados con el bosque hasta el siglo XIII, también relacionados con pastoreo.

Hasta el siglo XVII, la compaginación de pastoreo, carboneo y extracción de madera supone organizar el territorio en seles y bustalizas de árboles generalmente bravos y en terrenos de jaros temporalmente vedados. La actividad humana favorece a los robles en detrimento del haya, promoviendo también, aunque en menor medida, los castaños junto a los ríos y alrededor de las edificaciones. En cuanto al arbolado trasmocho, la mayoría de los robles se implantan en el siglo XVIII y las hayas además durante el XIX, creando un paisaje con predominio de pastos arbolados de jaros y trasmochos con muy pocos árboles bravos que se prolonga hasta el año 1919, momento en el que Ayuntamiento de San Sebastián adquiere Artikutza y promueve el cese de las explotaciones. Desde entonces el hayedo, como vegetación potencial dominante del territorio, comienza a regenerarse, en terrenos en parte ocupados por robles trasmochos, que son talados. Este proceso, junto a la ocupación espontánea de pastizales abandonados, da lugar a los actuales hayedos bravos. Los robledales jaros se abandonan, sus troncos crecen y en las solanas se regenera el robledal, dando lugar a los actuales robledales bravos. Las masas de trasmochos, entre las que se entremezclaban robles y hayas, se ensombrecen por el crecimiento de árboles bravos bajo ellos y según el predominio de una especie u otra, dan lugar a los actuales robledales y hayedos trasmochos. Durante el siglo XX y sobre todo en la primera mitad, se realizan plantaciones con especies alóctonas que dan lugar a las que se observan actualmente. Todos estos procesos reforestadores desembocan en la actual máximo de superficie boscosa en Artikutza. Tan sólo permanecen deforestadas, como lo han estado en las últimas centurias, algunas zonas cimeras y el terreno previamente ocupado por el embalse, recientemente vaciado.

Producto de estas vicisitudes históricas, se ha generado en Artikutza un bosque nativo denso en el que prevalece el hayedo, seguido del robledal y con escasa y difusa representación de otro arbolado caducifolio autóctono, que además se mezcla con los anteriores. En general, el bosque presenta un gran valor debido a la gran masa forestal continua bien conectada que presenta y al hecho de que numerosas zonas han permanecido sin explotar durante casi un siglo. En esta situación, los enclaves con trasmochos poseen un alto valor de conservación por su complejidad estructural reflejada en densidades significativas de árboles viejos (papel que cumplen los trasmochos), grandes acúmulos naturales de madera muerta y amplitud y variedad de clases diametrales de troncos. Las cifras de estas variables sitúan a los bosques trasmochos de Artikutza al nivel de bosques viejos cerca de un estado virgen. Atendiendo a los mismos criterios, los bosques bravos están al nivel de los gestionados con criterios conservacionistas.

Las perspectivas de conservación del bosque de Artikutza son buenas, aunque no exentas de retos. En favor de su preservación, cabe señalar que la gestión actual sigue orientándose a la maduración espontánea del bosque. Además, conforme se van talando las plantaciones alóctonas, se promueve el arbolado autóctono (excepto el haya, para favorecer especies menos comunes) en el espacio dejado por aquellas. Entre los desafíos, hay que asegurarse que los actuales árboles viejos (trasmochos) tienen un reemplazo generacional, sobre todo en el caso de los robles (fig. 13), lo que requiere de un seguimiento antes de tomar medidas, aunque por el momento podrían liberarse de competencia los trasmochos que estén rodeados de especies exóticas. Otro posible problema es la homogeneización de la masa como bosque

cerrado, que podría paliarse y compaginarse con otro reto, el del plan de introducción de ganado, que gestionado adecuadamente podría diversificar la oferta de hábitat para las especies forestales. Finalmente y en relación a todo lo expuesto, la reciente declaración de Artikutza como ZEC se muestra como un marco instrumental adecuado para garantizar la conservación del bosque.

Agradecimientos

Gran parte de los resultados de este trabajo se deben al proyecto "Uso histórico del bosque autóctono y poblaciones, diversidad y disponibilidad de hábitat de coleópteros saproxílicos amenazados en el LIC de Artikutza" financiado en 2015 por una beca de investigación otorgada por el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Parte del trabajo de los hayedos fue realizado en el marco de unos campos de trabajo para jóvenes financiado por Fundación Kutxa en 2004 en el que asistieron como monitores Eneko Agirre, Lina Andueza, Mikel Errazkin y Nekane González y en el que colaboraron como participantes Haizea Agirre, Nagore Aizpurua, Naia Alkorta, Jon Altuna, José Manuel Díez, Zuriñe Elosegi, Alazne González, Mireia Izagirre, Ohiana Jaka, Maialen Martin, Jokin Orobengoa, Ainhoa Oruna, Sergio Tejada y Miren Urbieta.

Álvaro Aragón (UPV-EHU) ha revisado el texto aportando valiosos comentarios, además de asistencia en la búsqueda de información. José Miguel Lana Beristain (Universidad de Navarra) facilitó datos de plantaciones históricas. Alazne Casis, Alba Costa y Jon Aizpurua colaboraron en algunas labores de campo.

El administrador de Artikutza, Iñaki Uranga y los guardas Agustín, Aitor, Arkaitz, Iosu, Jesus y Txamo facilitaron los accesos a diferentes puntos de Artikutza y atendieron en numerosas consultas. El Ayuntamiento de Goizueta atendió amablemente a las numerosas jornadas de consulta de sus archivos.

Figura 13.

Figura 13. Gran roble caído en Urdallue. El seguimiento de las tasas de muerte de estos valiosos árboles aporta una información imprescindible para la gestión de la conservación del arbolado (Foto en invierno: Stellamaris Sotomayor).

Bibliografía

Agirre, E. 2003. Artikutza: guía del visitante. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Aragón, A. 2009. Una longeva técnica forestal: los trasmochos o desmochos guiados en Guipúzcoa durante la Edad Moderna. En: UNED. Espacio, Tiempo y Forma. Serie IV, Historia Moderna. Tomo 22: 73-105.

Aragón, A. 2015. Relaciones ganaderas entre Navarra y Guipúzcoa durante la Baja Edad Media y el comienzo de la Edad Moderna. En la España Medieval 38: 13-35.

Arrizabalaga, A., Iriarte, M. J. 2011. Arkeologia 0.1. Los grupos de cazadores-recolectores en la prehistoria de Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián.

Barrio, L. 1989. Catálogo y cartografía de las estaciones megalíticas de Goizueta-Artikutza-Aranaz y Agiña-Lesaka (Navarra). Munibe (Antropologia-Arkeología) 41: 101-132.

Blanco, E., Casado, M. A., Costa, M., Escribano, R., García, M., Génova, M., Gómez, A., Moreno, J. C., Morla, C., Regato, P., Sainz, H. 1997. Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Planeta. Barcelona.

Camprodon, J., Salvanyà, J., Soler-Zurita, J. 2008. The abundance and suitability of tree cavities and their impact on hole-nesting bird populations in beech forests of NE Peninsula. Acta Ornithologica 43 (1): 17-31.

Carlsson, S., Bergman, K.O., Jansson, N., Ranius, T., Milberg, P. 2016. Boxing for biodiversity: evaluation of an artificially created decaying wood habitat. Biodiversity and Conservation 25: 393-405.

Carrión, I. 1996. Los antiguos pesos y medidas guipuzcoanos. Vasconia 24: 59-79.

Castro, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, an 80-year-old-beech forest in Navarra (northern Spain). Munibe, Ciencias Naturales-Natur Zientziak 57: 257-284.

Castro, A. 2016. Uso histórico del bosque autóctono y poblaciones, diversidad y disponibilidad de habitat de coleópteros saproxílicos amenazados en el LIC de Artikutza. Informe Técnico. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Mendiola, I., del Barrio, L., Zorrakin, I. 1989. Guía Ecológica de Artikutza (Naturaleza y Huella Humana). Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Catalán, P., Aizpuru, I., Barturen, M.R. 1988. Proyecto de reserva natural en Artikutza (Navarra). Estudio ecológico. En: Actas del Congreso de Biología Ambiental. II Congreso Mundial Vasco. Tomo I. Iturrondobeitia, J.C. (Ed.): 287-302. Gobierno Vasco y Universidad del País Vasco.

Cavalli, R., Mason, F. 2003. Techniques for re-establishment of dead wood for saproxylic fauna conservation. Life Nature project NAT/IT/99/6245 "Bosco della Fontana" (Mantova, Italy). Scientific Reports, 2. Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversitá Forestale di Verona – Bosco della Fontana, Gianluigi Arcari Editore. Mantova. Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=BOSCO_FONTANA_deadwood.pdf.

Celaya M. La traída de aguas. Boletín de Información Municipal (San Sebastián), Año 11: 41-63.

Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E. P., Odor, P., Standovár, T., Rozenbergar, D., Vrska, T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. Forest Ecology and Management 210 (1): 267-282.

Cousins, S.J., DuVal, A.E. 2012. Management approaches for protected areas of cultural and biological significance: the beech Pollards of Aiako Harria Natural Park. Chapter 1. In: Integrative protected area management: reconciling conservation, restoration, and recreation objectives in Aiako Harria Natural Park. Ashton, M., Muruetagoenia, T., DuVal, A. (eds): 1-21. Nova Publishers. Hauppauge.

Donézar, J. Mª. 1991. Navarra y la desamortización de Mendizábal (1836-1851). Gobierno de Navarra. Pamplona.

Dorronsoro, B., Lozano, P.J., Latasa, I. 2015. Nafarroako Artikutzako baso landarediaren inbentarioa karakterizazioa eta egituraren analisia. Lurralde 38: 159-186.

Ekilan S.L. 2012. Proyecto de Ordenación forestal y Plan de Gestión del LIC de Artikutza. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián y Gobierno de Navarra.

Erriondo, M. 1988. Artikutza. Toponimia actual y antecedentes históricos. Institución Príncipe de Viana 51: 119-142.

Guerendiáin, V.G. 1953. Algunas medidas empleadas en el antiguo Reino de Navarra. Príncipe de Viana 14 (52): 395-400.

Herrera, J., Olano, J.M., Laskurain, N.A., Loidi, J., Escudero, A. 2002. Reconstrucción de la historia de un abedular-hayedo. Naturzale 17: 111-132.

Jansson, N., Ranius, T., Larsson, A., Milberg, P. 2009. Boxes mimicking tree hollows can help conservation of saproxylic beetles. Biodiversity and conservation 18 (14): 3891-3908.

Kirby, K.J., Reid, C.M., Thomas, R.C., Goldsmith, F.B. 1998. Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. Journal of Applied Ecology 35: 148-155.

Loidi, J., Biurrun, I., Campos, J. A., García-Mijangos, I., Herrera, M. 2011. La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000. Universidad del País Vasco (edición electronica). Disponible en: https://web-argitalpena.adm.ehu.es/pdf/UWLGBI7314.pdf.

Lonsdale, D. (Ed.). 2013. Ancient and other veteran trees: further guidance on management. Tree Council. London.

Magri, D., Vendramin, G. G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gömöry, D., Latalogowa, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J. M., Tantau, I., van der Knaap, W. O., Petit, R. J., de Beaulieu, J-L. 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. New phytologist, 171(1), 199-221.

Mason, F. 2003. Guidelines and aims of the Project Life NAT/IT/99/006245 "Bosco della Fontana: urgent conservation actions on relict habitat". En: Proceedings of the International Symposium "Dead Wood: a key to diversity. Mason, F., Nardi, G. & Tisato, M. (Eds.): 41-44. Mantova. May 29th -31st 2003.

Melo, A. 1999. Las ferrerías de Goizarin y Elama. Cuadernos de etnología y etnografía de Navarra 74: 731-758.

Merino y Vergara, S. 1868. El Sistema Métrico-Decimal Aplicado a Navarra. Imprenta de Tiburcio Iriarte. Pamplona.

Montesinos, L. 2013. Iraliku´k: la confrontación de los comunales. Etnografía e historia de las relaciones de propiedad en Goizueta. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Mugueta, I. 2009. La primera industrialización en Navarra: las ferrerías de la Baja Edad Media. Huarte de San Juan. Geografía e Historia 16: 9-58.

Mujika, J. A., Edeso, J. M. 2011. Arkeologia 0.2. Primeros agricultores y ganaderos en Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián.

Mutiloa, J. Mª. 1976. Roncesvalles en Guipúzcoa. III. La desamortización en Articuza y Cegama. Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa. Donostia-San Sebastián.

Peñalver, X., San Jose, S. 2011. Arkeologia 0.3. La Edad del Hierro en Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián.

Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J.A., Galop, D. 2015. Vegetation dynamics and human activity in the Western Pyrenean Region during the Holocene. Quaternary International 364: 65-77.

Perurena, P. 2008. Goizueta 1427ko apeoan. Fontes Linguae Vasconum 108: 379-393.

Peterken, G.F. 1996. Natural Woodland. Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Read, H. 2000. Veteran Trees: a Guide to Good Management. English Nature. UK.

Read, H., Dagley, J., Elosegui, J.M., Sicilia, A. & Wheater, C.P. 2013. Restoration of lapsed beech pollards: evaluation of techniques and guidance for future work. Arboricultural Journal 35: 74-90.

Riaño, P., Mugarza, V., Mondragón, I., Portu, I., de Francisco, M., Cantero, A. 2013. Proyecto LIFE Biodiversidad y Trasmochos. Manejo y conservación de los hábitats de *Osmoderma eremita*, *Rosalia alpina* y otros saproxílicos de interés comunitario en Gipuzkoa. En: 6_ Congreso Forestal Español. Montes, Servicios y Desarrollo Rural, Sociedad Española de Ciencias Forestales (eds): 16 pags. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria-Gasteiz. 10–14 Junio. http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-128.pdf. Acceso 21/4/2015.

Rozas, V. 2004. A dendroecological reconstruction of age structure and past management in an old-growth pollarded parkland in northern Spain. Forest Ecology and Management 195: 205-219.

Rozas, V. 2005. Dendrochronology of pedunculated oak (*Quercus robur* L.) in an old-growth pollarded woodland in northern Spain: establishment patterns and the management history. Annals of Forest Science 62: 13-22.

Stokland, J.N.; Siitonen, J., Gunnar-Jonsson, B. 2012. Biodiversity in Dead Wood. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Susperregi, J., Prado, S. 2003. Dendrocronología del roble en Gipuzkoa. Análisis climático a partir de las series de crecimiento. Boletín Arkeolan (11): 127-184.

Tamayo, I., Mendizabal, M., Laskurain, N.A., Herrera, J., Aldezabal, A. 2008. Urkidi-pagadi baten dinamika: *Quercus*-en dendrokronologia. Naturzale 19: 185-197.

Torres, J. A., Viera, L. I. 1983. Mapa geológico de Euskalerria. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián.

Trotsiuk, V., Hobi, M. L., Commarmot, B. 2012. Age estructure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). Forest Ecology and Management 265: 181-190.

Vallauri, D., André, J., Blondel, J. 2003. Le bois mort, une lacune des fôrets gérées. Revue Forestière Française 2: 3-16.

Vandekerkhove, K., De Keersmaeker, L., Menke, N., Meyer, P., Verschelde, P. 2009. When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. Forest Ecology and Management 258: 425-435.

Zabala, A. Los leñadores de Artikutza. Boletín de Información Municipal (San Sebastián), Año 11: 39-40.

Zapata, L. 2002. Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: análisis de restos vegetales arqueológicos. Kobie, Anejo 4. Diputación Foral de Bizkaia.

Archivos consultados

[1]	Archivo Municipal de Goizueta. Sección 3.2. Libro 17. Libro de viveros y plantaciones. Sección 8.11. Real Colegiata de Roncesvalles, Señorío de Alduncin, Anizlarrea. Legajo 1. 1376-1599. Sin título determinado. Legajo 13. 1521. Documento sin título. 1567-1872. Diversos dictámenes y pleitos sobre cortes de árboles en Anizlarrea y sobre otros aprovechamientos como leña y carbón. 1580-1827. Dictámenes y sentencias sobre roturas, pastos y helechales y prendamientos de ganado y convenios faceros. Legajo 15. 1580-1777. Documentos de Roncesvalles y Alduncin. Legajo 20. 1680. Escritura de convenio entre el cabildo de la Real casa de Roncesvalles y Juanes de Garbiso. 1680. Escrituras sobre las ferrerías de Elama. 1694. Sentencias sobre pleitos entre Goizueta y Roncesvalles: prendamientos de yeguas. Legajo 30. 1761-1768. Cartas del cabildo de Roncesvalles y copias de las respuestas de estas. Legajo 35. 1788-1844. Sin título determinado: Mención al Hecho ajustado de los cuatro pleitos entre el cabildo de Roncesvalles y la villa de Goizueta de 1752. Copia del Boletín Oficial de Venta de Bienes Nacionales Nº 1835 de 26 de julio de 1844. Legajo 50. 1815. Tres escrituras iguales de convenio y transacción entre Goizueta y Roncesvalles. Legajo 75. 1844-1922. Documentación sin título: Documentos sobre incidencias con la Colegiata de Roncesvalles sobre Articuza: copia de la Escritura del Convenio Facero entre Goizueta y Roncesvalles. Tasación de la posesión de Artikutza de 1850. Cartas entre el Marqués de Acillona y Goizueta entre 1909-1910. Interdicto de 1920 por el que se expulsa a los pastores de Artikutza. Brean, C. 1863. Mapa general que comprende los términos de Anizlarrea propios de la Real Casa de Roncesvalles y de la Enderecera de Eliberria de la Villa de Goizueta. 1 Copia. Actualización del mapa de 1792 de Hugartemendia y Martínez Corcín.
[2]	Archivo Municipal de Donostia-San Sebastián. Libro 2048. Expediente 1. 1919-1924 Administración e inquilinato de la finca Artikutza: rentas, asistencia médica, escuelas, repoblación forestal, etc. 2 planos. Expediente 3. 1919-1934. Repoblación forestal de la finca Artikutza. Expediente 4. 1919-1922. Pastoreo en la finca Artikutza. Expediente 6. 1919-1923. Labores de carboneo y venta de leña de la finca de Artikutza. Libro 2051. Expediente 1. Tomás Erice. 1903. Proyecto de ordenación del monte Articutza.
[3]	Documentación del Guarderío de Artikutza. Martin Alberdi. Sin fecha. Relación parcelaria de Articuza. Por Martin Alberdi. 1952-1993. Recibos y talonarios de prendimientos de ganado. 1956-1969 y 1980-1993. Partes de prendimientos de ganado. 1953-2004. Libro resumen de plantaciones del guarderío de Artikutza.
[4]	Fondo de Reserva del Koldo Mitxelena. Heraldo Alavés. 1907-1908. Anuncios de prensa publicitaria de agosto de a enero. Obtenidos a través de la página web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/busqueda.cmd
[5]	Archivo General de Navarra. 1777. Villa de Goizueta contra la Real Casa de Roncesvalles. Proceso sobre que subsista en don Martín José de Huici el depósito mandado hacer en el producto de los cortes de árboles bravos en Anizlarrea, y que se reintegre a la villa los daños provocados por el corte. AGN, 155908. Plantaciones llevadas a cabo en Anizlarrea por Roncesvalles entre 1721 y 1825.
[6]	Archivo Digital Real y General de Navarra. Diputación Foral de Navarra. 1870-1890. Planos de masas de cultivos. Definitivos. Distrito de Goizueta: Articuza. Escala 1:10.000. Acuarela sobre papel. Referencia. ES/NA/AACF/1/001/02/02.08/02.08.02/02.08.02.01/306623.

VIII
Diversidad taxonómica y funcional de los hongos

Isabel Salcedo

Dpto. Biología Vegetal & Ecología. Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU
isabel.salcedo@ehu.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Onddoen dibertsitate taxonomikoa eta funtzionala

Onddoak bizidun talde megadibertsoa eta ezezaguna da, baina talde gakoa da eta badu giza jarduera askotan eragin handia ere. Landare gehienek (% 92ek) onddoekin mikorrizak izendaturiko elkarte mutualistak ezarri dituzte. Gaur egun ikusi da onddo dibertsitatean gehien eragiten duen faktorea zurezko hondar aniztasuna dela. Horregatik, egun basoen kudeaketan onddo lignikoleen dibertsitatea mantentzeko enbor hilen kopurua eta aniztasuna nahitaezkoa hartzen da. Elkarte likenikoak (onddo-alga) arrakastatsuak izan dira lehorrean, baina bere funtzionamendurako, landareen modura, argiarekiko dependenteak dira, eta lurralde bateko mikobiota aztertzerakoan bananduta aztertzen dira. Azkenik, onddo bizkarroiak ditugu, ostalarian nolabaiteko galera eragiten dutena edo batzuetan heriotza eragin ere. Baso ekosistemek, oro har, onddo dibertsitatea handia izaten dute, bertan onddoentzat txoko ekologiko ugari aurki daitezkeelako.

Egun, munduan 99.000 onddo espezie deskribatuta daude, baina onddo taldea ezezaguna den heinean, egin diren estimazioen arabera, baliabide molekularren aurkikuntzetan oinarriturik, estimazio hau 3,5 eta 5,1 milioi izan zitekeela plazaratzen da. Artikutzan onddoen dibertsitate espezifikoa aztertzen duen lan espezifikorik ez da ezagutzen, eta argitalpen espezifikorik ezta ere. Hori dela eta, lan honetan ARAN-Fungi (GBIF.es-en eskuragarri), BIO-Fungi eta PORTU herbarioetako datu-baseetatik bildutako informazioa erabili da. Egungo informazioarekin Artikutzarako 482 makromizeto jasota ezagutzen dira, hauetatik 407 espezie (% 85) Basidiomycota dibisiokoak, 74 espezie (% 15) Ascomycota eta *Pilobolus kleinii* espeziea Zygomycota dibisiokoa izanik.

Laburbilduz, Artikutzako onddoen dibertsitate espezifikoa altua dela esan daiteke; izan ere Artikutzako eremuaren inbentario zehatzik ez egon arren, espezie ugari bildu dira. Halaber, espezie batzuk garrantzitsuak dira, horregatik Artikutza garrantzi ekologiko handiko eremua bihurtzen da, bereziki onddoentzat.

1. Introducción

Los hongos son un grupo de organismos megadiverso y desconocido, pero hoy día se sabe que juegan un papel fundamental en los ecosistemas, y además tienen una gran influencia en las actividades humanas. Su peculiaridad está determinada por un lado, en su tipo de nutrición, ya que son heterótrofos osmotróficos (liberan al medio enzimas y absorben la materia orgánica resultante), y por otro lado, en su simplicidad morfológica, y esto les ha llevado a desarrollar una gran variedad de estrategias tróficas y a establecer múltiples alianzas con otros organismos. Como Katherine Willis (2018) señala, es cierto que cuanto más conocemos sobre los hongos, más nos damos cuenta de cómo este desconocido grupo de organismos sustenta toda la vida en la Tierra. No sólo es imprescindible su función como descomponedores, como mutualistas o patógenos de plantas y animales; sino que determinan el ciclo del carbono en los suelos y ayudan a la supervivencia de otros organismos del mismo. Además, proporcionan beneficios directos a los humanos, desde setas comestibles a levaduras para producción de pan, cerveza y antibióticos, entre otros.

2. ¿A qué llamamos hongos?

Históricamente los hongos fueron considerados próximos a las plantas, quizá debido a su dependencia al sustrato y formación de esporas; sin embargo, Whittaker en 1969 presentó una nueva propuesta de 5 reinos para la clasificación de los seres vivos, donde los hongos eran tratados como un tercer reino de organismos multicelulares, basado entre otras cosas, en el tipo de nutrición. No obstante, hoy día y con las herramientas moleculares desarrolladas, se sabe que los hongos en sentido amplio es un grupo polifilético, que por convergencia comparten el tipo de nutrición y la morfología general, pero que sus relaciones filogenéticas están muy alejadas (Baldauf, 2003). La mayoría de los verdaderos hongos, eumicotas, y en sentido estricto reino Fungi, carecen de células flageladas y presentan cuerpos filamentosos (hifas) con pared celular de quitina, pero comparten con los animales un antepasado flagelado común (Berbee & Taylor, 2010; Hibbett et al., 2007). En este grupo se encuentran los hongos que conocemos como mohos, levaduras, setas, yescas, royas y tizones.

3. Diversidad funcional

Turner et al. (2013) consideran que el rendimiento de una planta es en gran medida una función del microbioma edáfico de la misma, y por extensión se puede decir que una alta diversidad microbiana del ecosistema, y en particular del bosque, determina la estructura, función y servicios del mismo, y por ende la productividad del ecosistema. Los hongos aumentan la capacidad de absorción efectiva de la planta, suministrando nutrientes y agua a cambio de fotosintetizados; y por ello, la mayoría de las plantas (92%) han establecido asociaciones mutualistas con muchos hongos, formando las micorrizas (Brundrett & Tedersoo, 2018).

Existen diferentes tipos de micorrizas, clasificadas en base a las características morfo-anatómicas que resultan de la asociación hongo-raíz, así como del grupo de hongos y las plantas implicadas. Las endomicorrizas, también llamadas micorrizas arbusculares (AM), son las más extendidas en el mundo vegetal, ya que el 72% de las plantas terrestres presentan este tipo de asociación; sin embargo, son unas grandes desconocidas, ya que los hongos implicados en esta asociación pertenecen a la división Glomeromycota, cuyas estructuras tanto

Figura 1.

Figura 2.

vegetativas (hifas) como reproductoras (esporas) son microscópicas y todo su ciclo de vida pasa oculto en el suelo. Este tipo de micorrizas es dominante en la mayoría de los ecosistemas; sin embargo, los miembros de las familias Betulaceae, Fagaceae, Pinaceae y Salicaceae, formadoras de comunidades boscosas en las regiones templadas, forman ectomicorrizas (EcM). Los hongos implicados en la formación de EcM son diversos y pertenecen en su mayoría a diferentes linajes de los Agaricomycetes, también a varios grupos de Pezizomycetes dentro de los Ascomycota y sólo a 4 géneros de Endogonomycetes y un género mitospórico (*Cenococcum*). Estas micorrizas históricamente fueron las primeras en ser reconocidas ya que como resultado de la asociación hongo-raíz se desarrollan puntas de raíces hipertrofiadas de morfología y características definidas (Fig.1). Además, los hongos implicados en la formación de EcM son conocidos, como por ejemplo los géneros *Amanita, Boletus, Cantharellus, Lactarius* (Fig.2)*, Russula, Scleroderma* y *Tuber* entre otros, porque además de su fase vegetativa (micelio) que se desarrolla hipógeamente, en la fase sexual de su ciclo forman cuerpos fructíferos más o menos visibles, y éstos mayormente son epígeos. Por otro lado, muchas de estas especies tienen una gran importancia a nivel gastronómico, y por lo tanto muy conocidas y apreciadas en algunas regiones, como por ejemplo el País Vasco.

Aunque estos dos tipos de micorrizas son los más importantes, cabe señalar que las orquídeas (10% de las plantas) forman micorrizas orquideoides y por otro lado, los miembros de la familia Ericaceae desarrollan las llamadas micorrizas ericoides y arbutoides, todas ellas con morfología propia (Tedersoo & Smith, 2017, Brundrett & Tedersoo, 2018).

Si los hongos micorrízicos son fundamentales para las plantas vivas, los hongos saprobios, al utilizar la materia muerta como fuente de nutriente, se convierten, asimismo, en imprescindibles en los ecosistemas y en ciclo de los elementos. Los hongos descomponedores de compuestos orgánicos no muy complejos (hemicelulosa, celulosa…) se encuentran en diferentes phyla de hongos, y con frecuencia se les conoce con el nombre genérico de mohos. Principalmente son miembros de los Zygomycota y otros muchos son hongos mitospóricos (Ascomycota), y constituyen un grupo importante de la microbiota del suelo; aunque en general presentan vida críptica por ser su ciclo de vida totalmente hipógeo. Sin embargo, la utilización de compuestos carbonados complejos, lignina principalmente, como fuente de nutriente ha ido de la mano de la adquisición de enzimas peroxidasas, potencial desarrollado en muchos de los linajes de los Agaricomycetes (Floudas et al., 2012). Debido a la utilización de la lignina y la celulosa liberada estos hongos producen una degradación total de la madera, llamada podredumbre blanca, ya que ésta se queda blanquecina y fibrosa. No obstante, algunos linajes perdieron los genes relacionados con la producción de peroxidasas, por lo que sólo son capaces de utilizar la celulosa, dejando la lignina prácticamente intacta, y produciendo una podredumbre cúbica y marrón. Estos hongos descomponedores de la madera o lignícolas, en su mayoría, al tener una abundante fuente de carbono han podido desarrollar estructuras reproductoras más grandes, y visibles al ojo humano, y por ello se les conoce

Figura 1. Aspecto macroscópico de la ectomicorriza de *Lactarius deliciosus* con *Pinus* (Foto: M. Duñabeitia).

Figura 2. Basidiomas de la especie ectomicorrízica *Lactarius blennius* típica de hayedo (Foto: R. Picón).

Figura 3.

Figura 4.

Figura 5.

también con el nombre de macromicetos. Los hongos lignícolas son fundamentales en los ecosistemas, forestales principalmente, y son morfológica y taxonómicamente muy diversos (Hibbett et al., 2007). Dentro de los Agaricomycetes, serán las especies del orden Polyporales las grandes colonizadoras de este sustrato. En este grupo se encuentran las populares yescas, en unos casos ocasionando podredumbre blanca, como *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) Fr., o *Ganoderma* spp., y en otros casos con podredumbre cúbica como *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murrill o *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst., así como algunos agaricales (Fig.3). En el caso de los Ascomycota las especies del orden Xylariales también son lignícolas activos y producen podredumbre blanca (Fig.4).

Aunque todos los hongos lignícolas son dependientes de una fuente de madera muerta, no todos comparten la misma estrategia trófica. De hecho, se ha encontrado que la variedad de restos leñosos (especie, tamaño y grado de descomposición) es el factor que más influye en la diversidad de hongos que habitan en la madera, de la misma manera que el manejo forestal es el factor que más determina la variedad de restos leñosos (Abrego & Salcedo, 2013). Pese a que con frecuencia se señala que las especies de hongos lignícolas, con grandes y robustos cuerpos fructíferos, son vulnerables a las prácticas silviculturales, muy probablemente debido a la eliminación de los grandes restos que requieren (Bässler et al., 2014, 2016), también se ha constatado que cada tipo de resto leñoso alberga una micobiota especialista; y por lo tanto, los restos de todos los tamaños son esenciales para la conservación de los hongos (Hottola et al., 2009). Por ello, en la actualidad, se reconoce que el manejo forestal es uno de los principales factores que afecta el volumen y la calidad de la madera muerta y por lo tanto la diversidad de hongos lignícolas.

La estrategia de la simbiosis liquénica (alrededor de 15.000 especies, principalmente Ascomycota) también ha sido muy exitosa en el medio terrestre, ya que ha permitido a algunos hongos colonizar medios que sus dos componentes (micobionte y fotobionte) por separado no podrían colonizar. Sin embargo, el funcionamiento del liquen, como organismos dual hongo-alga, es muy diferente del resto de los hongos, ya que es dependiente de la luz y no tanto del sustrato, por lo que no suele abordarse con el resto de los hongos al analizar la micobiota de un territorio.

Y por último y no menos importante hay que mencionar los hongos parásitos que, aunque se pueden encontrar asociados a animales, como en el caso de *Cordyceps militaris* (L.: Fr.) Fr. y la procesionaria, son más frecuentes las asociaciones con especies vegetales. Los parásitos, en general, producen una merma en el hospedante (p.e. royas o mildiu), pero en otros casos provocan la muerte del hospedante [*Armillaria mellea* (Vahl : Fr.) P. Kumm.] (Fig.5).

Figura 3. Basidiomas de la especie lignícola *Mycena renati* (Foto: R. Picón).

Figura 4. *Xylaria hypoxylon*, ascomicota lignícola con su morfología típica de ápices bifurcados (Foto: R. Picón).

Figura 5. Basidiomas de la especie parásita *Armillaria mellea* (Foto: R. Picón).

4. Metodología para el estudio de la diversidad fúngica

Las muestras de los especímenes, y los datos de campo que las acompañan, acreditan la existencia de un hongo en un determinado territorio, al mismo tiempo que permiten verificar su correcta identificación, o realizar estudios de índole ecológico o filogenéticos posteriores (Wu et al., 2004). Estas colecciones de muestras se conservan en los Herbarios, sin embargo, en la actualidad no se considera una actividad prioritaria y carecen de personal y subvención para su mantenimiento. No obstante, nuevas investigaciones demandan una variedad de especímenes que representen las diferentes fases de desarrollo de un taxón, su rango de distribución geográfico, entre otras cosas, y estos datos son accesibles en las colecciones depositadas en los Herbarios.

La diversidad morfológica y funcional de los hongos determina que las muestras que pueden representar y testificar la presencia del mismo en un territorio sea diferente y por lo tanto también el método de recolección. Hemos mencionado que muchos hongos en su ciclo de vida forman estructuras reproductoras (cuerpos fructíferos) visibles, por ello llamados macromicetos; mientras que otros hongos son imperceptibles por no desarrollar estructuras macroscópicas, etiquetados como micromicetos. Así, en los macromicetos, los cuerpos fructíferos o el talo liquénico son las estructuras idóneas para preservarlas en las colecciones. Son dos las razones, reflejan bien las diferencias entre especies y son relativamente fáciles de conservar en seco. Para los micromicetos, el muestreo de campo se basa en técnicas edafológicas, y una vez obtenidos los cultivos aislados, por crecimiento en placa por ejemplo, se pueden mantener las muestras liofilizadas o congeladas. En el País Vasco hay varios Herbarios, en los que hay colecciones fúngicas, como son el Herbario de la UPV/EHU (**BIO-Fungi**) y otros vinculados a Sociedades Micológicas, de entre ellas destacar como más importantes, por número de especímenes y actividad, el Herbario de la Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi (**ARAN-Fungi**) y el Herbario de la Sociedad de Micología de Portugalete (**PORTU**).

Así mismo, hay que señalar que la existencia de nuevos enfoques moleculares ha permitido evaluar directamente la biodiversidad de los hongos, presentando un panorama mucho más diverso que el conocido hasta ahora. Estas herramientas moleculares permiten hacer visibles a numerosas especies que no lo eran con metodologías clásicas; además, se están describiendo grupos de especies crípticas, es decir aquellas que los taxónomos no son capaces de diferenciarlas morfológicamente, pero que aparecen separadas en los análisis filogenéticos.

5. El ecosistema bosque

Los ecosistemas forestales presentan, por lo general, una gran diversidad fúngica, ya que en ellos se pueden encontrar una gran variedad de nichos ecológicos para los hongos y por lo tanto una gran diversidad funcional y taxonómica de los mismos. En la finca de Artikutza, con su relieve accidentado y abrupto, con desniveles desde los 250 m a los 1.054 m de altitud, y su intenso régimen de lluvias, alrededor de 2.500 mm anuales, se encuentra una buena representación de la vegetación potencial de la región eurosiberiana, con predominio del hayedo acidófilo, y menor presencia de robledales atlánticos en las solanas y de alisedas bordeando los cauces fluviales (Catalán et al., 1989). Estos hayedos, densos y sombríos, pertenecen a la serie de los hayedos ombrófilos y acidófilos cantábricos del *Saxifrago hirsutae-Fageto sylvaticae* Sigmetum, son prácticamente monoespecíficos, dominados por las hayas, ya que éstas apenas toleran la presencia de otros árboles (Loidi et al., 2011). Las copas proyectan una sombra tan intensa que el sotobosque es pobre, pero fácilmente transitable, por lo que es un ecosistema muy apreciado por los micólogos. Estos hayedos, de interés comunitario europeo

(9120 Anexo I de la Directiva Hábitats 92/43/CEE), están en la actualidad bien representados en Artikutza, si bien han sufrido alteraciones antrópicas durante diferentes periodos de tiempo, más concretamente durante la explotación minera de hierro a cielo abierto, llevada a cabo entre los siglos XVI y XIX. Sin embargo, desde que el ayuntamiento de Donostia en 1919 comprara estos terrenos, ahora 100 años, la zona fue protegida para asegurar el suministro de agua, y hay certeza de que prácticamente ningún tipo de explotación ha ocurrido desde entonces en extensas superficies forestales (Castro Gil, 2009). Aunque con presencia más limitada también son de interés los robledales acidófilos (*Hyperico pulchri-Querco roboris*-S.), así como las alisedas riparias (*Hyperico androsaemi-Alno glutinosae* Geosigmetum) que acompañan a la rica red fluvial existente en la finca de Artikutza.

Este hecho convierte a Artikutza en una zona de alto interés tanto para estudios de biodiversidad como de recuperación, ya que podemos encontrar zonas donde apenas ha habido intervención humana, lo que la acerca a una situación poco frecuente de bosque bien conservado con abundancia y variedad de restos leñosos muertos; y por otra parte, en las zonas que han sufrido alteraciones por el impacto de minería se pueden hacer estudios para valorar e identificar procesos de los ecosistemas degradados, así como estimar la magnitud real de la recuperación.

6. Biodiversidad

Actualmente hay descritas alrededor de 99.000 especies de hongos, y a pesar de la dificultad de aislar y manipular algunos grupos y por lo tanto estar subestimados, se puede decir que los Ascomycota con 64.163 especies y los Basidiomycota con 31.515 especies son los grupos que comprenden la gran mayoría de la diversidad fúngica (Blackwell, 2011). Sin embargo, se considera un grupo desconocido debido a que según estimaciones conservativas como la de Hawksworth (1991), la hipótesis de 1,5 millones de especies podría ser razonable. Aunque para muchos micólogos este valor es considerado, hoy día, muy bajo porque hay numerosos hábitats potenciales no prospectados y muchos territorios no estudiados (Hawksworth, 2001). Además, el uso de herramientas moleculares se ha convertido en un instrumento poderoso para el descubrimiento de especies. Así, el análisis de muestras de ADN ambiental de una comunidad del suelo reveló tan alta tasa de acumulación de nuevas especies en una localidad, que estos datos animaron a O'Brien y colaboradores (2005) a estimar la diversidad fúngica entre 3,5 y 5,1 millones de especies.

Los parámetros de diversidad, todavía un tema central en ecología, son buenos indicadores del correcto funcionamiento de los ecosistemas, su medición es ampliamente utilizada en la supervisión ambiental, a la hora de caracterizar y evaluar el estado de un ecosistema, ya que los efectos adversos de la contaminación y la alteración se reflejan en la reducción de la biodiversidad o en un cambio en la distribución de las especies (Magurran, 1988). Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especies (o número de especies), y uniformidad (o equitatividad), es decir en qué medida las especies son abundantes por igual (Magurran, 1988). Pero para ello, hay que realizar estudios concretos y sistemáticos. Sin embargo, en la finca de Artikutza, LIC perteneciente a la red Natura 2000 con código ES2200010 y declarada Zona Especial de Conservación (ZEC) en diciembre de 2015 por su singularidad, no existe ningún trabajo específico focalizado en recoger la riqueza fúngica de la zona y tampoco existen publicaciones concretas con datos de la zona. Aunque, en trabajos con objetivos más amplios sí se ha muestreado algunas zonas de Artikutza con especial interés.

En primer lugar, mencionar los muestreos regulares realizados a lo largo de muchos años por los miembros de la sección de Micología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, o por el grupo de Micología de la UPV/EHU. También para la tesis doctoral de Nerea Abrego

(Wood-inhabiting fungal communities: Effects of beech forest management and conservation, 2014) se muestrearon de forma sistemática algunas parcelas de Artikutza para analizar la comunidad lignícola allí presente, pero no han dado lugar a publicaciones especiales sobre las especies encontradas. Por otro lado, en este momento está en marcha el proyecto *Estimación del tiempo de recuperación de bosques templados tras impactos antropogénicos históricos a lo largo de un gradiente de complejidad* (*REBECOM*) liderado por David Moreno, cuyo objetivo principal es identificar y probar medidas del proceso de recuperación de ecosistemas degradados por actividades antrópicas para estimar la magnitud real de la degradación e identificar posibles mecanismos limitantes en este proceso, que permitan orientar acciones mejoradas de restauración y conservación (Rodríguez & Moreno, 2019). Sus análisis se basan en variables complejas, en particular en las redes de interacción establecidas entre las hayas, los hongos ectomicorrícicos y los colémbolos que se alimentan de estos hongos existentes en el hayedo. La identificación de los hongos ectomicorrícicos se ha realizado por técnicas moleculares, y ha permitido identificar una diversidad hipogea hasta ahora desconocida para la zona, ya que el resto de los trabajos realizados hasta ahora se basan en muestreos de cuerpos fructíferos epigeos de los macromicetos de la zona.

A falta de trabajos publicados, el análisis de datos presentado en este trabajo se ha basado en la información recogida en las bases de datos de los herbarios ARAN-Fungi (disponible en GBIF.es), BIO-Fungi y PORTU, así como en los datos del proyecto *REBECOM* aún no publicados.

7. Riqueza específica de los macromicetos de Artikutza

Las especies integrantes de un área, determinada en espacio y tiempo, proporcionan una medida de diversidad extremadamente útil (Magurran, 1988). Aunque conscientes de que este análisis no es un trabajo en profundidad y que no presenta una metodología planificada para recoger toda la potencialidad de la diversidad fúngica de Artikutza, se ha realizado una búsqueda de datos disponibles sobre hongos para el área en diferentes bases de datos, algunos no publicados.

Con los datos recopilados hay constancia de un total de 482 macromicetos recogidos para Artikutza (Anexo 1), de los cuales el 85 % (407 especies) pertenecen a la división Basidiomycota, 15 % (74 especies) a los Ascomycota y una especie, *Pilobolus kleinii* Tiegh., a Zygomycota. Los órdenes mejor representados dentro de los Basidiomycota son Agaricales (33%), Polyporales (16%), Russulales (13%), Boletales (7,5%), Hymenochaetales y Cantharellales (4,5 %) y los órdenes Xylariales (4,8%), Helotiales (2,7%), Pezizales (1,9 %) e Hypocreales con 1,5% del total de las especies entre los Ascomycota (Tabla1).

En base a los datos cabe destacar los siguientes géneros por presentar el mayor número de especies: *Russula* (28), *Mycena* (17), *Lactarius* (15), *Amanita* (14), *Boletus* (9), *Inocybe* (9), *Cantharellus* (6),

TABLA 1. Distribución por órdenes de las especies de Ascomycota y Basidiomycota citadas de Artikutza

BASIDIOMYCOTA		ASCOMYCOTA	
Orden	**nº spp.**	**Orden**	**nº spp.**
Agaricales	159	Xylariales	23
Polyporales	79	Helotiales	13
Russulales	61	Pezizales	9
Boletales	37	Hypocreales	7
Hymenochaetales	22	Geoglossales	4
Cantharellales	21	Eurotiales	3
Auriculariales	7	Peltigerales	3
Dacrymycetales	6	Boliniales	2
Thelephorales	3	Hysteriales	1
Trechisporales	3	Arthoniales	1
Tremellales	2	Baeomycetales	2
Phallales	2	Diaporthales	1
Gomphales	2	Lecanorales	1
Atheliales	1	Leotiales	1
Corticiales	1	Ostropales	1
Gloeophyllales	1	Pleosporales	1

Figura 6.

Figura 7.

Cortinarius (6), *Hyphoderma* (6), *Hypoxylon* (6) y *Xerocomus* (6). No obstante, señalar que probablemente estos datos no representan la diversidad real de estos géneros en la finca de Artikutza, sino que son el reflejo del tipo y de la intensidad de los muestreos realizados en la zona.

Así, los macromicetos hipogeos recopilados en las fuentes mencionadas sólo han sido cuatro especies, tres del género *Elaphomyces* (*E. leucosporus* Vittad., *E. granulatus* Fr. y *E. muricatus* Fr.) e *Hymenogaster hessei* Soehner. Sin embargo, Julio Cabero (*com. pers.*) ha realizado recientemente dos muestreos en Artikutza con sus perras adiestradas para buscar trufas (Fig. 6) y ha encontrado, además de las cuatro especies recogidas en el listado, otras 8 especies como son *Elaphomyces mutabilis* Vittad. (Fig.7), *Melanogaster ambiguus* (Vittad.) Tul. & C. Tul. y *Octaviania asterosperma* Vittad., entre otras, todas ellas especies apenas citadas en el País Vasco. Además, de una especie nueva para la ciencia del género hipogeo *Alpova*, que próximamente será publicada.

Macromicetos hipogeos también han sido identificados molecularmente en el análisis de las ectomicorrizas realizadas dentro del proyecto de REBECOM. Se han reconocido un total de 13 especies, y algunas no han sido localizadas a nivel de carpóforo en los muestreos dirigidos con ese fin. Por ello debemos recordar que, a la hora de trabajar con cuerpos fructíferos, la ausencia de los mismos no siempre significa ausencia de la especie en un territorio, ya que su abundancia y su carácter perecedero hace que en ocasiones pasen desapercibidos en los muestreos.

7.1. Algunas especies de interés

***Aleurodiscus wakefieldiae* Boidin & Beller**

Especie poco citada en la CAPV (Fig. 3) y que, ya en 1992, se recolectó por primera vez para la Península Ibérica, en Artikutza (Fig. 8).

***Boletus pulverulentus* Opat.**

Este boletáceo (Fig. 9) es raro a nivel de la península Ibérica, si bien en la CAPV está relativamente bien representado. No obstante, en un estudio preliminar realizado sobre especies fúngicas amenazadas de la CAPV, se le ha adscrito la categoría de Vulnerable bajo el criterio C, por presentar poblaciones de pequeño tamaño y observar reducción de las mismas. (Informe Salcedo et al., 2013).

Figura 6. Julio Cabero con sus perras Nora y Kayra (Foto: I. Salcedo).

Figura 7. Ascomas del hipogeo *Elaphomyces mutabilis* (Foto: J. Cabero).

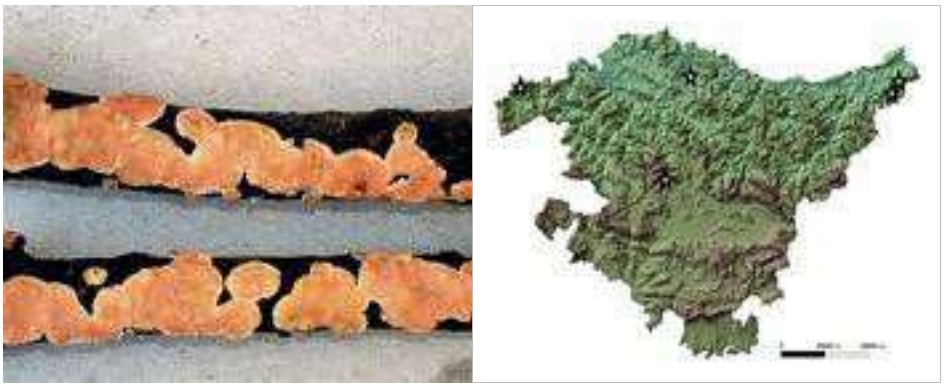


Figura 8.

Figura 9.

Figura 10.

Figura 11.

Boletus regius Krombh.
Esta especie está ligada a bosques maduros en buen estado de conservación, y durante los últimos años son pocos los registros dados (Fig. 10). Esta especie también aparece recogida en la lista de hongos amenazados de la CAPV y Cantabria (Salcedo et al., 2008).

***Buglossoporus quercinus* (Schrad.: Fr.) Kotl. & Pouzar**
[= *Piptoporus quercinus* (Schrad.: Fr.) P. Karst.]
Especie poco frecuente en Europa que crece como saprobia lignícola en robles viejos y que a nivel peninsular se conoce de pocas localidades, dos de ellas en el País Vasco: Artikutza y Urola (Fig. 11). Esta especie aparece recogida como vulnerable en el *The Gloabal Red List* de la UICN, así mismo está recogida en la Lista Roja preliminar de hongos amenazados del País Vasco y Cantabria, publicada por Salcedo en 2008.

Figura 8. Basidioma corticioide de *Aleurodiscus wakefieldiae* (Foto: R. Picón) y su distribución en la CAPV (imagen de la Sociedad Micológica de Portugalete).

Figura 9. Basidiomas de *Boletus pulverulentus* (Foto: R. Picón).

Figura 10. Basidiomas de *Boletus regius* (Foto: R. Picón) y su distribución en la CAPV (imagen de la Sociedad Micológica de Portugalete).

Figura 11. Basidiomas de *Buglossoporus quercinus* (Foto: I. Olariaga) y su distribución en la CAPV (imagen de la Sociedad Micológica de Portugalete).

Figura 12.

Figura 13.

***Cantharellus friesii* Quél.**
Es una especie ampliamente distribuida por Europa, pero no común y en la Península Ibérica se extiende por la región Eurosiberiana (Fig. 12). En nuestro territorio esta especie parece no presentar, por ahora, ningún retroceso, sin embargo sus poblaciones son pequeñas y se la considera Vulnerable (Informe Salcedo et al., 2013).

***Cortinarius orellanus* Fr.**
Especie recogida en la lista roja de hongos amenazados del País Vasco, ya que sus registros son escasos y la mayoría relativamente antiguos. Sin embargo, en la zona occidental de Navarra, y en la misma finca de Artikutza, ha sido registrada en los últimos años.

***Craterellus ianthinoxanthus* (Maire) Pérez-De-Greg.**
Esta especie es rara en Europa y en el País Vasco se conoce de pocas localidades, siendo una de ellas Artikutza (Olariaga, 2009). Está asociada a bosques maduros, principalmente de Fagáceas, en buen estado de conservación (Fig. 13). Debido a su rareza y especificidad de hábitat, se ha incluido en la lista de especies amenazadas de la CAPV (Salcedo et al., 2013).

***Ganoderma pfeifferi* Bres.**
La distribución de esta especie en la Península Ibérica se limita a la zona septentrional, y en el País Vasco los registros no son numerosos. En los últimos años sólo se ha citado en el norte de Navarra. Está asociada a árboles viejos, *Quercus* y *Fagus* y se ha incluido en la lista roja por presentar poblaciones pequeñas y estar en retroceso (Salcedo et al., 2013).

***Gyroporus cyanescens* (Bull.: Fr.) Quél.**
Boletáceo llamativo que en el País Vasco se conoce de muy pocas localidades, y sin apenas registros en los últimos años. Por sus pocas y pequeñas poblaciones ha sido catalogada como especie *En peligro* en el informe de *Caracterización de las especies fúngicas amenazadas* (Salcedo et al., 2013).

***Steccherinum rhois* (Schwein.) Banker**
Especie lignícola muy poco frecuente en Europa, y en el País Vasco sólo se conoce de Artikutza, en donde se ha recolectado en varias ocasiones (BIO-Fungi).

7.2. Especies alóctonas

Figura 12. Basidiomas de *Cantharelllus friesii* (Foto: I. Olariaga).

Figura 13. Basidiomas de *Craterellus ianthinoxanthus* (Foto: J.M Lekuona).

Al igual que ya se ha observado en otros organismos, la presencia de especies alóctonas de hongos cada día es más frecuente, algunas incluso con abundantes registros, como es el caso de *Clathrus archeri*. En Artikutza, y a pesar de encontrar en sus bosques especies que están en la lista de hongos amenazados, y por lo tanto ser un territorio de gran interés, algunas especies alóctonas de hongos también han sido citadas.

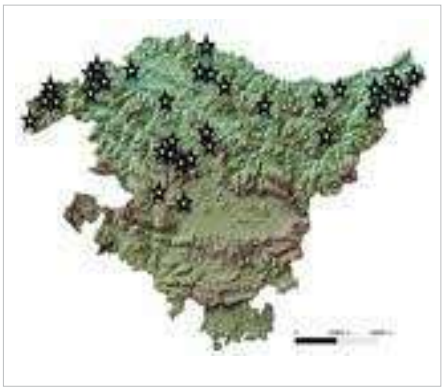


Figura 14.

Figura 15.

***Clathrus archeri* (Berk.) Dring**
En el trabajo de Sarrionandia et al. (2010) se describe a esta especie como invasora debido a su gran capacidad reproductiva y de expansión (Fig. 14), que aparece tanto en ambientes antropizados (parques, plantaciones forestales) como en bosques bien conservados.

Donkia pulcherrima (Berk. & M.A. Curtis) Pilát
[= Climacodon pulcherrimus (Berk. & M.A. Curtis) M.I. Nikol]
Especie lignícola, con basidioma dimidiado e himenóforo hidnoide, descrita de América y poco citada en Europa que, sin embargo, se ha encontrado en varias ocasiones en la Península Ibérica los últimos años (Salcedo et al., 2006, Moreno et al., 2007). Además de Artikutza, en la CAPV se conoce de varias localidades (Fig. 15)

GRUPOS TROFICOS

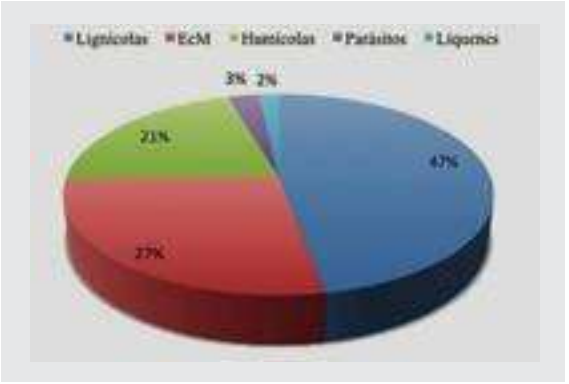


Figura 16.

7.3. Diversidad funcional

La diversidad de estrategias tróficas encontradas en un ecosistema también se utiliza como indicador del estado de conservación del mismo (Fellner, 1993). No obstante, señalar que estos datos de Artikutza se deben tomar como provisionales, ya que los muestreos fúngicos no han sido realizados de forma sistemática y, por lo tanto esta riqueza específica y funcional no representan la biodiversidad potencial. En base a los datos recopilados, los hongos lignícolas son los más abundantes con una representación del 47% (227 especies). Este dato es importante y puede reflejar la política de gestión de los últimos años en la finca, que impulsa el abandono *in situ* de los restos leñosos muertos, lo que permite la presencia de numerosas especies desaparecidas en otros territorios. Sin embargo, el grupo de especies ectomicorrícicas, con sólo el 27% de representatividad, es un valor que seguramente está muy por debajo de su valor potencial (Fig. 16). Entre las especies parásitas (3%) la mayoría lo son de árboles, pero también se han registrado dos parásitos de hongos y dos de insectos.

8. Conclusiones

La riqueza específica de la finca de Artikutza se puede señalar como alta, ya que a pesar de no existir un inventario exhaustivo de la zona, se ha recopilado un número elevado de especies, y para algunas de ellas es un territorio de gran importancia para su conservación. Por ello, se puede decir que la finca es una zona de alto interés ecológico, y en particular para los hongos.

Figura 14. Distribución de *Clathrus archeri* en la CAPV (imagen de la Sociedad Micológica de Portugalete).

Figura 15. Basidiomas de *Donkia pulcherrima* (Foto: R. Picón) y su distribución en la CAPV (imagen de la Sociedad Micológica de Portugalete).

Figura 16. Porcentaje de los grupos tróficos encontrados en Artikutza.

Agradecimientos

A todas las personas que han aportado datos con sus muestreos, así como a las personas que han cedido sus fotografías para este trabajo.

Bibliografía

Abrego, N. 2014. Wood-inhabiting fungal communities: Effects of beech forest management and conservation. Tesis doctoral. UPV/EHU. Leioa.

Abrego, N., Salcedo, I. 2013. Variety of woody debris as the factor influencing wood-inhabiting fungal richness and assemblages: Is it a question of quantity or quality? Forest Ecology and Management 291: 377-385.

Baldauf, S.L. 2003. The deep roots of eukaryotes. Science. 2003 Jun 13; 300(5626): 1703-6.

Bässler, C., Ernst, R., Cadotte, M., Heibl, C., Müller, J. 2014. Near-to-nature logging influences fungal community assembly processes in a temperate forest. Journal of Applied Ecology 51: 939-948.

Bässler, C., Halbwachs, H., Karasch, P., Holzer H., Gminder A., Krieglsteiner L., Silveyra Gonzalez R., Müller J., Brandl R. 2016. Mean reproductive traits of fungal assemblages are correlated with resource availability. Ecology and Evolution 6(2): 582-592.

Berbee, M.L., Taylor, J.W. 2010. Dating the molecular clock in fungi–how close are we? Fungal Biology Reviews 24: 1-16.

Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 … 5.1 million species? American Journal of Botany 98(3): 426-438.

Brundrett, M.C., Tedersoo, L. 2018. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. New Phytologist 220: 1108-1115.

Castro Gil, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, an 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain). Munibe (Ciencias Naturales-Natur Zientziak) 57: 257-281.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Mendiola, I., del Barrio, L, Zorrakin, I. 1989. Guía ecológica de Artikutza (naturaleza y huella humana). Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Fellner, R. 1993. Air pollution and mycorrhizal fungi in Central Europe. En Fungi of Europe. Investigation, recording and conservation. D.N. Pegler, L. Boddy, B. Ing, P.M. Kirk (Ed.): 239-250. Royal Botanic Gardens, Kew.

Floudas, D., Binder, M., Riley, R., Barry, K., Blanchette, R.A., Henrissat, B., Martínez, A.T., Otillar, R., Spatafora, J.W., Yadav, J.S., Aerts, A., Benoit, I., Boyd, A., Carlson, A., Copeland, A., Coutinho, P.M., de Vries, R.P., Ferreira, P., Findley, K., Foster, B., Gaskell, J., Glotzer, D., Górecki, P., Heitman, J., Hesse, C., Hori, C., Igarashi, K., Jurgens, J.A., Kallen, N., Kersten, P., Kohler, A., Kües, U., Kumar, T.K.A., Kuo, A., LaButti, K, Larrondo, L.F., Lindquist, E., Ling, A., Lombard, V., Lucas, S., Lundell, T., Martin, R., McLaughlin, D.J., Morgenstern, I., Morin, E., Murat, C., Nagy, L.G., Nolan, M., Ohm, R.A., Patyshakuliyeva, A., Rokas ,A, Ruiz-Dueñas, F.J., Sabat, G., Salamov, A., Samejima, M., Schmutz, J., Slot, J.C., St. John, F., Stenlid, J., Sun, H., Sun, S., Syed, K., Tsang, A., Wiebenga, A., Young, D., Pisabarro, A., Eastwood, D.C., Martin, F., Cullen, D., Grigoriev, I.V., Hibbett, D.S. 2012. The Paleozoic Origin of Enzymatic Lignin Decomposition Reconstructed from 31 Fungal Genomes. Science 336: 1715-1719.

GBIF.es. 2019. Página de Inicio de GBIF. Disponible en: https://www.gbif.es [4 de febrero de 2019].

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycological Research 95(6): 641-655.

Hawksworth, D.L. 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Mycological Research 105(12): 1422-1432.

Hibbet, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lucking, R., Lumbsch, H.T., Lutzoni, F., Matheny, P.B., McLaughlin, D.J., Powell, M.J., Redhead, S., Schoch, C.L., Spatafora, J.W., Stalpers, J.A., Vilgalys, R., Aime, M.C., Aptroot, A., Bauer, R., Begerow, D., Benny, G.L., Castlebury, L.A., Crous, P.W., Dai, Y.C., Gams, W., Geiser, D.M., Griffith, G.W., Gueidan, C., Hawksworth, D.L., Hestmark, G., Hosaka, K., Humber, R.A., Hyde, K.D., Ironside, J.E., Koljalg, U., Kurtzman, C.P., Larsson, K.H., Lichtwardt, R., Longcore, J., Miadlikowska, J., Miller, A., Moncalvo, J.M., Mozley-Standridge, S., Oberwinkler, F., Parmasto, E., Reeb, V., Rogers, J.D., Roux, C., Ryvarden, L., Sampaio, J.P., Schußler, A., Sugiyama, J., Thorn, R.G., Tibell, L., Untereiner, W.A., Walker, C., Wang, Z., Weir, A., Weiss, M., White, M.M., Winka, K., Yao, Y.J., Zhang, N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycological Research 111: 509-547.

Hottola J., Ovaskainen O., Hanski I. 2009. A unified measure of the number, volume and diversity of dead trees and the response of fungal communities. Journal of Ecology 97: 1320-1328.

Loidi, J., Biurrun, I., Campos, J.A., García-Mijangos, I., Herrera, M. 2011. La vegetación de la Comunidad del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000. Gobierno Vasco. 197pp.

Magurran, A.1988. Ecological Diversity and its Measurement. Springer-Science+Business Media, B.Y. 179pp.

Moreno, G., Blanco, M.N., Olariaga, I., Checa, J. 2007. *Climacodon pulcherrimus*, a badly known tropical species, present in Europe. Cryptogamie Mycologie 281: 3-11.

O'Brien, H.E, Parrent, J.L., Jackson, J.A., Moncalvo, J.M., Vilgalys, R. 2005. Fungal Community Analysis by Large-Scale Sequencing of Environmental Samples. Applied and Enviromental Microbiology 71(9): 5544-5550.

Olariaga, I. 2009. The order Cantharellales in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. Tesis doctoral. UPV/EHU. Leioa.

Rodriguez, A, Moreno, D. 2019. Stability recovery of interaction networks in template forests after mining impacts caused since the Middle Ages. I Congreso de la Sociedad Ibérica de Ecología. Febrero 2019.

Salcedo I. (Coord.). 2008. Lista roja preliminar de los hongos amenazados del País Vasco y Cantabria. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 22: 55-60.

Sarrionandia, E., Abrego, N., Picón, R., Olariaga I., Salcedo I. 2010. Distribución de la especie alóctona *Clathrus archeri* en el País Vasco: de casual a invasora?. Zizak 7: 7-18.

Salcedo, I., Sarrionandia, E., Olariaga, I., Picón, R.M. 2006. Nuevas aportaciones al catálogo micológico de la Reserva de Urdaibai Bizkaia. II. Zizak 3: 30-41.

Salcedo, I., Sarrionandia, E., Abrego, N., Uribeetxebarria, A. Picón, R. 2013. Caracterización y distribución de las especies fúngicas de la lista roja preliminar del País Vasco. Informe técnico.

Tedersoo L., Smith M.E. 2017. Ectomycorrhizal fungal lineages: detection of four new groups and notes on consistent recognition of ectomycorrhizal taxa in high-throughput sequencing studies. Ecological Studies 230:125 -142.

Turner, T.R., James, E.K., Poole, P.S. 2013. *The plant microbiome.* Genome Biology 14: 209.

Whittaker, R.H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. Science 163: 150-160.

Willis K.J. (Ed.). 2018. State of the World's Fungi 2018. Kew Royal Botanic Gardens.

Wu, Q., Thiers, B.M., Pfister, D.H. 2004. Preparation, preservation, and use of fungal specimens in Herbaria. En Biodiversity of Fungi. Inventory and monitoring methods. G.M. Mueller, G.F. Bills, M.S. Foster (Ed): 23-36. Elsevier Academic Press Londres.

Anexo 1.

LISTADO DE ESPECIES RECOPILADAS PARA ARTIKUTZA. Estrategias tróficas: ectomicorrícica (ECM), saprobio lignícola (SL), humícola (SH), parásita (PA), parásita de insecto (PA-Ins), parásita de hongo (PA-Fun), liquenizada (LI).

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Abortiporus	*fractipes*	(Berk. & M.A. Curtis) Bondartsev	SL
Agaricus	*bitorquis*	(Quél.) Sacc.	SH
Agaricus	*campestris*	Scop.	SH
Agaricus	*comtulus*	Fr.	SH
Agaricus	*luteomaculatus*	F.H. Møller	SH
Agaricus	*osecanus*	Pilát	SH
Agaricus	*dulcidulus*	Schulzer	SH
Agrocybe	*arvalis*	(Fr.) Singer	SH
Aleuria	*aurantia*	(Pers.) Fuckel	SH
Aleurodiscus	*wakefieldiae*	Boidin & Beller	SL
Alnicola	*rubriceps*	P.D. Orton	SH
Amanita	*citrina*	Pers.	ECM
Amanita	*eliae*	Quél.	ECM
Amanita	*fulva*	Fr.	ECM
Amanita	*junquillea*	Quél.	ECM
Amanita	*magnivolvata*	Aalto	ECM
Amanita	*mairei*	Foley	ECM
Amanita	*muscaria*	(L.) Lam.	ECM
Amanita	*pachyvolvata*	(Bon) Krieglst.	ECM
Amanita	*pantherina*	Gonn. & Rabenh	ECM
Amanita	*phalloides*	Secr.	ECM
Amanita	*rubescens*	Pers.	ECM
Amanita	*umbrinolutea*	(Secr. ex Gillet) Bertill.	ECM
Amanita	*vaginata*	(Bull.) Lam.	ECM
Amanita	*excelsa*	(Fr.) Bertill.	ECM
Amylostereum	*laevigatum*	(Fr.) Boidin	SL
Annulohypoxylon	*cohaerens*	(Pers.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh	SL
Annulohypoxylon	*minutellum*	(Syd. & P. Syd.) Y.M. Ju et al.	SL
Annulohypoxylon	*stygium*	(LÌ©v.) Y.M. Ju, J.D. Rogers & H.M. Hsieh,	SL
Antrodia	*albida*	(Fr.) Donk	SL
Antrodia	*lenis*	(P. Karst.) Ryvarden	SL
Arachnopeziza	*aurata*	Fuckel	PA-Fun
Armillaria	*mellea*	(Vahl) P. Kumm.	PA
Arrhenia	*auriscalpium*	(Fr.) Fr.	SH
Arthonia	*cinnabarina*	(DC.) Wallr	LI
Artomyces	*pyxidatus*	(Pers.) Jülich	SL
Ascocoryne	*cylichnium*	(Tul.) Korf	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Athelia	*decipiens*	(Höhn. & Litsch.) J. Erikss.	SL
Auricularia	*auricula-judae*	(Bull.) Quél.	SL
Auricularia	*mesenterica*	(Dicks.) Pers.	SL
Baeomyces	*rufus*	(Huds.) Rebent.	LI
Basidiodendron	*eyrei*	(Wakef.) Luck-Allen	SL
Biscogniauxia	*nummularia*	(Bull.) Kuntze	SL
Bjerkandera	*adusta*	(Willd.) P. Karst.	SL
Boidinia	*furfuracea*	(Bres.) Stalpers & Hjortstam	SL
Boletus	*albidus*	Sowerby	ECM
Boletus	*edulis*	Rostk.	ECM
Boletus	*erythropus*	Krombh.	ECM
Boletus	*pinophilus*	Pilát & Dermek	ECM
Boletus	*poikilochromus*	Pl¦der, Cetto & Zuccher	ECM
Boletus	*pulverulentus*	Opat.	ECM
Boletus	*queletii*	Schulzer	ECM
Boletus	*regius*	Krombh.	ECM
Boletus	*reticulatus*	Boud.	ECM
Botryobasidium	*asperulum*	(D.P. Rogers) Boidin	SL
Botryobasidium	*candicans*	J. Erikss.	SL
Botryobasidium	*danicum*	J. Erikss. & Hjortstam	SL
Botryobasidium	*subcoronatum*	(H¦hn. & Litsch.) Donk	SL
Brevicellicium	*olivascens*	(Bres.) K.H. Larss. & Hjortstam	SL
Bryoscyphus	*marchantiae*	(Berk.) Spooner	LI
Bulgaria	*inquinans*	(Pers.) Fr.	SL
Calocera	*cornea*	(Batsch) Fr.	SL
Calocera	*viscosa*	(Pers.) Fr.	SL
Calyptella	*capula*	(Holmsk.) Quél.	SL
Camaropella	*lutea*	(Alb. & Schwein.) Lar.N. Vassiljeva	PA
Camarops	*tubulina*	(Alb. & Schwein.) Shear	SL
Cantharellus	*amethysteus*	Quél.	ECM
Cantharellus	*cibarius*	Fr.	ECM
Cantharellus	*ferruginascens*	P.D. Orton	ECM
Cantharellus	*friesii*	Quél.	ECM
Cantharellus	*pallens*	Pilát	ECM
Cantharellus	*romagnesianus*	Eyssart. & Buyck	ECM
Catillaria	*rugulosa*	(Hepp) Lettau	LI
Ceriporia	*excelsa*	S. Lundell ex Parmasto	SL
Ceriporia	*reticulata*	(Hoffm.) Domanski	SL
Ceriporiopsis	*gilvescens*	(Bres.) Domanski	SL
Cerrena	*unicolor*	(Bull.) Murrill	SL
Chalciporus	*piperatus*	(Bull.) Bataille	ECM
Cheilymenia	*stercorea*	(Pers. ex Fr.) Boud	SH

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Chlorociboria	*aeruginascens*	(Nyl.) Kanouse	SL
Ciboria	*batschiana*	(Zopf) N.F. Buchw.	SL
Clathrus	*archeri*	(Berk.) Dring	SH
Clavaria	*fragilis*	Holmsk.	SH
Clavulina	*cristata*	(Holmsk.) J. Schrİt.	ECM
Clavulinopsis	*helvola*	(Pers.) Corner	SH
Climacodon	*pulcherrimus*	(Berk. & M.A. Curtis) Nikol.	SL
Clitocybe	*clavipes*	(Pers.) P. Kumm.	SH
Clitocybe	*costata*	Kühner & Romagn.	SH
Clitocybe	*fragrans*	Sowerby	SH
Clitocybe	*gibba*	(Pers.) P. Kumm.	SH
Clitopilus	*prunulus*	(Scop.) P. Kumm.	SH
Collybia	*cookei*	(Bres.) J.D. Arnold	SH
Collybia	*extuberans*	(Fr.) Quél.	SH
Coltricia	*perennis*	(L.) Murrill	SL
Coniophora	*olivacea*	(Fr.) P. Karst.	SL
Coniophora	*puteana*	(Schumach.) P. Karst.	SL
Conocybe	*tenera*	(Schaeff.) Fayod	SH
Coprinellus	*domesticus*	(Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	SH
Coprinellus	*heptemerus*	(M. Lange & A.H. Sm.) Vilgalys et al.	SH
Coprinellus	*micaceus*	(Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	SH
Coriolopsis	*gallica*	(Fr.) Ryvarden	SL
Cortinarius	*crassus*	Fr.	ECM
Cortinarius	*orellanus*	Fr.	ECM
Cortinarius	*puniceus*	P.D. Orton	ECM
Cortinarius	*rubicundulus*	(Rea) A. Pearson	ECM
Cortinarius	*sanguineus*	(Wulfen) Fr.	ECM
Cortinarius	*violaceus*	(L.) Gray	ECM
Craterellus	*cinereus*	(Pers.) Quél.	ECM
Craterellus	*cornucopioides*	(L.) Pers.	ECM
Craterellus	*ianthinoxanthus*	(Maire) Pérez-De-Greg.	ECM
Craterellus	*pusillus*	(Fr.) Fr.	ECM
Craterellus	*tubaeformis*	(Bull.) Quél.	ECM
Crepidotus	*applanatus*	(Pers.) P. Kumm.	SL
Crepidotus	*crocophyllus*	(Berk.) Sacc.	SL
Crepidotus	*mollis*	(Schaeff.) Staude	SL
Cryphonectria	*parasitica*	(Murrill) M.E. Barr	PA
Dacrymyces	*capitatus*	Schwein.	SL
Dacrymyces	*stillatus*	Nees	SL
Daedalea	*quercina*	(L.) Pers.	SL
Daedaleopsis	*confragosa*	(Bolton) J. Schröt.	SL
Daedaleopsis	*tricolor*	(Bull.) Bondartsev & Singer	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Daldinia	*concentrica*	(Bolton ex Fr.) Ces. & De Not.	SL
Dasyscyphella	*nivea*	(R. Hedw.) Raitv.	SL
Delicatula	*integrella*	(Pers.) Fayod	SL
Diatrype	*stigma*	Sacc. ex Mussat	SL
Diatrypella	*verruciformis*	(Ehrh.) Nitschke	SL
Diplomitoporus	*flavescens*	(Bres.) Ryvarden	SL
Diplomitoporus	*lindbladii*	(Berk.) Gilb. & Ryvarden	SL
Ditiola	*peziziformis*	(Lév.) D.A. Reid	SL
Elaphomyces	*granulatus*	Fr.	ECM
Elaphomyces	*muricatus*	Fr.	ECM
Elaphomyces	*leucosporus*	Vittad.	ECM
Entoloma	*conferendum*	(Britzelm.) Noordel.	SH
Eriopezia	*caesia*	(Pers.) Rehm	SL
Eutypa	*lata*	(Pers.) Tul. & C. Tul.	SL
Eutypa	*spinosa*	(Pers. ex Fr.) Tul. & C. Tul.	SL
Eutypa	*flavovirens*	(Pers.) Tul. & C. Tul.	SL
Eutypella	*quaternata*	(Pers.) Rappaz	SL
Eutypella	*scoparia*	(Schwein.) L.C. Tiffany & J.C. Gilman	SL
Exidia	*glandulosa*	(Bull.) Fr.	SL
Exidia	*thuretiana*	(Lév.) Fr.	SL
Fistulina	*hepatica*	(Schaeff.) With.	SL
Flammulina	*velutipes*	(Curtis) Singer	SL
Fomes	*fomentarius*	(L.) Fr.	SL
Fomitopsis	*pinicola*	(Sw.) P. Karst.	SL
Galerina	*atkinsoniana*	A.H. Sm.	SH
Galerina	*calyptrata*	P.D. Orton	SH
Galerina	*marginata*	(Batsch) Kühner	SH
Ganoderma	*adspersum*	(Schulzer) Donk	SL
Ganoderma	*applanatum*	(Pers.) Pat.	SL
Ganoderma	*resinaceum*	Boud.	SL
Ganoderma	*pfeifferi*	Bres.	SL
Geoglossum	*fallax*	E.J. Durand	SH
Geoglossum	*umbratile*	Sacc.	SH
Gloeophyllum	*sepiarium*	(Wulfen) P. Karst.	SL
Gomphidius	*roseus*	Massee	ECM/PA-Fun
Grifola	*frondosa*	(Dicks.) Gray	SL
Guepiniopsis	*buccina*	(Pers.) L.L. Kenn.	SL
Gymnopilus	*penetrans*	(Fr.) Murrill	SL
Gymnopus	*aquosus*	(Bull.) Antonín & Noordel.	SH
Gymnopus	*dryophilus*	(Bull.) Murrill	SH
Gymnopus	*foetidus*	(Sowerby) P.M. Kirk	SH
Gymnopus	*fusipes*	(Bull.) Gray	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Gymnopus	*impudicus*	(Fr.) Antonín , Halling & Noordel.	SH
Gymnopus	*peronatus*	(Bolton) Gray	SH
Gyroporus	*castaneus*	(Bull.) Quél.	SH
Gyroporus	*cyanescens*	(Bull.) Quél.	SH
Henningsomyces	*candidus*	(Pers.) Kuntze	SL
Hericium	*cirrhatum*	(Pers.) Nikol.	SL
Hohenbuehelia	*cyphelliformis*	(Berk.) O.K. Mill.	SL
Humaria	*hemisphaerica*	(F.H. Wigg.) Fuckel	SH
Hyaloscypha	*daedaleae*	Velen.	SL
Hydnum	*repandum*	L.	ECM
Hydropus	*subalpinus*	(Höhn.) Singer	SH
Hygrocybe	*calciphila*	Arnolds	SH
Hygrocybe	*chlorophana*	(Fr.) WÌ_nsche	SH
Hygrocybe	*cinereifolia*	Courtec. & Priou	SH
Hygrocybe	*conica*	(Schaeff.) P. Kumm.	SH
Hygrocybe	*konradii*	R. Haller Aar.	SH
Hygrophoropsis	*aurantiaca*	(Wulfen) Maire	SH
Hygrophorus	*eburneus*	(Bull.) Fr.	SH
Hymenochaete	*cinnamomea*	(Fr.) Lév.	SL
Hymenochaete	*corrugata*	(Fr.) Lév.	SL
Hymenochaete	*rubiginosa*	(Dicks.) Lév.	SL
Hymenogaster	*hessei*	Soehner	ECM
Hyphoderma	*argillaceum*	(Bres.) Donk	SL
Hyphoderma	*litschaueri*	(Burt) J. Erikss. & Å. Strid	SL
Hyphoderma	*macedonicum*	(Litsch.) Donk	SL
Hyphoderma	*pallidum*	(Bres.) Donk	SL
Hyphoderma	*praetermissum*	(P. Karst.) J. Erikss. & Å. Strid	SL
Hyphoderma	*transiens*	(Bres.) Parmasto	SL
Hyphodontia	*alutaria*	(Burt) J. Erikss.	SL
Hyphodontia	*arguta*	(Fr.) J. Erikss.	SL
Hyphodontia	*barba-jovis*	(Bull.) J. Erikss.	SL
Hyphodontia	*sambuci*	(Pers.) J. Erikss.	SL
Hyphodontia	*spathulata*	(Schrad.) Parmasto	SL
Hypholoma	*ericaeum*	(Pers.) Kühner	SL
Hypholoma	*fasciculare*	(Huds.) P. Kumm.	SL
Hypholoma	*lateritium*	(Schaeff.) P. Kumm.	SL
Hypochnicium	*erikssonii*	Hallenb. & Hjortstam	SL
Hypochnicium	*polonense*	(Bres.) Å. Strid	SL
Hypochnicium	*vellereum*	(Ellis & Cragin) Parmasto	SL
Hypomyces	*chrysospermus*	Tul. & C. Tul.	PA-Fun
Hypoxylon	*fragiforme*	(Scop.) J. Kickx f.	SL
Hypoxylon	*fuscum*	(Pers. ex Fr.) Fr.	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Hypoxylon	*howeanum*	Peck	SL
Hypoxylon	*petriniae*	M. Stadler & J. Fourn.	SL
Hypoxylon	*rubiginosum*	(Pers.) Fr.	SL
Hypoxylon	*ticinense*	L.E. Petrini	SL
Hysterium	*angustatum*	Corda	SL
Hysterium	*pulicare*	Pers.	SL
Imleria	*badia*	(Fr.) Vizzini	ECM
Inocybe	*adaequata*	(Britzelm.) Sacc.	ECM
Inocybe	*bresadolae*	Massee	ECM
Inocybe	*cookei*	Bres.	ECM
Inocybe	*geophylla*	(Pers.) P. Kumm.	ECM
Inocybe	*lacera*	(Fr.) P. Kumm.	ECM
Inocybe	*lanuginosa*	(Bull.) P. Kumm.	ECM
Inocybe	*maculata*	Boud.	ECM
Inocybe	*pusio*	P. Karst.	ECM
Inocybe	*transitoria*	(Britzelm.) Sacc.	ECM
Inonotus	*nodulosus*	(Fr.) P. Karst.	SL
Inonotus	*polymorphus*	(Rostk.) Pilát	SL
Inonotus	*radiatus*	(Sowerby) P. Karst.	SL
Irpex	*lacteus*	(Fr.) Fr.	SL
Isaria	*farinosa*	(Holmsk.) Fr.	PA-Ins
Junghuhnia	*nitida*	(Pers.) Ryvarden	SL
Kretzschmaria	*deusta*	(Hoffm.) P.M.D. Martin	SL
Laccaria	*amethystina*	Cooke	ECM
Laccaria	*bicolor*	(Maire) P.D. Orton	ECM
Laccaria	*laccata*	(Scop.) Cooke	ECM
Lachnum	*virgineum*	(Batsch) P. Karst.	SL
Lacrymaria	*lacrymabunda*	(Bull.) Pat.	SH
Lactarius	*blennius*	(Fr.) Fr.	ECM
Lactarius	*camphoratus*	(Bull.) Fr.	ECM
Lactarius	*circellatus*	Fr.	ECM
Lactarius	*deliciosus*	(L.) Gray	ECM
Lactarius	*hepaticus*	Plowr.	ECM
Lactarius	*pergamenus*	(Sw.) Fr.	ECM
Lactarius	*piperatus*	(L.) Pers.	ECM
Lactarius	*quietus*	(Fr.) Fr.	ECM
Lactarius	*romagnesii*	Bon	ECM
Lactarius	*rubrocinctus*	Fr.	ECM
Lactarius	*ruginosus*	Romagn.	ECM
Lactarius	*tabidus*	Fr.	ECM
Lactarius	*vellereus*	(Fr.) Fr.	ECM
Lactarius	*volemus*	(Fr.) Fr.	ECM

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Lactarius	*zonarius*	(Bull.) Fr.	ECM
Laetiporus	*sulphureus*	(Bull.) Murril	SL
Laxitextum	*bicolor*	(Pers.) Lentz	SL
Leccinum	*pseudoscabrum*	(Kallenb.) Šutara	ECM
Lentinellus	*cochleatus*	(Pers.) P. Karst.	SL
Lentinus	*strigosus*	Fr.	SL
Lenzites	*betulina*	(L.) Fr.	SL
Lepiota	*aspera*	(Pers.) Quél.	SH
Lepiota	*cristata*	(Bolton) P. Kumm.	SH
Lepiota	*oreadiformis*	Velen.	SH
Lepista	*nuda*	(Bull.) Cooke	SH
Leucocoprinus	*brebissonii*	(Godey) Locq.	SH
Lobaria	*scrobiculata*	(Scop.) DC.	LI
Lopharia	*spadicea*	(Pers.) Boidin	SL
Luellia	*recondita*	(H.S. Jacks.) K.H. Larss. & Hjortstam	SL
Lycoperdon	*pyriforme*	Willd.	SL
Macrolepiota	*procera*	(Scop.) Singer	SH
Marasmiellus	*candidus*	(Fr.) Singer	SH
Marasmiellus	*ramealis*	(Bull.) Singer	SH
Marasmiellus	*tricolor*	(Alb. & Schwein.) Singer	SH
Marasmius	*rotula*	(Scop.) Fr.	SL
Megacollybia	*platyphylla*	(Pers.) Kotl. & Pouzar	SL
Melanoleuca	*brevipes*	(Bull.) Pat.	SH
Meripilus	*giganteus*	(Pers.) P. Karst.	SL
Mitrula	*paludosa*	Fr.	SH
Mucronella	*calva*	(Alb. & Schwein.) Fr.	SL
Mucronella	*flava*	Corner	SL
Mycena	*acicula*	Mont.	SH
Mycena	*epipterygia*	(Pers.) P. Kumm.	SL
Mycena	*fagetorum*	(Fr.) Gillet	SH
Mycena	*galericulata*	(Scop.) Gray	SL
Mycena	*galopus*	(Pers.) P. Kumm.	SH
Mycena	*haematopus*	(Pers.) P. Kumm.	SL
Mycena	*inclinata*	(Fr.) Quél.	SL
Mycena	*laevigata*	Gillet	SL
Mycena	*maculata*	Cleland	SH
Mycena	*metata*	(Secr. ex Fr.) P. Kumm.	SH
Mycena	*niveipes*	(Murrill) Murrill	SH
Mycena	*pelianthina*	(Fr.) Quél.	SH
Mycena	*polygramma*	(Bull.) Gray	SL
Mycena	*pseudocorticola*	Kühner	SL
Mycena	*pura*	(Pers.) P. Kumm	SH

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Mycena	*renati*	Quél.	SL
Mycena	*sanguinolenta*	(Alb. & Schwein.) P. Kumm.	SL
Mycetinis	*alliaceus*	(Jacq.) Earle ex A.W. Wilson & Desjardin	SH
Mycetinis	*scorodonius*	(Fr.) A.W. Wilson & Desjardin	SH
Mycoacia	*aurea*	(Fr.) J. Erikss. & Ryvarden,	SL
Nectria	*episphaeria*	(Tode) Fr.	PA
Nemania	*serpens*	(Pers.) Gray	SL
Neobulgaria	*pura*	(Pers.) Petr.	SL
Oligoporus	*fragilis*	(Fr.) Gilb. & Ryvarden	SL
Oligoporus	*subcaesius*	(A. David) Ryvarden & Gilb.	SL
Oudemansiella	*mucida*	(Schrad.) HÌ¦hn	SL
Panaeolus	*antillarum*	(Fr.) Dennis	SH
Panaeolus	*papilionaceus*	(Bull.) Quél.	SH
Panaeolus	*semiovatus*	(Sowerby) S. Lundell & Nannf.	SH
Panellus	*serotinus*	(Pers.) KÌ_hner	SH
Panellus	*stipticus*	(Bull.) P. Karst.	SL
Pannaria	*conoplea*	(Pers.) Bory	LI
Panus	*conchatus*	(Bull.) Fr.	SL
Paranectria	*affinis*	(Grev.) Sacc.	PA
Paxillus	*filamentosus*	(Scop.) Fr.	ECM
Peniophora	*cinerea*	(Pers.) Cooke	SL
Peniophora	*incarnata*	(Pers.) P. Karst.	SL
Peniophora	*lycii*	(Pers.) Höhn. & Litsch.	SL
Peniophora	*quercina*	(Pers.) Cooke	SL
Peniophorella	*pubera*	(Fr.) K.H. Larss.	SL
Perenniporia	*fraxinea*	(Bull.) Ryvarden	SL
Perenniporia	*meridionalis*	Decock & Stalpers	SL
Peziza	*badia*	Rebent.	SH
Peziza	*cerea*	Sowerby	SH
Phaeocollybia	*lugubris*	(Fr.) R. Heim	SH
Phaeolus	*schweinitzii*	(Fr.) Pat.	PA
Phallus	*impudicus*	L.	SH
Phanerochaete	*laevis*	(Fr.) J. Erikss. & Ryvarden	SL
Phellinus	*ferreus*	(Pers.) Bourdot & Galzin	SL
Phellinus	*ferruginosus*	(Schrad.) Pat.	SL
Phlebia	*cremeoalutacea*	(Parmasto) K.H. Larss. & Hjortstam	SL
Phlebia	*lilascens*	(Bourdot) J. Erikss. & Hjortstam	SL
Phlebia	*radiata*	Fr.	SL
Phlebia	*rufa*	(Pers.) M.P. Christ.	SL
Phlebiella	*pseudotsugae*	(Burt) K.H. Larss. & Hjortstam	SL
Pholiotina	*aporos*	(Kits van Wav.) ClÌ©menÌ¤on	SH
Physisporinus	*vitreus*	(Pers.) P. Karst.	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Pilobolus	*kleinii*	Tiegh.	SH
Piptoporus	*betulinus*	(Bull.) P. Karst.	SL
Piptoporus	*quercinus*	(Schrad.) P. Karst.	SL
Pisolithus	*arhizus*	(Scop.) Rauschert	ECM
Pleurotus	*ostreatus*	(Jacq.) P. Kumm.	SL
Plicaturopsis	*crispa*	(Pers.) D.A. Reid	SL
Pluteus	*cervinus*	(Schaeff.) P. Kumm.	SL
Pluteus	*exiguus*	(Pat.) Sacc.	SL
Pluteus	*leoninus*	(Schaeff.) P. Kumm.	SL
Pluteus	*phlebophorus*	(Ditmar) P. Kumm.	SL
Pluteus	*umbrosus*	(Pers.) P. Kumm.	SL
Polycephalomyces	*tomentosus*	(Schrad.) Seifert	PA-Ins
Polyporus	*brumalis*	(Pers.) Fr.	SL
Polyporus	*ciliatus*	Fr.	SL
Polyporus	*tuberaster*	(Jacq.) Fr.	SL
Polyporus	*varius*	Grev.	SL
Postia	*ptychogaster*	(F. Ludw.) Vesterh.	SL
Postia	*stiptica*	(Pers.) Jülich	SL
Postia	*subcaesia*	(A. David) Jülich	SL
Postia	*tephroleuca*	(Fr.) Jülich	SL
Pronectria	*pertusariicola*	Lowen	PA
Propolis	*farinosa*	(Pers.) Fr.	SL
Psathyrella	*candolleana*	(Fr.) Maire	SH
Psathyrella	*cotonea*	(Quél.) Konrad & Maubl.	SH
Psathyrella	*gossypina*	(Bull.) A. Pearson & Dennis	SL
Psathyrella	*impexa*	(Romagn.) Romagn.	SH
Pseudoboletus	*parasiticus*	(Bull.) Šutara	PA-Fun
Pseudoclitocybe	*cyathiformis*	(Bull.) Singer	SH
Pseudohydnum	*gelatinosum*	(Scop.) P. Karst.	SL
Psilocybe	*coprophila*	(Bull.) P. Kumm.	SH
Psilocybe	*horizontalis*	(Bull.) Vellinga & Noordel	SH
Psilocybe	*phyllogena*	(Sacc.) Peck	SH
Psilocybe	*xeroderma*	Huijsman	SH
Pycnoporus	*cinnabarinus*	(Jacq.) P. Karst.	SL
Radulomyces	*confluens*	(Fr.) M.P. Christ.	SL
Ramaria	*formosa*	(Pers.) Quél.	ECM
Ramaria	*neoformosa*	R.H. Petersen	ECM
Resinicium	*bicolor*	(Alb. & Schwein.) Parmasto	SL
Rhizina	*undulata*	Fr.	PA
Rhodocollybia	*butyracea*	(Bull.) Lennox	SH
Rhopographus	*filicinus*	(Fr.) Nitschke	SH
Rickenella	*fibula*	(Bull.) Raithelh.	SH
Rigidoporus	*sanguinolentus*	(Alb. & Schwein.) Donk	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Rosellinia	*corticium*	(Schwein.) Sacc.	SL
Russula	*amoena*	Quél.	ECM
Russula	*anthracina*	Romagn.	ECM
Russula	*atropurpurea*	Peck	ECM
Russula	*aurora*	Krombh.	ECM
Russula	*caerulea*	Fr.	ECM
Russula	*cicatricata*	Romagn.	ECM
Russula	*cyanoxantha*	(Schaeff.) Fr.	ECM
Russula	*delica*	Fr.	ECM
Russula	*emetica*	(Schaeff.) Pers.	ECM
Russula	*foetens*	Pers.	ECM
Russula	*fragilis*	Fr.	ECM
Russula	*grisea*	Fr.	ECM
Russula	*heterophylla*	(Fr.) Fr.	ECM
Russula	*insignis*	Quél.	ECM
Russula	*laurocerasi*	Melzer	ECM
Russula	*lepida*	Fr.	ECM
Russula	*melzeri*	ZvÌÁra	ECM
Russula	*mustelina*	Fr.	ECM
Russula	*nigricans*	Fr.	ECM
Russula	*nobilis*	Velen.	ECM
Russula	*ochroleuca*	Pers.	ECM
Russula	*parazurea*	Jul. Schäff.	ECM
Russula	*puellaris*	Fr.	ECM
Russula	*risigallina*	(Batsch) Sacc.	ECM
Russula	*sardonia*	Fr.	ECM
Russula	*variegatula*	Romagn.	ECM
Russula	*vesca*	Fr.	ECM
Russula	*virescens*	(Schaeff.) Fr.	ECM
Sarcoscypha	*coccinea*	(Gray) Boud.	SH
Schizophyllum	*commune*	Fr.	SL
Schizopora	*flavipora*	(Berk. & M.A. Curtis ex Cooke) Ryvarden	SL
Schizopora	*paradoxa*	(Schrad.) Donk	SL
Scleroderma	*areolatum*	Ehrenb.	ECM
Scleroderma	*bovista*	Fr.	ECM
Scleroderma	*citrinum*	Pers.	ECM
Scopuloides	*hydnoides*	(Cooke & Massee) Hjortstam & Ryvarden	SL
Scopuloides	*rimosa*	(Cooke) Jülich	SL
Scutellinia	*scutellata*	(L.) Lambotte	SH
Scutellinia	*trechispora*	(Berk. & Broome) Lambotte	SH
Sidera	*vulgaris*	(Fr.) Miettinen	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Simocybe	*centunculus*	(Fr.) P. Karst.	SH
Sistotrema	*diademiferum*	(Bourdot & Galzin) Donk	SL
Sistotrema	*octosporum*	(J. Schröt. ex Höhn. & Litsch.) Hallenb.	SL
Sistotrema	*resinicystidium*	Hallenb.	SL
Skeletocutis	*albocremea*	A. David	SL
Skeletocutis	*amorpha*	(Fr.) Kotl. & Pouzar	SL
Skeletocutis	*lenis*	(P. Karst.) Niemelä	SL
Skeletocutis	*nivea*	(Jungh.) Jean Keller	SL
Sparassis	*crispa*	(Wulfen) Fr.	SL
Steccherinum	*ochraceum*	(Pers.) Gray	SL
Steccherinum	*rhois*	(Schwein.) Banker	SL
Stereum	*gausapatum*	(Fr.) Fr.	SL
Stereum	*hirsutum*	(Willd.) Gray	SL
Stereum	*insignitum*	Quél.	SL
Stereum	*ochraceoflavum*	(Schwein.) Sacc.	SL
Stereum	*rugosum*	Pers.	SL
Stereum	*sanguinolentum*	(Alb. & Schwein.) Fr.	SL
Stereum	*subtomentosum*	Pouzar	SL
Sticta	*limbata*	(Sm.) Ach.	LI
Strobilomyces	*strobilaceus*	(Scop.) Berk.	ECM
Stropharia	*semiglobata*	(Batsch) Quél.	SH
Stypella	*grilletii*	(Boud.) P. Roberts	SL
Suillus	*bovinus*	(Pers.) Roussel	ECM
Suillus	*grevillei*	(Klotzsch) Singer	ECM
Suillus	*luteus*	(L.) Roussel	ECM
Suillus	*placidus*	(Bonord.) Singer	ECM
Suillus	*viscidus*	(L.) Roussel	ECM
Tectella	*patellaris*	(Fr.) Murrill	SH
Thelotrema	*lepadinum*	(Ach.) Ach.	LI
Thuemenidium	*atropurpureum*	(Batsch) Kuntze	SH
Tomentella	*botryoides*	(Schwein.) Bourdot & Galzin	ECM
Tomentella	*brevispina*	(Bourdot & Galzin) M.J. Larsen	ECM
Tomentella	*ferruginea*	(Pers.) Pat.	ECM
Trametes	*gibbosa*	(Pers.) Fr.	SL
Trametes	*hirsuta*	(Wulfen) Lloyd	SL
Trametes	*versicolor*	(L.) PilÌÁt	SL
Trechispora	*farinacea*	(Pers.) Liberta	SL
Tremella	*encephala*	Pers.	SL
Tremella	*mesenterica*	Schumach	SL
Trichaptum	*abietinum*	(Dicks.) Ryvarden	SL
Trichaptum	*biforme*	(Fr.) Ryvarden	SL
Trichoderma	*gelatinosum*	P. Chaverri & Samuels	SL

GÉNERO	ESPECIE	AUTORÍA	ESTRATEGIA
Trichoglossum	*hirsutum*	(Pers.) Boud.	SH
Tricholoma	*columbetta*	(Fr.) P. Kumm.	ECM
Tricholoma	*portentosum*	(Fr.) Quél.	ECM
Tricholoma	*sciodes*	(Pers.) C. MartÌ_n,	ECM
Tricholoma	*sejunctum*	(Sowerby) Quél.	ECM
Tricholoma	*ustale*	(Fr.) P. Kumm.	ECM
Tricholomopsis	*decora*	(Fr.) Singer	SL
Tricholomopsis	*rutilans*	(Schaeff.) Singer	SL
Trochila	*ilicina*	(Nees ex Fr.) Greenh. & Morgan-Jones	PA
Tulasnella	*eichleriana*	Bres.	SL
Tylopilus	*felleus*	(Bull.) P. Karst.	ECM
Tyromyces	*kmetii*	(Bres.) Bondartsev & Singer	SL
Vascellum	*pratense*	(Pers.) Kreisel	SH
Volvariella	*pusilla*	(Pers.) Singer	SH
Vuilleminia	*comedens*	(Nees) Maire	SL
Xenasmatella	*vaga*	(Fr.) Stalpers	SL
Xerocomus	*badius*	(Fr.) KÌ_hner	ECM
Xerocomus	*chrysenteron*	(Bull.) Quél.	ECM
Xerocomus	*ferrugineus*	(Schaeff.) Alessio	ECM
Xerocomus	*pelletieri*	(LÌ©v.) Bresinsky & Manfr. Binder	ECM
Xerocomus	*rubellus*	(Krombh.) Quél.	ECM
Xerocomus	*subtomentosus*	(L.) Quél.	ECM
Xerula	*radicata*	(Relhan) DÌ¦rfelt	SL
Xylaria	*hypoxylon*	(L.) Grev.	SL
Xylaria	*polymorpha*	(Pers.) Grev.	SL

IX

Invertebrados terrestres y notas sobre eucariotas unicelulares

Alberto Castro y Leticia Martínez de Murguía

Departamento de Entomología, Sociedad de Ciencias Aranzadi
entomologia@aranzadi.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Lehorreko ornogabeak eta zelulabakarreko eukariotoei buruzko oharrak

Ornogabeek eta zelulabakarreko eukariokoek ezagutzen den biodibertsitatearen gehiengoa osatzen dute eta lurreko ekosistemetan beren paper ekologikoa oso garrantzitsua da. Halere, Artikutzari buruzko aurreko bildumek ez dute informaziorik jaso talde hauei buruz. Kapitulu honetan talde hauei buruz egindako lanak berrikusi, erregistratutako espezieen zerrendatu, aurkikuntzarik garrantzitsuenak nabarmendu eta hausnartu egingo da Artikutzako ornogabeen kontserbazioari buruz eta etorkizuneko ikerketei buruz. Zelulabakarreko eukariokoei dagokienez, horiek jasotzen dituzten bi lan aurkitu dira, eta Amoebozoa eta Cercozoa phylum-etan banatutako 13 espezie jasotzen dituzte; beraz, espezie asko daude erregistratzeko Artikutzan. Ornogabeei dagokienez, soilik bost orden (Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera eta Lepidoptera) ikertu dira nolabaiteko zehaztasunarekin, eta horiek guztiak Arthropoda phylum-ekoak dira. Zerrendan, guztira, 1.089 espezie daude, inbentarioa osatugabea den arren.

Baso helduetako espezie tipikoen, batzuk arraroak edo mehatxatuak, presentzia nabarmentzen den, zientziarako lau espezie berriren deskribapenaz gain. Besteak beste, *Chalarus leticiae* soilik Artikuntzan aurkitu da. Aztertutako talde eta espezie guztietarako, jardueraren maximoak hilabete bat inguru desplaza daitezke elkarren segidako urteetan, inguruneko baldintzen arabera. Artikutzako ornodunen kontserbaziorako, gomendatzen da gaur egungo basoaren berezko heltze kudeaketarekin jarraitzea, unean uneko balizko salbuespenekin, baldin eta habitataren hetereogeneotasuna, bertako zuhaitz zaharrenak zaintzeko badira eta abandonatutako baso landaketek eskaintzen dituzten aukera aprobetxatzeko badira.

Etorkizuneko proposamenen artean, oraindik ikertu ez diren taldeak inbentariatzea eta hasita dauden baina sakondu ez diren beste batzuetan sakontzea laginketa berriak egin baino lehen. Artikutzako laginketa zabalagoak eta adierazgarriagoak beharko lirateke eta azkenik, gutxi ezagutzen diren espezieen ekologian sakondu beharko litzateke, legez babestutakoen eta mehatxatutakoen jarraipena egiteaz gain.

1. Introducción

Los invertebrados no están tratados en las dos principales recopilaciones anteriores sobre Artikutza (Catalán et al., 1989, Agirre, 2003), a pesar de la existencia, como se verá en los próximos apartados, de investigaciones previas sobre estos animales. Sólo la guía de Agirre (2003) señala brevemente las incontables especies de insectos que se deben encontrar en los bosques de Artikutza. Sorprende esta falta de información, dada la gran importancia de los invertebrados en las redes ecológicas (Prather et al., 2013) y su inmensa diversidad, que alcanza el 66.9% de todas las especies registradas en el planeta (Roskov et al., 2019). Algo similar puede afirmarse de los eucariotas unicelulares que, aunque suponen una proporción menor (1.4%) de todas las especies conocidas, su verdadera contribución a la biodiversidad global sea con toda probabilidad mucho mayor debido a que han sido menos estudiados.

Por tanto, el presente capítulo se marca como objetivo la revisión de las investigaciones sobre invertebrados y eucariotas unicelulares realizadas en Artikutza. Para ello se realizan: 1) un repaso histórico de las investigaciones realizadas, 2) una lista de las especies citadas y 3) un resumen de los descubrimientos más destacables por cada taxón. Como colofón, se finaliza reflexionando sobre la conservación de los invertebrados en Artikutza y exponiendo las investigaciones recomendadas a realizar en el futuro y las conclusiones principales.

2. Metodología

La información se ha obtenido revisando todas las publicaciones con citas de invertebrados o eucariotas unicelulares que se han encontrado hasta el final del año 2018 consultando dos fuentes: 1) el buscador Google Académico (https://scholar.google.es/) introduciendo Artikutza en el campo "con todas las palabras" y marcando la opción "en todo el artículo" y 2) la bibliografía presente en las publicaciones sobre invertebrados listadas en el buscador. Además, se presentan datos inéditos de especímenes conservados en la colección de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Por un lado de Coleoptera Carabidae e Hymenoptera recolectados por Martínez de Murguía (2001, 2002) e identificados por Juan Pérez Zaballos y Luis Óscar Aguado, respectivamente. Y por otro lado de coleópteros (identificados por Alberto Castro y Fernando Hiribarnegarai) procedentes de un informe de investigación sobre coleópteros saproxílicos - aquellos ligados a árboles viejos y madera muerta - (Castro, 2016) y de citas de arañas recogidas de manera casual por el guarda forestal Iosu Zumeta entre los años 2004 y 2006 e identificadas por Alberto Castro. No se profundiza demasiado en estos datos por estar parte de ellos pendientes en otras publicaciones. No se han revisado aquí los sistemas acuáticos por estar incluidos en otro capítulo de la presente monografía.

Los resultados de la revisión se presentan estructurados en seis partes. Primero se narran brevemente los hitos más importantes en el avance del conocimiento de los invertebrados y eucariotas unicelulares en Artikutza. Después se realiza un recuento de la diversidad taxonómica registrada de estos grupos. Acto seguido se presentan, taxón por taxón (por órdenes en el caso de los invertebrados y en conjunto para los eucariotas unicelulares), los descubrimientos más importantes, destacando las especies más reseñables (nuevas para la ciencia, distribución restringida, amenazadas, etc.) y las conclusiones faunísticas y ecológicas de mayor interés. Seguidamente, se exponen las implicaciones de conservación de la fauna de invertebrados a la luz de la información aportada por los trabajos revisados. A continuación, se proponen futuras investigaciones que vayan cubriendo las actuales lagunas de conocimiento. Finalmente, se presentan las conclusiones más relevantes.

3. Hitos históricos

Para el caso de los eucariotas unicelulares tan sólo existen dos trabajos (Gracia, 1976; Galán, 2015). En cuanto a los invertebrados, se distinguen dos épocas de actividad investigadora diferenciadas por dos importantes impulsos en el registro de la diversidad taxonómica de Artikutza (Fig. 1):

Desde 1969 hasta 1991: este periodo se destaca sobre todo por el estudio del orden Lepidoptera, iniciado en 1969 por Agenjo, que registra dos especies. Sin embargo, la gran recopilación de especies de Lepidoptera tiene lugar gracias a los trabajos de Carlos Gómez de Aizpúrua y sus numerosos colaboradores (Gómez de Aizpúrua, 1974, 1983, 1988), basados sobre todo en el muestreo con trampas de luz (Fig. 2). Posteriormente, se realizan algunas aportaciones y precisiones complementarias de géneros concretos (Yela et al., 1988; Martín & Marcos, 1989; Olano et al., 1990, 1991). Una excepción a esta tendencia centrada en los lepidópteros es la publicación de un registro puntual del orden Collembola (Aldaba & Arluziaga, 1984).

Desde 1998 hasta la actualidad: con diferencia, la mayoría de especies citadas durante este tramo temporal proceden de las muestras obtenidas mediante trampas Malaise (Fig. 2) y de interceptación de suelo o "pitfall", utilizadas con motivo de una tesis doctoral sobre el orden Hymenoptera en los bosques de Artikutza que captura 78 229 individuos de este taxón tan sólo con el primer tipo de trampas (Martínez de Murguía, 2001, 2002). El análisis de estas muestras no solo aporta información sobre himenópteros (ver referencias en el Anexo), sino que además el resto de especímenes se facilita a diferentes especialistas que van generando información de forma continua, en un proceso que prosigue en la actualidad, después de más de 25 años tras el comienzo de los muestreos y cuyo final aún no se vislumbra (ver Fig. 1). Así, el espectro taxonómico estudiado se amplía a otros tres órdenes de artrópodos: Araneae, Coleoptera y Diptera (ver referencias en el Anexo).

Figura 1. Número de especies de invertebrados que se han ido citando en Artikutza desde los primeros trabajos realizados hasta la actualidad.

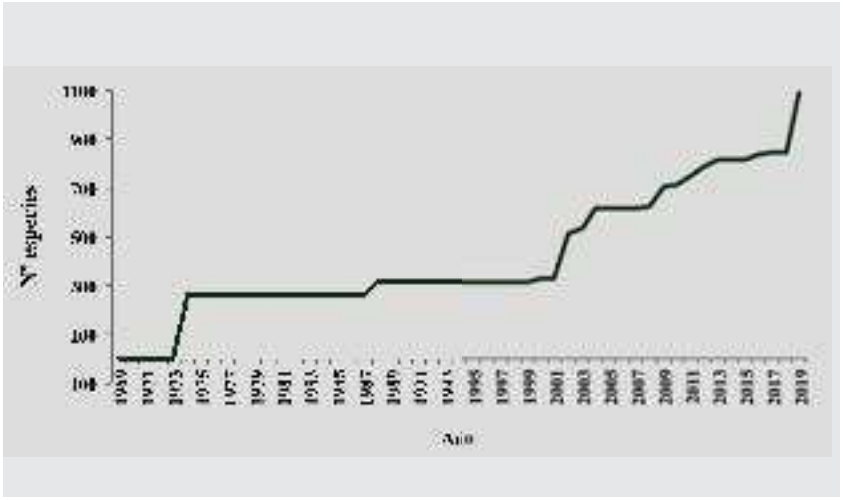


Figura 1.

Figura 2. Izquierda: Carlos Gómez de Aizpúra junto a una trampa de luz instalada en 1964 para muestrear lepidópteros (Fondo Carlos Gómez de Aizpúra). Derecha: Trampa Malaise instalada en 1995 por Leticia Martínez de Murguía para analizar la diversidad taxonómica de himenópteros (Leticia Martínez de Murguía).

Figura 2.

Aparte de los datos sacados a la luz por esta tesis, existen otros trabajos sobre coleópteros enmarcados dentro de este periodo, estando todos excepto el primero, relacionados con la fauna saproxílica (Bahillo & López-Colón, 2000; Recalde & Pérez-Moreno, 2007; Recalde, 2008; San Martín & Recalde, 2012; Antón et al., 2013; Recalde & San Martín, 2013; Castro, 2016).

Hay otras obras que recopilan las citas de los estudios mencionados, demostrando cómo estos últimos van contribuyendo a la elaboración de revisiones taxonómicas y de catalógos de distintas escalas geográficas para distintos grupos faunísticos (Prieto & Pérez, 2002; Triapitsyn & Berezovskyi, 2004; Huber & Baquero, 2007; Tinaut et al., 2010; Triapitsyn, 2010; Recalde & Pérez-Moreno, 2011). Se pone de manifiesto, en definitiva, que cuando, además del grupo objeto de estudio en concreto, se intenta aprovechar los datos de otros grupos, hay un trabajo detrás de conservación y etiquetado, mantenimiento de colecciones en los que se conservan las muestras, separación por distintos taxa, envio de ejemplares a reputados especialistas, identificación de especies, análisis de datos y publicación de resultados cuyo esfuerzo y coste exceden con mucho al del muestreo original en sí. Esto tiene implicaciones relacionadas en la gestión de la fauna de invertebrados, pues a la hora de recabar los aún necesarios, debido al desconocimiento todavía existente para muchos grupos, datos de catalogado y distribución de especies, las inversiones económicas deberían incluir, además de partidas para nuevas prospecciones, otras adicionales para la revisión de las colecciones ya existentes.

4. Representación de la diversidad taxonómica inventariada

En Artikutza existen registros de 13 especies de eucariotas unicelulares repartidas entre los phyla Amoebozoa y Cercozoa y de 1089 especies de invertebrados pertenecientes en su totalidad al phylum Arthropoda (ver Anexo). De cada phyla de eucariotas unicelulares se ha estudiado un solo orden y de los artrópodos seis en total, siendo los lepidópteros, dípteros e himenópteros los que cuentan con un mayor número de especies citadas (Fig. 3).

Aunque la fauna de invertebrados del bosque de Artikutza sea probablemente una de las mejor estudiadas en la Península Ibérica, queda patente que aún restan muchos grupos taxonómicos por investigar, como se extrae al analizar la acumulación de especies citadas a lo largo del tiempo (Fig. 1). Así, sin duda existirán varias especies de moluscos (caracoles, babosas), como se deduce de la cantidad de registros existentes en los valles del Urumea y Bidasoa (Altonaga et al., 1994). Gracia (1976) también encuentra numerosos nematodos y ciliados (Colpoda) en las muestras de musgos de Artikutza y Galán et al. (2014) algunos grupos de artródos en las minas abandonadas. Los homópteros (pulgones, cigarrillas saltarinas, etc.) deben estar bien representados, como indica la presencia de dípteros e himenópteros especializados en depredarlos o parasitizarlos (Martínez de Murguía, 2002; Kehlmaier, 2003). Todo ello sin mencionar la gran cantidad de invertebrados sencillamente observables al pasear por Artikutza: anélidos (lombrices, sanguijuelas, etc.), opiliones, ácaros, isópodos (cochinillas de la humedad), ciempiés, milpiés, ortópteros (grillos, saltamontes, etc.), heterópteros (chinches) y un largo etcétera.

Incluso varios de los grupos estudiados, lo han sido de manera incompleta. Por ejemplo, los microlepidópteros no han sido incluidos en los catálogos de mariposas (Gómez de Aizpúra, 1974, 1981, 1988). También falta por prospectar la fauna de escarabajos no saproxílicos, pero incluso entre éstos, los análisis de los esfuerzos de muestreo indican que el inventario es incompleto (Martínez de Murguía et al., 2004b), al igual que sucede con los himenópteros sínfitos (Martínez de Murguía et al., 2004c). Asimismo, es probable que una

buena porción de especies de dípteros e himenópteros no haya sido detectada debido a la escala de los muestreos realizados (sólo 5 ha de las aproximadamente 3700 ha que abarca Artikutza) y a la falta de una combinación de técnicas de captura que abarquen de manera completa los estratos de vegetación (sobre todo los más altos) y la variedad de microhábitats (Martínez de Murguía, 2001, 2002; Kehlmaier & Martínez de Murguía, 2004). Más aún, las especies de himenópteros identificadas a nivel de especie proceden de 5739 ejemplares, lo que indica que de determinar los 72 490 individuos restantes (92.7 % de la muestra), el número de especies se dispararía muy por encima de lo representado en la Fig 1. Algo similar sucede con los dípteros, de los que se han determinado cerca de 8000 individuos de los cientos de miles que se estima que se han capturado (Carles-Tolrá, 2019).

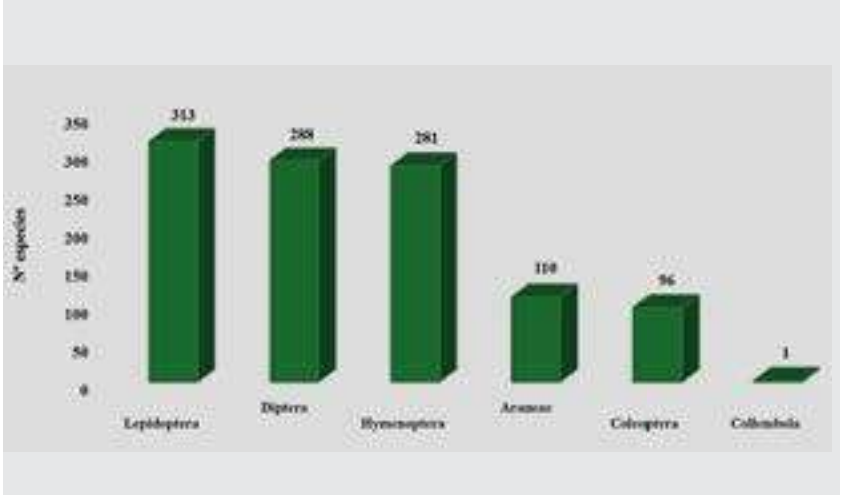


Figura 3.

4.1. Eucariotas unicelulares

Para este heterogéneo grupo sólo existen citas de seis especies del orden Arcellinida y una del orden Phisariida (Reino Protozoa) y otras seis del orden Eglyphida (Reino Chromista). Toda la información al respecto procede de un trabajo sobre organismos muscícolas de diversas localidades de los Pirineos centrales y occidentales (Gracia, 1976) y de otro de minas abandonadas de Artikutza (Galán, 2015). El primero analiza los musgos del género *Sphagnum* sobre sustrato granítico en medio ácido (pH = 5,5) y se centra en los microorganismos eucariotas con teca (un tipo de concha o caparazón). La comunidad encontrada en Artikutza, en la que predomina el género *Trinema*, parece presentar características determinadas por la acidez del hábitat y la humedad, como tecas consistentes en placas de sílice, marcado carácter higrófilo y pseudópodos predominantemente finos (filopodios). El segundo trabajo indica la curiosidad de que la especie devoradora de microorganismos *Fuligo septica*, alcanza sus máximos rangos de tamaño (hasta unos 20 cm) en las minas de Urdallue y no en sustratos boscosos como ramas caídas, hojas, hierbas, etc. en los que se desarrolla habitualmente.

4.2. Araneae (fig. 4)

Existen varias especies de interés entre las arañas, animales estrictamente depredadores, que habitan los bosques de Artikutza. Destaca *Tenuiphantes cantabropyrenaeus* (fig. 4), endemismo de Pirineos y de la Cornisa Cantábrica, abundante en Artikutza, lugar del que ha sido descrita como nueva especie para la ciencia (Castro, 2009; Bosmans & Castro, 2016). Aunque bien distribuida por la Europa central, *Midia midas* es una especie muy rara habitualmente ligada a bosques con arbolado maduro (Castro, 2009; Russell-Smith et al., 2013; Harvey et al., 2017). Algunas especies muy comunes en Artikutza, como la subsocial *Coelotes terrestris*, parecen encontrar su límite de distribución suroccidental en Gipuzkoa y Navarra (Castro & Ferrández, 1998; Morano et al., 2018; World Spider Catalog, 2019). Ocho especies, varias de ellas frecuentes en Artikutza (Castro, 2009), caracterizan a la araneofauna por su significante representación de elementos de distribución europea suroccidental limitada prácticamente al sur de Francia y la Península Ibérica y sin llegar a ser mediterráneas (Morano et al., 2018; World Spider Catalog, 2019): *Bordea negrei*, *Chorizomma subterraneum*, *Labulla*

Figura 3. Número de especies citadas en Artikutza por cada orden de artrópodos.

Figura 4.

Figura 4. Ejemplos de arañas registradas en Artikutza. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: imagen obtenida mediante lupa binocular de *Tenuiphantes cantabropyrenaeus*, especie de unos 2 mm de longitud corporal cuya distribución conocida se restringe a la Cornisa Cantábrica oriental y al Pirineo occidental y que se muestra abundante en Artikutza (Foto: Alberto Castro). *Pisaura mirabilis*, araña que sólo construye telarañas para cuidar a sus crías (Foto: Iñaki Mezquita). Ejemplar (izquierda) y madriguera con compuerta tapizada de seda (derecha) de *Nemesia simoni*, araña trampera cuya actividad reproductora otoñal se ha confirmado en Artikutza por primera vez (Fotos: Alberto Castro).

flahaulti, *Malthonica lusitanica*, *Nemesia simoni* (fig. 4), *Palliduphantes cernuus*, *Tegenaria inermis* y *Walckenaeria dalmasi*. Finalizando el repaso faunístico, cabe señalar la presencia de otras especies de amplia distribución que muestran gran abundancia en Artikutza, como *Pardosa lugubris* en la hojarasca, *Clubiona comta* y *Clubiona terrestris* en el estrato arbustivo-arbóreo y *Malthonica picta* y *Tenuiphantes zimmermanni* en ambos medios (Castro, 2009).

Las dinámicas estacionales de las arañas en Artikutza presentan diferencias dependiendo de dónde desarrollen su actividad las especies (Castro, 2009). En la hojarasca, la máxima diversidad de arañas adultas activas se da en abril o mayo, con picos secundarios en diversos momentos del verano, del otoño e incluso en algún caso en invierno. En estratos más altos, la diversidad alcanza su apogeo en junio, mantiene altos valores hasta agosto y presenta máximos secundarios en octubre o noviembre, con mínimos muy marcados en invierno, en febrero, sobre todo. Como se puede observar, los momentos de mayor actividad varían entre años consecutivos, desplazándose más los máximos secundarios. Estas variaciones podrían deberse a diferencias meteorológicas entre distintos años. En cualquier caso, los estratos más altos se caracterizan por mínimos invernales de actividad más acusados y consistentes, indicando un periodo reproductivo mucho más amplio en las arañas de la hojarasca, probablemente por las condiciones más abrigadas que ofrece este microhábitat.

Analizando las estacionalidades por especies, los datos de Artikutza han contribuído a describir por vez primera los periodos reproductivos de actividad de dos especies, la migala trampera *N. simoni* y el endemismo cántabro-pirenaico *T. cantabropyrenaeus* (Castro, 2009). *N. simoni* habita en madrigueras que ella misma construye y cierra con tapaderas constituídas por barro, seda y detritus vegetales (fig. 4). En Artikutza, su periodo reproductor abarca de septiembre a noviembre. *T. cantabropyrenaeus* vive tanto a nivel de la hojarasca como en estratos superiores construyendo telas en forma de hamaca y aunque su actividad reproductora se concentra en primavera y verano, los adultos se muestran activos todo el año, excepto en algunos tramos invernales.

Figura 5.

4.3. Collembola

A pesar de que los colémbolos son bien visibles en la hojarasca del bosque, sólo existe una cita correspondiente a una especie bastante común en Europa, *Isotomurus palustris* (Aldaba & Arluziaga, 1984). Encontrada en la cuenca del río Elama, esta especie suele habitar entornos muy húmedos, como cercanías de charcas y pantanos, llegando a vérsela incluso en la superficie del agua.

4.4. Coleoptera (fig. 5)

Respecto a los escarabajos, las investigaciones se han centrado principalmente en las especies saproxílicas, es decir, las relacionadas con árboles viejos y muertos. La comunidad presente en el bosque de Artikutza indica una disponibilidad de madera muerta en todos sus estadíos de descomposición, estando representadas tanto especies comunes (Martínez de Murguía et al., 2004b) como amenazadas (Castro, 2016). Así, existen especies legalmente protegidas como *Lucanus cervus* (ciervo volante), *Osmoderma eremita* y *Rosalia alpina* (fig. 5), además de otras catalogadas como Vulnerables siguiendo las categorías de la IUCN, como es el caso de *Gnorimus variabilis* (fig. 5), aunque todas con bajos efectivos poblacionales cuando se comparan con otros bosques europeos. Incluso hay evidencias de que otra especie protegida, *Cerambyx cerdo* (gran capricornio), se ha extinguido de Artikutza al cambiar el paisaje de un pasto arbolado a un bosque cerrado ver también el capítulo de historia forestal). En cuanto al hábitat, los escarabajos saproxílicos parecen seleccionar más los árboles que el tipo de bosque. *Thanasimus formicarius* y *Nacerdes gracilis* sólo se muestran activas en lugares con presencia de pinos, *R. alpina* en hayas y *O. eremita* y *G. variabilis* prefieren los robles. Las dos últimas especies, que son las más amenazadas, sólo se asocian a la cohorte más vieja de robles

Figura 5. Ejemplos de coleópteros saproxílicos citados en Artikutza (Fotos: Alberto Castro). De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: *Rosalia alpina*, longicornio que habita sobre todo en madera muerta de hayas. *Gnorimus variabilis*, cetónido considerado como vulnerable en gran parte de Europa. Ciervo volante (*Lucanus cervus*) macho marcado para un estudio poblacional. *Osmoderma eremita*, escarabajo ermitaño cuya larva se desarrolla en el sustrato en descomposición presente en el interior de las cavidades de grandes árboles.

Figura 6.

(Ø ≈ 60-90 cm) y hayas (Ø ≈ 70-100 cm) del bosque de Artikutza, que se estima tienen una edad superior a los 250 años. Las áreas forestales con árboles que no superan los 100 años de edad aún no han generado árboles con las cavidades y pudriciones necesarias para *O. eremita* y *G. variabilis*, no existiendo, además, robles entre un siglo de edad y 250 años, lo que crea una incertidumbre en la futura continuidad del hábitat de estas especies (Castro, 2009b; 2016).

Los períodos de vuelo de los escarabajos saproxílicos presentan tres máximos de diversidad (Martínez de Murguía et al., 2004): en mayo, en la segunda mitad de junio y en la transición entre julio y agosto. Aparte, se observa un máximo relativo hacia octubre y cese total de actividad en invierno.

Figura 6. Ejemplos de Diptera citados en Artikutza. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (Fotos: Óscar Aguado): *Episyrphus balteatus*, mosca que mimetiza avispas. *Myatropa florea*, especie con adultos polinizadores y larvas bacteriofágas en detritus vegetales. *Myopa buccata*, la larva de esta especie es parásita de abejorros. *Xylota segnis*, mosca polinívora del sotobosque que a veces también se alimenta de melaza de pulgones.

4.5. Diptera (fig. 6)

Dentro de este orden existe una obra faunística general (Carles-Tolrá, 2019) que descubre *Minettia quadrisetosa* como nueva especie para Europa. Este trabajo analiza 214 especies, encontrándose mayor diversidad (182 especies) y abundancia (54.4 % de los individuos) en los bosques mixtos que en los hayedos (154 y 45.6 %, respectivamente). En ambos tipos de bosque las especies más abundantes son *Sapromyza basalis* y *Homoneura mediospinosa*, que suponen el 28 % de los ejemplares, si bien las abundancias relativas de la mayoría de las especies varían, reflejando preferencias de actividad por un hábitat forestal u otro.

Los taxa más estudiados son los correspondientes a moscas de las familias Pipunculidae y Syrphidae, que se tratan a continuación:

Las larvas de la familia Pipunculidae son parásitas internas de cigarrillas (orden Homoptera). Los resultados que se resumen en este párrafo se basan en los trabajos de Kehlmaier (2003, 2008). Las especies de Artikutza son en su mayoría de distribución paleártica o

europea, si bien se han descrito dos nuevas para la ciencia: *Chalarus leticiae* y *C. saxonicus*. La primera tan sólo se ha registrado en los hayedos de Artikutza, permaneciendo por el momento, como un endemismo de este enclave. Sorprende la diversidad de *Chalarus* en Artikutza que, con 13 especies, contiene cerca de la mitad de las especies conocidas del género en Europa. Los *Chalarus* podrían verse beneficiados por la gran extensión de hayedo que cubre Artikutza, ya que suelen parasitizar cigarrillas de la subfamilia Typhocybinae que habitan y se alimentan en el follaje de árboles caducifolios. Sin embargo, en cuanto el bosque presenta un estrato herbáceo algo desarrollado, abundan más el resto de géneros de pipuncúlidos. La actividad voladora de las moscas pipuncúlidas en Artikutza tiene lugar de mediados de abril hasta el final de octubre, un periodo mayor que en la Europa central y occidental, pero menor que en el sur de la Península Ibérica.

Las investigaciones existentes sobre sírfidos se deben a Kehlmaier (2000) y Kehlmaier & Martínez de Murguía (2004) y ponen de manifiesto los descubrimientos que se enumeran a renglón seguido. Entre las especies de interés, es reseñable la presencia de *Brachypalpus laphriformis* que, aunque bien distribuida por Europa, se considera rara, siendo relativamente abundante en Artikutza. Por otra parte, *Callicera rufa, B. valgus, Psilota antrhacina* y *Sphixi-morpha subssesilis* se encuentran entre las especies de insectos útiles para identificar bosques de importancia internacional, generalmente por estar ligadas a bosques maduros y madera muerta. Por tanto, el bosque de Artikutza parece cumplir con un papel de refugio para estas especies saproxílicas, de gran importancia a la hora de conservar la biodiversidad de las especies ligadas a árboles viejos y madera muerta. En cuanto a hábitos alimenticios, las larvas de la mayoría de especies son depredadoras (57.4 % de las especies y 95.5 % de los individuos), seguidas de saproxilófagas (25 % y 3.9 %), saprófagas (10.4 % y 0.4 %) y fitófagas (6.3 % y 0.2 %). Los periodos de vuelo con mayor diversidad tienen lugar entre abril-agosto, con un pico secundario en octubre y con mínimos acusados de actividad en invierno. Al igual que lo que sucede con las arañas, los picos de diversidad parecen variar interanualmente entre los meses citados dependiendo de la meteorología. Este factor parece ser más determinante que el hábitat forestal (hayedo vs. bosque mixto de hayas, robles y pinos silvestres) en cuanto a la composición y abundancia de especies en vuelo en un determinado lugar y año. Curiosamente, un 25.5 % de las especies encontradas en Artikutza se consideran migradoras y otro 14.8 % migradoras dudosas. Entre las primeras se encuentran los taxa más abundantemente registrados, que suponen el 89.9 % del total: *Episyrphus balteatus* (fig. 6), *Eupeodes corollae*, *Meliscaeva auricollis* y las dos especies de *Sphaerophoria* (ver Anexo). Aunque no están claros los procesos migratorios en los que están involucradas las especies, sí parece que al menos, el bosque de Artikutza ofrece una combinación de clima y recursos alimenticios para el asentamiento de sírfidos durante una prolongada parte del año.

Finalmente, cabe señalar que otras especies de dípteros incluidas en distintas familias han sido publicadas por Carles-Tolrá (2002, 2004, 2008, 2010a, 2010b, 2016, 2017, 2019).

4.6. Hymenoptera (fig. 7)

Sin duda este es el orden de invertebrados más intensivamente estudiado en Artikutza. Tanto es así que las abundancias relativas de los distintos grupos de himenópteros encontrados en los bosques de este enclave se incluyen en un libro de gran difusión internacional como referente de la fauna de los bosques templados europeos (Huber, 2009). Las investigaciones sobre himenópteros en Artikutza se deben a un muestreo mediante seis trampas Malaise (Fig. 2) llevado a cabo durante dos años (1995-1997) con periodicidad bisemanal en un hayedo y en un bosque mixto formado por hayas, robles y pinos silvestres (Martínez de Murguía, 2001, 2002). La captura total de esta investigación asciende a 78229 ejemplares de Hymenoptera. Los resultados más relevantes se exponen a continuación, comenzando por un análisis preliminar por familias del conjunto de los himenópteros para seguir con las familias mejor estudiadas.

El análisis a nivel de familias se realiza en Martínez de Murguía et al. (2001) y Martínez de Murguía (2002). En estos trabajos se identifican las familias más representadas: Ichneumonidae (33.1 % del total de ejemplares), Diapriidae (23 %), Braconidae (6.6 %), Platygastridae (5.1 %), Mymaridae (5 %), Pteromalidae (4.2 %) y Encyrtidae (4 %). Como se puede comprobar, algunas de estas familias no aparecen en la tabla del Anexo debido a que la identificación de los ejemplares correspondientes a nivel de especie aún no ha sido abordada, al igual que ocurre con la mayoría de los representantes del suborden Ceraphronoidea, que alcanzan el 6.9 % del total. Todos los taxa enumerados suponen el 87.9 % de la captura y sugieren que como en otros hayedos europeos, la diversidad de familias es baja, siendo unas pocas bastante numerosas y abundando las parásitas de dípteros fungívoros (Ceraphronoidea y Diapriidae). Dentro de Artikutza, los hayedos y bosques mixtos presentan distintas composiciones de fauna de himenópteros, observándose una mayor actividad voladora en el bosque mixto. Incluso entre trampas localizadas en el mismo tipo de bosque existen diferencias, reflejando la importancia de la distribución espacial de los recursos alimenticios y de refugios para nidificación e hibernación para las distintas especies. Por ejemplo, la presencia de Xyelidae y Trichogrammatidae se asocia a enclaves con presencia de pinos, mientras que los Crabronidae se detectan frecuentemente en todas las parcelas forestales prospectadas, ya que la madera muerta que necesitan para nidificar se distribuye en gran cantidad por todo el bosque. La madera muerta cumple un importante papel como sustrato de anidación en un entorno con profusión de suelos delgados en grandes pendientes con capas inestables de hojarasca que no resultan adecuados para tal fin.

La actividad voladora del conjunto de los himenópteros se correlaciona positivamente con la temperatura y por tanto se concentra para casi todas las familias entre primavera y verano, no siendo raros repuntes secundarios en la primera mitad del otoño. Pero aún así, casi todas las familias presentan actividades de vuelo superiores a seis meses, sin ser raro que algunas la prolonguen a todo el año, aunque en invierno se reduzca bastante. Por consiguiente, el bosque ofrece recursos continuamente para varias especies. Sin embargo, en años consecutivos, el número de individuos activos puede variar considerablemente, como se ha comprobado para familias como Diapriidae, Formicidae, Heloridae, Scelionidae, Trichogrammatidae y Vespidae.

Ya en mayor detalle, Martínez de Murguía et al. (2002, 2004c) analizan los himenópteros pertenecientes a los grupos de avispas portasierra o Symphyta (Cephidae, Pamphiliidae, Tenthredinidae y Xyelidae) y Aculeata (Apidae, Bethylidae, Crabronidae, Formicidae, Pompilidae y Vespidae), que incluyen especies con gran variedad de hábitos alimenticios como herviboría, predación y parasitismo. Por ejemplo, las distintas especies de abejorros muestran preferencias bien por el hayedo o por el bosque mixto. Así, *Bombus lucorum* es más activa en el hayedo y *B. pascuorum* en el bosque mixto (fig. 7). Sin embargo, aunque el tipo de bosque también parece jugar un papel en cuanto a los patrones de actividad del resto de especies (avispas, abejas y hormigas), las características propias del hábitat de cada parcela forestal se muestran más determinantes. De esta manera, se observa un mayor número de especies asociadas a la vegetación en zonas con mayor desarrollo del sotobosque, que suele alcanzar mayor cobertura en el bosque mixto. En cambio, dónde el sotobosque está casi ausente, la importancia de otros recursos, como la madera muerta, favorece una mayor proporción de especies relacionadas con este medio, algo que sucede más habitualmente en el hayedo. Entre ellas, *Crossocerus binotatus* y *Spilomena curruca* (Crabronidae) se encuentran en su límite merional de distribución en la Europa occidental (Gayubo et al., 2002; Fresno, 2017). Entre los sínfitos, la mayoría de especies vuelan principalmente en primavera (mayo), aunque también se da una alta diversidad en verano (julio) provocada por las especies que llegan a producir más de una generación anual. Entre octubre y febrero tiene lugar un cese total en la actividad de vuelo.

Dentro de la familia Braconidae, destaca *Dinotrema alysiae* (subfamilia Alyssinae) como nueva especie para la ciencia, parásita de moscas Platypezidae, descrita a partir de individuos capturados en Dinamarca, Inglaterra, Países Bajos y Artikutza (Munk et al., 2013) y

Figura 7.

posteriormente citada en Finlandia (Koponen & Peris-Felipo, 2016). Por otra parte, Michelena & Martínez de Murguía (2012) identifican 29 especies de la subfamilia Aphidiinae, parasitoides de pulgones (Hemiptera: Aphididae) e importantes por su potencial para controlar plagas, destacando por su abundancia *Monoctonus caricis* y *Aphidius rhopalosiphi* y la representación de huéspedes sobre pulgones de gramíneas. *Histeromerus mystacinus* (Histeromerinae) es un saproxílico que caza larvas de escarabajos saproxílicos y que también encuentra en Artikutza su límite sur de distribución en la Europa occidental (Falcó-Garí et al., 2009). Los adultos de esta especie paralizan las presas para alimentar a sus larvas y parece que emiten secreciones antifúngicas y antibacterianas para mantener la comida fresca (Shaw, 1995). Las comunidades de las subfamilias Opiinae (3 % del total de Braconidae), Microgastrinae (14.8 %) y Alyssinae (64.2 %) han sido analizadas por Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011), Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011, 2012), Pérez-Rodríguez (2013) y Pérez-Rodríguez et al. (2013). Estas comunidades se destacan por una alta abundancia de unas pocas especies o géneros. Así, entre los Opiinae, sólo tres especies, *Xynobius comatus*, *Opius levis* y *Opius graecus* suman el 63 % de los individuos. *Apanteles ruficornis*, *Protapanteles vitripennis* y *Apanteles* sp suponen el 61.7 % de los Microgastrinae. Por su parte, los géneros *Dinotrema*, *Chorebus* y *Orthostigma* llegan al 81.7 % de los Alyssinae. La diversidad de los Opiinae y Microgastrinae es mayor en los claros de bosque, probablemente por que en éstos hay más especies de plantas y de insectos herbívoros (Diptera y Lepidoptera) que pueden ser parasitizados por estos himenópteros. Sin embargo, en su conjunto se observa una mayor diversidad tanto de Opiinae como de Alyssinae (parasitoides de dípteros) en el hayedo, al contrario de lo que sucede con los Microgastrinae, que son más abundantes en el bosque mixto. El periodo de vuelo de los Opiinae se concentra sobre todo de abril a octubre, presentando un pico primaveral-estival y otro hacia la segunda parte del verano, con un cese total en invierno. El primer pico tiene lugar en junio o julio y el segundo en agosto o septiembre, dependiendo del año. La subfamilia Alyssinae presenta una dinámica estacional similar, si

Figura 7. Ejemplos de Hymenoptera citados en Artikutza. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (Fotos: Óscar Aguado): *Bombus pascuorum*, abejorro mayormente activo en las áreas de bosque mixto. *Bombus lucorum*, abejorro mayormente activo en las zonas de hayedo. Vespula germanica, avispa social cuya dieta varía según los requerimientos de la colonia: nectarívora, depredadora, carroñera, etc. *Strongylogaster multifasciata*, especie cuya larva se alimenta de helechos.

bien el primer máximo puede variar de abril a julio y el segundo de septiembre a octubre. Los Microgastrinae también vuelan en la primavera y el verano, si bien alcanzan su máximo en julio-agosto dependiendo del año.

4.7. Lepidoptera (fig.8)

A pesar del gran esfuerzo realizado en catalogar las especies de lepidópteros (ver Gómez de Aizpúrua, 1974, 1983, 1988), se carecen de investigaciones centradas en las comunidades de mariposas en Artikutza. Se han registrado especies de interés como *Endromis versicolora* (fig. 8), única representante de la familia Endromidae en Europa, que en la Península Ibérica sólo se ha citado con cierta precisión en zonas montañosas de Galicia, Navarra y País Vasco, creyéndose que pueda distribuirse en forma de poblaciones aisladas por la franja norte templado-occidental (Pino et al., 2009; Pino & Pino, 2015). Esta especie se considera como Casi Amenazada según la categoría IUCN en España (Verdú et al., 2011) y la oruga se alimenta principalmente de hojas de abedul. *Cerura erminea* (familia Notodontidae) también presenta una oruga que se alimenta de hojas y también es algo infrecuente, estando repartida localmente por el norte de España por la reducción en extensión de los bosques riparios (Wagner, 2005-2019).

Por otra parte, existen varias especies comunes y las orugas de algunas de ellas, como la del geométrido *Erannis defoliaria* (fig. 8), en los meses de mayo y junio de algunos años pueden llegar a ser tan abundantes en el follaje de los árboles caducifolios que se puede llegar a escuchar como mastican las hojas y a contemplar una "lluvia" de restos de éstas en el interior del bosque.

5. Conservación de los invertebrados

Los trabajos revisados manifiestan dos implicaciones generales clave a tener en cuenta para la conservación de los invertebrados forestales de Artikutza. Por un lado, el bosque tiene un valor de conservación de importancia internacional por acoger especies de interés en la conservación, incluyendo aquellas presentes en las listas rojas de las respectivas administraciones asociadas a la conservación de los bosques templados maduros. Por otra parte, como las distintas especies muestran diferentes preferencias de hábitat, la promoción de la más alta diversidad posible dependerá de mantener la heterogeneidad espacial del bosque: continuidad de la cobertura forestal interrumpida por algunos claros y diversidad estructural de la vegetación reflejada por la coexistencia de estratos forestales y tipologías de plantas (hierbas, arbustos, árboles jóvenes, maduros y viejos).

La presencia de especies propias de bosques maduros no se puede entender sin la evolución forestal de Artikutza en los últimos 100 años. Desde la compra de la finca de Artikutza por parte del ayuntamiento de Donostia-San Sebastián en 1919, la mayor parte del bosque nativo ha evolucionado espont*áneamente, absorbiendo pastos arbolados en desuso y cubriendo terrenos previamente desarbolados* y generando importantes cantidades de madera muerta (Castro, 2009b, 2016; ver también capítulo de historia del bosque). Raros son los bosques europeos en los que no se haya intervenido durante varias décadas, por lo que no es de extrañar que Artikutza cumpla con un papel de reservorio de especies ligadas a bosques maduros. Por tanto, resulta recomendable dar continuidad a esta gestión de "dejar hacer a la naturaleza", aunque con ciertas excepciones que se describen a continuación.

El hayedo constituye la vegetación potencial dominante en Artikutza y tiende a formar masas de árboles monoespecíficas, sombrías y con escasísima o nula superficie de sotobosque (Peralta et al., 2013). En el último siglo, el hayedo se ha ido extendiendo y por tanto

Figura 8.

homogeneizando el paisaje forestal, además de ir ensombreciendo viejos árboles (robles, castaños y hayas) remanentes de antiguos pastos arbolados creados por actividad humana, pero muy importantes para la diversidad (Castro, 2009b; 2016). No parece adecuado, ni ecológica ni económicamente, realizar actuaciones contra esta evolución natural del territorio, por lo que se han ido proponiendo otras alternativas (Martínez de Murguía, 2001, 2002; Castro, 2016): conservación de la diversidad forestal preservando integralmente los robledales y bosques mixtos presentes, mantenimiento de las pistas y senderos existentes para la persistencia de zonas clareadas y orlas forestales, continuidad en la permisión del acumulamiento natural de madera muerta en el sotobosque para favorecer la variedad estructural y el número de lugares de retención de hojarasca (importante lugar de refugio, hibernación, pupación, nidificación, etc. para numerosas especies) y para contrarrestar la pérdida de ésta en las grandes pendientes, liberación y aclareamiento en fases progresivas de árboles *jóvenes justo alrededor de árboles* autóctonos viejos presentes en plantaciones forestales de exóticas y respeto a la libre evolución de las abandonadas plantaciones de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) debido a que contribuyen al mantenimiento de especies adicionales.

La persistencia de las poblaciones de especies con requerimientos muy específicos conlleva acciones más concretas. El ejemplo más emblemático es *O. eremita*, cuya larva habita el sustrato en descomposición de condiciones higrotérmicas estables muy particulares de cavidades de grandes árboles. *O. eremita* tiene un futuro incierto en Artikutza) según Castro (2016) actualmente existen bastantes árboles con cavidades y bien diseminados por el bosque. Por otra parte, la especie muestra bajos efectivos poblacionales, la densidad de árboles con cavidades ideales para su asentamiento es reducida y los robles viejos presentes que las poseen son de la misma generación, lo que supone un riesgo de pérdida de hábitat en un tiempo reducido (Castro & Fernández, 2018), sobre todo cuando la siguiente cohorte de árboles más maduros es más de 150 años más joven y aún no presenta cavidades. En situaciones as*í, la decisión de tomar medidas recae en los resultados que se obtengan a partir de*

Figura 8. Ejemplos de Lepidoptera citados en Artikutza. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: *Cerura iberica*, un endemismo peninsular (Foto: Iñaki Mezquita). *Callimorpha dominula*, cuya oruga se alimenta en la vegetación baja (Foto: Yeray Monasterio). Oruga de *Erannis defoliaria*, especie muy abundante ciertos años en el follaje de árboles caducifolios (Foto: Alberto Castro). *Endromis versicolora*, especie que en la Península Ibérica aparece en poblaciones aisladas (Foto: Yeray Monasterio).

seguimientos periódicos de la especie y de la disponibilidad de su hábitat. Si los resultados de los seguimientos concluyen en la necesidad de adoptar de medidas, entre éstas se consideran las siguientes (Castro, 2016): creación de cavidades en grandes robles americanos (*Quercus rubra*) de plantaciones abandonadas (ver Cavalli & Mason, 2003; Mason, 2003), colocación de cajas nido para saproxílicos (Jansson et al., 2009; Carlsson et al., 2016) y podas de liberación de peso de ramas en viejos árboles trasmochos para prolongar su vida en pie (Riaño et al., 2013).

Adicionalmente, cabe resaltar que todas las medidas mencionadas dirigidas a promover tanto la diversidad general de los invertebrados, como la variedad estructural y de especies de la vegetación forestal deberían favorecer también la resistencia del medio frente a ciertas amenazas complicadas de abordar, como es el caso del cambio climático y la situaciación en un entorno humanizado y en un contexto de declive global de varios grupos de invertebrados (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Por tanto, la conservación de la biodiversidad en Artikutza supone todo un reto de interés social.

Por fortuna, el "Plan de Gestión de la Zona de Especial Conservación ES2200010 Artikutza" (https://gobiernoabierto.navarra.es/sites/default/files/zec_Artikutza_anexo_df_declaracion_zec.pdf, de junio de 2015) está en sintonía con las medidas recomendables a tomar, ya que se marca los objetivos de garantizar el buen estado ecológico de los bosques naturales y favorecer la diversidad de masas forestales mediante directrices tales como respetar la madera muerta en suelo y en pie presente en los bosques, asegurar la persistencia de los árboles de interés ecológico, respetar las zonas de claros, mantener y promover la presencia de otras especies autóctonas de árboles, entre otras.

Finalmente, muchos grupos de invertebrados no gozan de aceptación social, a pesar de todos los servicios ecológicos y económicos que prestan de manera gratuita. Por tanto, es importante incidir en la divulgación al público en general, de su importancia en las redes alimentarias y de la problemática de su conservación. Esta labor también está contemplada en el plan de gestión del ZEC y lleva años ofreciéndose por el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián a través del programa "Artikutza Natura" (ver capítulo en el que se tratan las labores de divulgación) y aunque ha solido incluir varias veces a los invertebrados en sus actividades, la percepción social que existe sobre éstos lleva a concluir que la oferta debe ampliarse aún más.

6. Investigaciones futuras

Como se ha visto, por una parte el inventario de especies en el bosque de Artikutza esta aún incompleto y por otra, las investigaciones ecológicas de distintos grupos taxonómicos aportan claves complementarias para determinar medidas de conservación de la biodiversidad. Por tanto, se debería proseguir con el inventario de especies, priorizando aquellos grupos no estudiados hasta ahora. Para estudiar algunos de estos grupos y ahondar en el conocimiento de otros cuyo registro ya se ha iniciado, antes de realizar nuevas prospecciones, deberían revisarse las colecciones obtenidas a partir del muestreo realizado en 1995-1997 (Martínez de Murguía, 2001, 2002). Como quiera que estos muestreos se restringieron a un área de 5 ha, a nivel de investigaciones ecológicas y de comunidades, convendría desarrollar nuevas investigaciones diseminando estaciones de muestreo por más hábitats y ambientes para cubrir una superficie representativa de Artikutza. Así se obtendría información más precisa para optimizar las medidas de conservación a aplicar en el futuro.

En cuanto a especies en concreto, algunas requieren de una atención especial. Por ejemplo, apenas hay conocimiento sobre la ecología, estado de las poblaciones y requerimientos de hábitat de especies raras o infrecuentes o recientemente descritas como *C. leticiae* y *T. cantabropyrenaeus*, por poner sólo dos ejemplos. Otras especies, como *O. eremita*, están

legalmente protegidas y sus poblaciones requieren de seguimientos periódicos necesarios para tomar decisiones sobre la idoneidad de cambiar o no las medidas de gestión vigentes, o en su caso, adoptar otras nuevas. El mencionado plan de gestión (apartado de "Conservación de los invertebrados") contempla labores de seguimientos con estos fines.

7. Conclusiones

A modo de resumen en todo lo tratado en el presente capítulo, se enumeran a continuación las conclusiones más destacables:

Hitos históricos: para los invertebrados se diferencian dos fases. La primera se centra en lepidópteros, comienza en 1969 y se prolonga hasta la década de los 90. La segunda comienza en los últimos años del siglo XX, amplía la diversidad de grupos faunísticos estudiados y continua en la actualidad. Respecto a los eucariotas unicelulares, sólo se cuenta con una publicación datada de 1976.

Diversidad inventariada: el inventario provisional asciende a 13 especies de eucariotas unicelulares repartidas entre los phyla Amoebozoa y Cercozoa y 1089 especies de invertebrados pertenecientes en su totalidad al phylum Arthropoda. Los órdenes de artrópodos mejor estudiados han sido Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera. Pero incluso entre estos cinco grupos, el inventario es incompleto.

Contribución taxonómica: las muestras de Artikutza han contribuído a la descripción de cuatro nuevas especies para la ciencia: *Tenuiphantes cantabropyrenaeus* (Araneae), *Chalarus leticiae* y *C. saxonicus* (Diptera) y *Dinotrema alysiae* (Hymenoptera). Por el momento, *C. leticiae* sólo se conoce de Artikutza.

Fauna característica: las especies más frecuentes en Artikutza se encuentran habitualmente en otros bosques templados europeos. Sin embargo, destaca la presencia de otras especies propias de bosques maduros raras e incluso amenazadas.

Patrones de actividad según el hábitat: dentro de la masa forestal, la composición por especies varía, en mayor o menor medida según el grupo faunístico analizado, entre zonas de bosque cerrado y claros, entre áreas con presencia o ausencia de sotobosque, entre diferentes tipos de bosque y entre estratos de vegetación.

Dinámicas estacionales: hay especies de insectos volando durante todo el año excepto en invierno (salvo raras excepciones), con máximos primaverales o primavero-estivales, siendo habituales los m*áximos secundarios en* otoño. Las arañas muestran dinámicas similares en la vegetación situada por encima de la hojarasca, pero en ésta, la actividad se prolonga durante todo el año, pudiendo haber incluso máximos relativos en invierno. Para todos los grupos y especies analizados, los máximos de actidad pueden desplazarse alrededor de un mes entre años consecutivos dependiendo de las condiciones del medio.

Conservación: predominantemente se recomienda proseguir con la actual gestión de dejar madurar el bosque, con excepciones puntuales dirigidas a preservar la heterogeneidad del hábitat y los árboles nativos más viejos. Así, es importante mantener las pistas y senderos existentes para la persistencia de zonas clareadas y orlas forestales y aclarear de manera progresiva el terreno justo alrededor de árboles autóctonos viejos presentes en plantaciones forestales de exóticas. También es de interés la libre evolución de las abandonadas plantaciones

de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) debido a que contribuyen al mantenimiento de especies adicionales. Por último, las plantaciones abandonadas de roble americano pueden manipularse para diversificar la oferta de microhábitats forestales. El Plan de Gestión del ZEC de Artikutza está en sintonía con la mayoría de estas recomendaciones, por lo que en principio las perspectivas de conservación son favorables. La divulgación de la importancia ecológica y de la situación de los invertebrados debe continuar e incluso ampliarse.

Investigaciones futuras: deberían iniciarse inventarios de grupos aún no estudiados y ahondar en otros ya iniciados pero incompletos. En el caso de contener numerosos ejemplares del grupo a estudiar, la revisión de colecciones tendría que realizarse antes de llevar a cabo nuevos muestreos. Para ir actualizando y mejorando la gestión de la conservación de la diversidad se necesitarían muestreos más amplios y representativos de Artikutza. Finalmente, habría que ahondar en la ecología de especies poco conocidas, además de realizar seguimientos de las legalmente protegidas y amenazadas.

Agradecimientos

A Luis Óscar Aguado por la cesión de fotos e identificación de algunos Andreninae. A Iñaki Mezquita (Sociedad de Ciencias Aranzadi) por aportar fotografías. A Juan Ángel Álvarez y Leticia Villalobos que colaboraron en numerosos muestreos. A Fernando Hiribarnegarai (Sociedad de Ciencias Aranzadi) y Juan Pérez Zaballos (Universidad Complutense de Madrid) por su ayuda en la identificación de carábidos. A Ainhoa Iraola y Oneka Zapirain por su ayuda en el procesado de arañas. A Dan Lertxundi y Yeray Monasterio (Asociación Zerynthia) por revisar la la lista de Lepidoptera y a este último, además, por aportar fotografías. A Iosu Zumeta, guarda forestal de Artikutza, por contribuir con numerosas citas de arañas, además de la atención y asistencia del administrador de Artikutza, Iñaki Uranga, así como del resto de guardas: Agustín, Arkaitz, Aitor, Jesus y Txamo.

A lo largo del tiempo varias entidades han apoyado directa o indirectamente varios de los trabajos aquí recopilados: los lepidópteros, sin olvidar a las numerosas personas colaboradoras, por la Caja de Ahorros Provincial de Guipúzcoa, las Diputaciones Forales de Araba/Álava, Bizkaia y Gipuzkoa y el Gobierno Vasco. Los himenópteros y la colección de artrópodos de referencia de Artikutza por una beca predoctoral del Gobierno Vasco. Los coleópteros por el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Bibliografía

Agenjo, R. 1969. Seis géneros y veinte especies de Noctuidae nuevos para España. Graellsia XXV: 119-140.

Agirre, E. 2003. Artikutza. Guía del Visitante. Ayuntamiento de San Sebastián.

Aldaba, J., Arluziaga, I. 1984. Estudio de los colémbolos recogidos en muestreos de macroinvertebrados bénticos realizados en las aguas fluviales de Guipúzcoa. Munibe 36: 99-104.

Altonaga, K., Gómez, B., Martín, R., Prieto, C. E., Puente, A. I., Rallo, A. 1994. Estudio faunístico y biogeográfico de los moluscos terrestres del norte de la Península Ibérica. Parlamento Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Antón, I., San Martín, A. F., Recalde, J. I. 2013. *Calitys scabra* (Thunberg, 1784) y *Peltis ferruginea* (Linnaeus, 1758), presencia en Navarra y actualización de su distribución conocida en los Pirineos (Coleoptera: Trogossitidae). Arquivos Entomolóxicos 9: 53-56.

Bahillo, P., López-Colón, J.I. 2000. Los Coleoptera del País Vasco y áreas limítrofes. 8ª Nota: Fam. Silphidae (Coleoptera, Silphidae). Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 15: 243-262.

Bosmans, R., Castro, A. 2016. *Tenuiphantes cantabropyrenaeus* n. sp., a new Cantabro-Pyrenean spider species (Araneae: Linyphiidae). Arachnology 17 (1): 43-46.

Carles-Tolrá, M. 2002. Catálogo de los Diptera de España, Portugal y Andorra (Insecta). Monografías S.E.A. 8. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza.

Carles-Tolrá, M. 2004. Géneros y especies nuevos de dípteros para la Península Ibérica y Portugal (Diptera: Ditomyiidae, Asilidae, Syrphidae, Chloropidae, Drosophilidae). Boletín de la S.E.A. 34: 123.

Carles-Tolrá, M. 2008. Nuevos datos sobre bombílidos de España y Portugal (Diptera: Bombyliidae). Heteropterus 8 (2): 257-273.

Carles-Tolrá, M. 2010a. Algunos tipúlidos de España (Diptera: Tipulidae). Heteropterus 10 (1): 55-57.

Carles-Tolrá, M. 2010b. Primera cita de la familia Coenomyiidae para Navarra (España) (Diptera: Coenomyiidae). Heteropterus 10 (1): 91-92.

Carles-Tolrá, M. 2016. Datos faunísticos nuevos sobre los asílidos de la Península Ibérica y Baleares (Diptera: Asilidae: Laphriinae, Laphystiinae y Leptogastrinae). Heteropterus 16 (2): 139-144.

Carles-Tolrá, M. 2017. Citas faunísticas nuevas de Asilidae (Diptera) con la descripción de dos especies nuevas (Península Ibérica e Islas Canarias). Boletín de la S. E. A. 61: 23-36.

Carles-Tolrá, M. 2019. Estudio faunístico y comparativo de dípteros capturados en un hayedo y en un bosque mixto situados en Artikutza (Navarra, España) (Insecta, Diptera). Boletín de la S. E. A. 64: 75-88.

Carlsson, S., Bergman, K.O., Jansson, N., Ranius, T., Milberg, P. 2016. Boxing for biodiversity: evaluation of an artificially created decaying wood habitat. Biodiversity and Conservation 25: 393-405.

Castro, A. 2009a. Seasonal dynamics of forest spiders (Arachnida: Araneae) in the temperate zone of the Basque Country and Navarra (northern Spain). Munibe, ciencias naturales 57: 83-146.

Castro, A. 2009b. Evolution and structure of Artikutza, and 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain). Munibe, ciencias naturales 57: 257-281.

Castro, A. 2016. Uso histórico del bosque autóctono y poblaciones, diversidad y disponibilidad de hábitat de coleópteros saproxílicos amenazados en el LIC de Artikutza. Informe Técnico. Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Castro, A., Fernández, J. 2018. Coleópteros saproxílicos de interés comunitario en espacios Red Natura 2000 en Gipuzkoa (norte de España). Munibe, ciencias naturales 66: 21-57.

Castro, A. & Ferrández, M. A. 1998. *Coelotes terrestris* (Wider, 1834) (Araneae: Agelenidae) nueva especie para la fauna ibérica. Munibe, ciencias naturales 50: 47-54.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Mendiola, I., del Barrio, L., Zorrakin, I. 1989. Guía Ecológica de Artikutza (Naturaleza y Huella Humana). Dirección de Parques y Jardines. Ayuntamiento de San Sebastián.

Cavalli, R., Mason, F. (eds.). 2003. Techniques for re-establishment of dead wood for saproxylic fauna conservation. Life Nature project NAT/IT/99/6245 "Bosco della Fontana" (Mantova, Italy). Scientific Reports, 2. Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversita Forestale di Verona – Bosco della Fontana. Gianluigi Arcari Editore.

Mantova. pp. 112.http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=BOSCO_FONTANA_deadwood.pdf

de Jong, Y., Verbeek, M., Michelsen, V., Bjørn, P., Los, W., Steeman, F., Bailly, N., Basire, C., Chylarecki, P., Stloukal, E., Hagedorn, G., Wetzel, F., Glöckler, F., Kroupa, A., Korb, G., Hoffmann, A., Häuser, C., Kohlbecker, A., Müller, A., Güntsch, A., Stoev, P., Penev, L. 2014. Fauna Europaea – all European animal species on the web. Biodiversity Data Journal 2: e4034. https://fauna-eu.org (consultado el 07.02.2019).

Falcó-Garí, J. V., Martínez de Murguía, L., Jiménez-Peydró, R. 2009. Primera cita de la subfamilia Histeromerinae Fahringer, 1930 (Hymenoptera, Braconidae) de España. Boletín de la Asociación española de Entomología 33 (3-4): 539-541.

Fresno, F. 2017. Aportación al conocimiento de la distribución de especies interesantes de Apoidea Spheciformes en España (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae y Crabronidae). Revista Gaditana de Entomología VIII (1): 145-161.

Galán, C. (Sociedad de Ciencias Aranzadi). 2015. Presencia de amebas gigantes (*Fuligo septica*: Mycetozoa) en ambientes subterráneos: minas en filones de siderita de edad Paleozoico (Urdallue, Artikutza). Laboratorio de Bioespeleología. http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1436262098Total.Fuligo.Urdallue.pdf

Galán, C., Rivas, J. Mª., Nieto, M. (Sociedad de Ciencias Aranzadi). 2014. Minas y cuevas de Elama (Artikutza): hidrogeología, fauna y evolución. Laboratorio de Bioespeleología. http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1405337605TOTAL.Elama.pdf

Gayubo, S. F., González, J. A., Tormos, J. & Asís, J. D. 2002. Especies nuevas o interesantes de esfeciformes para la Península Ibérica (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae y Crabronidae). Boletín de la S. E. A. 31: 83-92.

Gómez de Aizpúrua, C. 1974. Catálogo de los Lepidópteros que integran la Colección Científica del Norte de España. Caja de Ahorros Provincial de Guipuzcoa. San Sebastián.

Gómez de Aizpúrua, C. 1983. Catálogo de los Lepidópteros que integran la Colección Científica de la Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi. Tomo II. Caja de Ahorros Provincial de Guipuzcoa. San Sebastián.

Gómez de Aizpúrua, C. 1988. Catálogo de los Lepidópteros de actividad nocturna (Heterocera) de Alava, Bizkaia y Guipúzcoa. Tomo III. Departamento de Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Gómez de Aizpúrua, C. 1988b. Atlas provisional de los Lepidópteros (Heterocera) de actividad nocturna (Heterocera) de Alava, Bizkaia y Guipúzcoa. Tomo IV. Departamento de Agricultura y Pesca, Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Gracia, Mª del P. 1976. Ecología de las tecamebas en las turberas pirenaicas. Miscelánea Zoológica III (5): 3-8.

Harvey, P., Davidson, M., Dawson, I., Fowles, A., Hitchcock, G., Lee, P., Merrett, P., Russell-Smith, A., Smith, H. (British Arachnological Society). 2017. A review of the scarce and threatened spiders (Araneae) of Great Britain: Species Status No. 22. NRW Evidence Report No: 11, 101pp, Natural Resources Wales. Bangor. http://britishspiders.org.uk/wiki2015/images/1/10/Spider_Status_Review_2017.pdf

Hiribarnegarai, F. 2017. Estafilínidos de la colección de la Sociedad de Ciencias Aranzadi (Coleoptera: Staphylinidae). Munibe, ciencias naturales 65: 107-124.

Huber, J. T. 2009. Biodiversity of Hymenoptera. In: Foottit, R. G., Adler, P. H. (Eds.). Insect Biodiversity. Science and Society. Blackwell Publishing Ltd. UK. Pps. 303-323.

Huber, J. T. & Baquero, E. 2007. Review of *Eustochus*, a rarely collected genus of Mymaridae (Hymenoptera). Journal of the entomological Society of Ontario 138: 3-31.

Jansson, N., Ranius, T., Larsson, A., Milberg, P. 2009. Boxes mimicking tree hollows can help conservation of saproxylic beetles. Biodiversity and conservation 18 (14): 3891-3908.

Jiménez-Peydró, R., Peris-Felipo, F. J. 2011. Diversity and community structure of Opiinae (Hymenoptera: Braconidae) in the forest state of Artikutza (Spain). Florida Entomologist 94 (3): 472-479.

Kehlmaier, C. 2000. Hoverflies (Diptera: Syrphidae) new to the fauna of the Iberian Peninsula. Studia dipterologica 8: 261-265.

Kehlmaier, C. 2001. Records of Stratiomyidae, Pipunculidae and Conopidae (Diptera) from northern Spain. Munibe, ciencias naturales 51: 79-84.

Kehlmaier, C. 2002. Hoverflies (Diptera, Syrphidae) from northern Spain, with notes on Pelecocera tricincta Meigen, 1822. Volucella 6: 139-153.

Kehlmaier, C. 2003. Pipunculidae (Diptera) from a forest ecosystem in northern Spain, with the description of a new species. Entomologische Zeitschrift 113 (3): 87-94.

Kehlmaier, C., Assmann, T. 2008. The european species of *Chalarus* Walker, 1834 revisited (Diptera: Pipunculidae). Zootaxa 1936: 1-39.

Kehlmaier, C., Martínez de Murguía, L. 1998. Primera cita del genus *Nephrocerus* Zetterstedt, 1838 para la Península Ibérica (Diptera: Pipunculidae). Munibe, ciencias naturales 50: 111-112.

Kehlmaier, C., Martínez de Murguía, L. 2004. Syrphidae recorded in a heterogenous forest ecosystem at the "Finca de Artikutza" (Navarre, northern Spain) (Diptera). Fragmenta Entomologica 36 (2): 253-274.

Koponen, M., Peris-Felipo, F. J. 2016. Check list of *Dinotrema* Foerster, 1863 species of Finland (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae). Zootaxa 4175 (6): 556-570.

Martín, I. & Marcos, J. Mª. 1989. El género *Ennomos* Treitschke, 1825 en el País Vasco. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 4: 135-149.

Martínez de Murguía, L. 1998. Datos preliminares sobre la presencia de *Ismarus dorsiger* (Haliday, 1831) (Hymenoptera: Diapriidae) en el País Vasco, primera cita para la Comunidad Autónoma. Munibe, ciencias naturales 50: 109-110.

Martínez de Murguía, L. 2001. Diversidad taxonómica y ecológica en un hayedo heterogéneo, País Vasco, España. La taxocenosis de Hymenoptera en Artikutza (Navarra). Tesis Doctoral. Departamento de Biología Animal I, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Martínez de Murguía, L. 2002. La taxocenosis de Hymenoptera en Artikutza (Navarra). Boletín de la S. E. A. 31: 227-237.

Martínez de Murguía, L., Lapaza, J., Salaberria, E., Méndez, M., Bahillo, P. 2004a. Presencia de *Orchesia (Clinocara) undulata* Kraatz, 1853 en la Península Ibérica (Coleoptera: Melandryidae). Heteropterus 4: 99-101.

Martínez de Murguía, L., Lapaza, J., Salaberria, E., Méndez, M., Molino-Olmedo, F. 2004b. Coleópteros saproxílicos (Insecta: Coleoptera) de un hayedo acidófilo en regeneración del norte peninsular. Munibe, ciencias naturales 55: 167-182.

Martínez de Murguía, L., Vázquez, Mª. A., Nieves-Aldrey, J. L. 2001. The families of Hymenoptera (Insecta) in an heterogenous acidofilous forest in Artikutza (Navarra, Spain). Frustula entomologica XXIV (XXXVII): 81-98.

Martínez de Murguía, L., Vázquez, Mª. A., Nieves-Aldrey, J. L. 2002. Distributions of sawflies and aculeates in a heterogenous secondary acid forest in Artikutza (Navarre) (Insecta: Hymenoptera). Munibe, ciencias naturales 53: 183-204.

Martínez de Murguía, L., Vázquez, Mª. A. & Nieves-Aldrey, J. L. 2004c. Sawfly species assemblage (Hymenoptera: Symphyta) in an heterogenous acidofilous forest in Artikutza (Navarre, Spain). Frustula entomológica XXVI-XXVII (XXXIX-XL): 1-14.

Mason, F. 2003. Guidelines and aims of the Project Life NAT/IT/99/006245 "Bosco della Fontana: urgent conservation actions on relict habitat". En: Mason, F., Nardi, G., Tisato,

M. (Eds.). Proceedings of the International Symposium "Dead Wood: a key to diversity". Mantova. May 29th -31st 2003. Pp. 41-44.

Michelena, J. M., Martínez de Murguía, L. 2012. Parasitoides de pulgones (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) de Artikutza (Navarra). Heteropterus 12 (2): 223-230.

Morano, E., Branco, V.V., Carrillo, J., Cardoso, P. 2018. Iberian spider catalogue (v4.0). Available online at http://www.biodiversityresearch.org/iberia.

Munk, T., Peris-Felipo, F. J., Jiménez-Peydró, R. 2013. New western Palaeartic *Dinotrema* species with mesoscutal pit and only medially sculptured propodeum (Hymenoptera, Braconidae, Alysiinae). ZooKeys 260: 61-76.

Olano, I. de., Domínguez, M., Marcos, J. Mª., Baixeras, J. 1991. El género *Cyclophora* Hübner, 1822 (Lepidoptera, Geometridae) en el País Vasco y algunos datos sobre su distribución en la Península Ibérica. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 6: 95-113.

Olano, I. de., Martín, I., Marcos, J. Mª. 1990. El género *Xanthorhoe* Hübner (1825) (Lepidoptera, Geometridae) en el País Vasco: morfología y distribución. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 5: 91-104.

Peralta, J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J., Campos, J.A. 2013. Manual de Hábitats de Navarra. Gobierno de Navarra. Pamplona. 576 pp.

Pérez-Rodríguez, J., Jiménez-Peydró, R. 2013. Estudio faunístico de las comunidades de la subfamilia Micrograstrinae (Hymenoptera, Braconidae) en la reserva forestal de Artikutza (Navarra). Boletín de la Asociación española de Entomología 37 (3-4): 343-354.

Pérez-Rodríguez, J., Oltra-Moscardó, T., Peris-Felipo, F. J., Jiménez-Peydró, R. 2013. Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae) in the Forest State of Artikutza (Navarra: Spain): diversity and community structure. Insects 4: 493-505.

Peris-Felipo, F. J., Jiménez-Peydró, R. 2011. Biodiversity within the subfamily Alyssinae (Hymenoptera, Braconidae) in the Natural Park Peñas de Aya (Spain). Revista Brasileira de Entomologia 55 (3): 406-410.

Peris-Felipo, F. J., Belokobylskij, S. A., Jiménez-Peydró, R. 2012. Genus *Adelphenaldis* Fischer, 2003 (Hymenoptera: Braconidae: Alysiinae) in Spain, with a key to the world species. Annales Zoologici 62 (2): 287-296.

Pino, J. J., Pino, R. 2015. *Endromis versicolora* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Endromidae) en Orense, Galicia (NO España). Burbug 3: 1-6.

Pino, J. J., Martínez, A., Camaño, J. L., Pino, R. 2009. Nueva cita de *Endromis versicolora* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Endromidae) para Galicia (NO España). Boletín BIGA 6: 125-127.

Prather, C. M., Pelini, S. L., Laws, A., Rivest, E., Woltz, M., Bloch, C. P., Del Toro, I., Ho, C-K., Kominoski, J. Newbold, T. A. S., Parsons, S., Joern, A. 2013. Invertebrates, ecosystem services and climate change. Biological Reviews 88(2): 327-348.

Prieto, F., Pérez, J. 2002. Catálogo de los Silphidae y Agyrtidae (Coleóptera) de la Península Ibérica e Islas Baleares. Boletín de la S. E. A. 30: 1-32.

Recalde, J. I. 2008. Elementos para el conocimiento de los eucnémidos del norte de España y actualización del catálogo de especies ibéricas (Coleoptera: Elateroidea: Eucnemidae). Heteropterus 8 (2): 233-252.

Recalde, J. I., Pérez-Moreno, I. 2007. Presencia de *Eulagius filicornis* (Reitter, 1887) y *Mycetophagus (Philomyces) populi* Fabricius, 1798 en la Península Ibérica y otras aportaciones sobre micetofágidos ibéricos (Coleoptera: Tenebrionoidea: Mycetophagidae). Boletín de la S. E. A. 40: 389-392.

Recalde, J. I., Pérez-Moreno, I. 2011. Elementos para el conocimiento de los melándridos y tetratómidos del norte de España y actualización del catálogo de especies ibéricas (Coleoptera: Tenebrionoidea: Melandryidae, Tetratomidae. Boletín de la S. E. A. 49: 309-319.

Recalde, J. I., San Martín, A. F. 2013. Registros de *Lymexylon navale* (Linnaeus, 1758) y *Elateroides dermestoides* (Linnaeus, 1761) en Navarra (norte de España), con comentarios sobre la distribución de los Lymexylidae (Coleoptera) en la Península Ibérica. Arquivos Entomolóxicos 8: 315-320.

Riaño, P., Mugarza, V., Mondragon, I., Portu, I., de Francisco, M., Cantero, A. 2013. Proyecto LIFE Biodiversidad y Trasmochos. Manejo y conservacion de los habitats de *Osmoderma eremita*, *Rosalia alpina* y otros saproxilicos de interes comunitario en Gipuzkoa. En: Montes, Servicios y Desarrollo Rural, Sociedad Española de Ciencias Forestales (eds). 6º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Vitoria-Gasteiz. 10–14 Junio. Pag. 16. http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-128.pdf. Acceso 21/4/2015.

Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L. (eds). 2019. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 26th February 2019. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis. Leiden, the Netherlands.

Ruggiero, M. A., Gordon, D. P., Orrell, T. M., Bailly, N., Bourgoin, T., Brusca, R. C., Cavalier-Smith, T., Guiri, M. D., Kirk, P. M. 2015. A higher level classification of all living organisms. PloS one 10(4): e0119248.

Russell-Smith, A., Albertini, M., Allison, R., Askins, M., Bee, L., Dawson, I., Fountain, M., Hitchcock, G., Nellist, D., Partridge, J., Payne, R., Price, R., Read, H., Rigby, R., Spilling, C., Woolley, C. 2013. A survey for the nationally endangered spider *Midia midas* in southern England. Newsletter of the British Arachnological Society 127: 6-10.

San Martín, A. F., Recalde, J. I. 2012. Datos para el conocimiento de los antríbidos de la Comunidad Foral de Navarra (Coleoptera: Curculionoidea: Anthribidae: Anthribinae, Choraginae). Heteropterus 12 (1): 97-106.

Sánchez-Bayo, F., Wyckhuys, K. A. G. 2019. Worlwide decline on the entomofauna: a review of its drivers. Biological Conservation 232: 8-27.

Shaw, M. R. 1995. Observations on the adult behaviour and biology of *Histeromerus mystacinus* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae). Entomologist 114:1–13.

Siemensma, F. J. 2017. *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef. The Netherlands. https://www.arcella.nl.

Tinaut, A., Martínez-Ibáñez, Mª. D., Vidal, J. 2010. Primer inventario de los formícidos de Navarra (Hymenoptera, Formicidae). Munibe, ciencias naturales 58: 79-84.

Triapitsyn, S. V. 2010. Revision of the Palaearctic species and review of the Oriental species of *Ooctonus* (Hymenoptera: Mymaridae), with notes on extralimital taxa. Zootaxa 2381: 1-74.

Triapitsyn, S. V., Berezovskyi, V. V. 2004. Review of the genus *Litus* Haliday, 1833 in the Holartic and Oriental regions, with notes on the Palaearctic species of *Arescon* Walker, 1846 (Hymenoptera: Mymaridae). Far Eastern Entomologist 141: 1-24.

Urones, C. 2005. El género *Zora* C. L. Koch, 1847 (Arachnida, Araneae, Zoridae) en la Península Ibérica. Revista Ibérica de Aracnología 11: 7-22.

Verdú, J. R., Numa, C., Galante, E. (Eds). 2011. Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino. Madrid.

Wagner, W. 2005-2019. Pyrgus. de. Lepidoptera and their ecology. http://www.pyrgus.de/Cerura_erminea_en.html.

World Spider Catalog 2019. World Spider Catalog. Version 20.0. Natural History Museum Bern, online at http://wsc.nmbe.ch, accessed on 19.02.2019. doi: 10.24436/2.

Yela, J. L., Olano, I. de., Marcos, J. Mª. 1988. El género *Conistra* Hübner, (1821) (Lepidoptera, Noctuidae) en el País Vasco y alrededores, con especial atención a la caracterización genital de sus especies. Estudios del Instituto Alavés de la Naturaleza 3: 257-280.

Anexo

TAXA REGISTRADOS EN ARTIKUTZA. Los eucariotas unicelulares (reinos Protozoa y Chromista) siguen la nomenclatura presentada en Ruggiero et al. (2015) y Siemensma (2017). Los invertebrados (reino Animalia) siguen la nomenclatura de Fauna Europaea (de Jong et al., 2014).

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Reino PROTOZOA		
Phylum Amoebozoa Clase Myxogastrea		
Orden Phisariida		
Fuligo septica (L.) F. H. Wigg (1780)	Physaridae	Galán (2015)
Clase Tubulinea Orden Arcellinida		
Centropyxis aerophila sphagnicola Deflandre, 1929	Centropyxidae	Gracia (1976)
Difflugia sp. Leclerc, 1815	Difflugidae	Gracia (1976)
Heleopera petricola Leidy, 1879	Heleoperidae	Gracia (1976)
Nebela tincta (Leidy, 1879)	Hyalospheniidae	Gracia (1976)
Padaungiella tubulata Brown, 1911	Hyalospheniidae	Gracia (1976)
Quadrulella symmetrica (Wallich, 1863)	Hyalospheniidae	Gracia (1976)
Reino CHROMISTA		
Phylum Cercozoa Clase Imbricatea Orden Euglyphida		
Assulina muscorum Greeff, 1888	Assulinidae	Gracia (1976)
Euglypha acantophora (Ehrenberg, 1841)	Euglyphidae	Gracia (1976)
Euglypha ciliata (Ehrenber, 1848)	Euglyphidae	Gracia (1976)
Euglypha laevis (Ehrenberg, 1845)	Euglyphidae	Gracia (1976)
Corythion dubium Taranek, 1871	Trinematidae	Gracia (1976)
Trinema lineare Penard, 1890	Trinematidae	Gracia (1976)
Reino ANIMALIA		
Phylum Arthropoda Clase Arachnida Orden Araneae		
Agelena labyrinthica (Clerck, 1757)	Agelenidae	Nueva cita
Malthonica lusitanica Simon, 1898	Agelenidae	Castro (2009)
Malthonica picta (Simon, 1870)	Agelenidae	Castro (2009)
Tegenaria domestica (Clerck, 1757)	Agelenidae	Nueva cita
Tegenaria inermis Simon, 1870	Agelenidae	Castro (2009)
Textrix denticulata (Olivier, 1789)	Agelenidae	Castro (2009)
Amaurobius ferox (Walckenaer, 1838)	Amaurobiidae	Nueva cita
Amaurobius similis (Blackwall, 1861)	Amaurobiidae	Castro (2009)
Coelotes terrestris (Wider, 1834)	Amaurobiidae	Castro & Ferrández (1998)
Anyphaena accentuata (Walckenaer, 1802)	Anyphaenidae	Castro (2009)
Aculepeira ceropegia Walckenaer, 1802	Araneidae	Nueva cita
Araneus diadematus Clerck, 1757	Araneidae	Castro (2009)
Araniella cucurbitina (Clerck, 1757)	Araneidae	Castro (2009)
Araniella opistographa (Kulczynski, 1905)	Araneidae	Nueva cita
Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)	Araneidae	Nueva cita
Cyclosa conica (Pallas, 1772)	Araneidae	Nueva cita
Neoscona adianta (Walckenaer, 1802)	Araneidae	Nueva cita
Nuctenea umbratica (Clerck, 1757)	Araneidae	Nueva cita
Zilla diodia (Walckenaer, 1802)	Araneidae	Castro (2009)
Zygiella x-notata (Clerck, 1757)	Araneidae	Nueva cita
Clubiona brevipes Blackwall, 1841	Clubionidae	Castro (2009)
Clubiona caerulescens L. Koch, 1867	Clubionidae	Castro (2009)
Clubiona comta C. L. Koch, 1839	Clubionidae	Castro (2009)
Clubiona pallidula (Clerck, 1757)	Clubionidae	Castro (2009)
Clubiona terrestris Westring, 1851	Clubionidae	Castro (2009)
Chorizomma subterraneum Simon, 1872	Dictynidae	Castro (2009)
Drassodes cupreus (Blackwall, 1834)	Gnaphosidae	Castro (2009)
Bordea negrei (Dresco, 1951)	Linyphiidae	Castro (2009)
Centromerita bicolor (Blackwall, 1833)	Linyphiidae	Castro (2009)
Diphocephalus latifrons (O. P.-Cambridge, 1863)	Linyphiidae	Castro (2009)
Diplocephalus picinus (Blackwall, 1841)	Linyphiidae	Castro (2009)
Drapetisca socialis (Sundevall, 1833)	Linyphiidae	Castro (2009)
Erigone dentipalpis (Wider, 1834)	Linyphiidae	Castro (2009)
Frontinellina frutetorum (C.L. Koch, 1834)	Linyphiidae	Nueva cita
Labulla flahaulti Simon, 1914	Linyphiidae	Castro (2009)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Linyphia triangularis (Clerck, 1757)	Linyphiidae	Castro (2009)
Meioneta mollis (O. P.-Cambridge, 1871)	Linyphiidae	Castro (2009)
Meioneta rurestris (C. L. Koch, 1836)	Linyphiidae	Castro (2009)
Micrargus apertus (O. P.-Cambridge, 1871)	Linyphiidae	Castro (2009)
Micrargus laudatus (O. P.-Cambridge, 1881)	Linyphiidae	Castro (2009)
Microneta viaria (Blackwall, 1841)	Linyphiidae	Castro (2009)
Midia midas (Simon, 1884)	Linyphiidae	Castro (2009)
Monocephalus fuscipes (Blackwall, 1836)	Linyphiidae	Castro (2009)
Palliduphantes cernuus (Simon, 1884)	Linyphiidae	Castro (2009)
Parapelecopsis nemoralis (Blackwall, 1841)	Linyphiidae	Castro (2009)
Peponocranium ludicrum (O. P.-Cambridge, 1861)	Linyphiidae	Castro (2009)
Pocadicnemis juncea Locket & Millidge, 1953	Linyphiidae	Castro (2009)
Saaristoa abnormis (Blackwall, 1841)	Linyphiidae	Castro (2009)
Tenuiphantes cantabropyrenaeus Bosmans, 2016	Linyphiidae	Castro (2009), Bosmans & Castro (2016)
Tenuiphantes flavipes (Blackwall, 1854)	Linyphiidae	Castro (2009)
Tenuiphantes mengei Kulczynski, 1887	Linyphiidae	Castro (2009)
Tenuiphantes tenuis (Blackwall, 1852)	Linyphiidae	Castro (2009)
Tenuiphantes zimmermanni Bertkau, 1890	Linyphiidae	Castro (2009)
Walckenaeria corniculans (O. P.-Cambridge, 1875)	Linyphiidae	Castro (2009)
Walckenaeria cucullata (C. L. Koch, 1836)	Linyphiidae	Castro (2009)
Walckenaeria dalmasi (Simon, 1914)	Linyphiidae	Castro (2009)
Arctosa perita (Latreille, 1799)	Lycosidae	Nueva cita
Aulonia albimana (Walckenaer, 1805)	Lycosidae	Castro (2009)
Pardosa lugubris (Walckenaer, 1802)	Lycosidae	Castro (2009)
Pardosa nigriceps (Thorell, 1856)	Lycosidae	Castro (2009)
Pardosa pullata (Clerck, 1757)	Lycosidae	Castro (2009)
Trochosa ruricola (De Geer, 1778)	Lycosidae	Nueva cita
Trochosa terricola Thorell, 1856	Lycosidae	Nueva cita
Xerolycosa nemoralis (Westring, 1861)	Lycosidae	Nueva cita
Cheiracanthium punctorium (Villers, 1789)	Miturgidae	Nueva cita
Nemesia simoni O. P.-Cambridge, 1874	Nemesiidae	Castro (2009)
Nesticus cellulanus (Clerck, 1757)	Nesticidae	Nueva cita
Philodromus aureolus (Clerck, 1757)	Philodromidae	Castro (2009)
Philodromus buxi Simon, 1884	Philodromidae	Castro (2009)
Philodromus dispar Walckenaer, 1826	Philodromidae	Castro (2009)
Philodromus rufus Walckenaer, 1826	Philodromidae	Castro (2009)
Tibellus oblongus (Walckenaer, 1802)	Philodromidae	Nueva cita
Pholcus phalangioides (Fuesslin, 1775)	Pholcidae	Nueva cita
Pisaura mirabilis (Clerck, 1757)	Pisauridae	Nueva cita
Ballus chalybeius (Walckenaer, 1802)	Salticidae	Castro (2009)
Evarcha falcata (Clerck, 1757)	Salticidae	Nueva cita
Heliophanus cupreus (Walckenaer, 1802)	Salticidae	Nueva cita
Neon reticulatus (Blackwall, 1853)	Salticidae	Castro (2009)
Pseudeuophrys lanigera (Simon, 1871)	Salticidae	Nueva cita
Saitis barbipes (Simon, 1868)	Salticidae	Castro (2009)
Salticus scenicus (Clerck, 1757)	Salticidae	Nueva cita
Sitticus pubescens (Fabricius, 1775)	Salticidae	Nueva cita
Segestria florentina (Rossi, 1790)	Segestriidae	Nueva cita
Segestria senoculata (Linnaeus, 1758)	Segestriidae	Castro (2009)
Metellina mengei (Blackwall, 1870)	Tetragnathidae	Castro (2009)
Metellina merianae (Scopoli, 1763)	Tetragnathidae	Nueva cita
Metellina segmentata (Clerck, 1757)	Tetragnathidae	Castro (2009)
Pachygnatha degeeri Sundevall, 1830	Tetragnathidae	Nueva cita
Enoplognatha ovata (Clerck, 1757)	Theridiidae	Castro (2009)
Episinus maculipes Cavanna, 1876	Theridiidae	Castro (2009)
Keijia tincta (Walckenaer, 1802)	Theridiidae	Castro (2009)
Paidiscura pallens (Blackwall, 1834)	Theridiidae	Castro (2009)
Parasteatoda lunata (Clerck, 1757)	Theridiidae	Castro (2009)
Parasteatoda tepidariorum (C.L. Koch, 1841)	Theridiidae	Nueva cita
Pholcomma gibbum Westring, 1851	Theridiidae	Castro (2009)
Robertus lividus (Blackwall, 1836)	Theridiidae	Castro (2009)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Selimus pulchellus (Walckenaer, 1802)	Theridiidae	Nueva cita
Selimus vittatus (C. L. Koch, 1836)	Theridiidae	Castro (2009)
Simitidion simile (C. L. Koch, 1836)	Theridiidae	Castro (2009)
Steatoda grossa (C.L. Koch, 1838)	Theridiidae	Nueva cita
Steatoda triangulosa (Walckenaer, 1802)	Theridiidae	Castro (2009)
Theridion mystaceum L. Koch, 1870	Theridiidae	Castro (2009)
Theridion pinastri L. Koch, 1872	Theridiidae	Castro (2009)
Theridion varians Hahn, 1833	Theridiidae	Nueva cita
Diaea dorsata (Fabricius, 1777)	Thomisidae	Castro (2009)
Xysticus audax (Schrank, 1803)	Thomisidae	Castro (2009)
Xysticus cristatus (Clerck, 1757)	Thomisidae	Castro (2009)
Xysticus erraticus (Blackwall, 1834)	Thomisidae	Nueva cita
Xysticus lanio C. L. Koch, 1835	Thomisidae	Castro (2009)
Zora spinimana (Sundevall, 1833)	Zoridae	Urones (2005)
Clase Entognatha Orden Collembola		
Isotomurus palustris (Müller, 1776)	Isotomidae	Aldaba & Arluziaga (1984)
Clase Hexapoda Orden Coleoptera		
Dissoleucas niveirostris (Fabricius, 1798)	Anthribidae	San Martín & Recalde (2012)
Enedreytes sepicola (Fabricius, 1792)	Anthribidae	San Martín & Recalde (2012)
Platyrhinus resinosus (Scopoli, 1763)	Anthribidae	San Martín & Recalde (2012)
Platystomos albinus (Linnaeus, 1758)	Anthribidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Agrilus viridis Linnaeus, 1758	Buprestidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Abax (Abax) parallelepipedus (Piller & Mitterpacher, 1783)	Carabidae	Nueva cita
Asaphidion curtum (Heyden, 1870)	Carabidae	Nueva cita
Calatus (Calathus) fuscipes (Goeze, 1777)	Carabidae	Nueva cita
Calathus (Calathus) luctuosus (Latreille, 1804)	Carabidae	Nueva cita
Carabus (Archicarabus) nemoralis O. F. Muller, 1764	Carabidae	Nueva cita
Carabus (Chrysocarabus) lineatus Dejean, 1826	Carabidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Carabus (Chrysocarabus) splendens Olivier, 1790	Carabidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Carabus (Megodontus) violaceus sbsp. *purpurascens* Fabricius, 1787	Carabidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Laemostenus (Actenipus) oblongus (Dejean, 1828)	Carabidae	Nueva cita
Notiophilus biguttatus (Fabricius, 1779)	Carabidae	Nueva cita
Petrostichus (Pterostichus) cristatus (L. Dufour, 1820)	Carabidae	Nueva cita
Pterostichus (Steropus) gallega (Fairmaire, 1859)	Carabidae	Nueva cita
Pterostichus (Steropus) madidus (Fabricius, 1775)	Carabidae	Nueva cita
Synuchus vivalis (Illiger, 1798)	Carabidae	Nueva cita
Aegosoma scabricorne (Scopoli, 1763)	Cerambycidae	Castro (2016)
Alosterna tabacicolor (DeGeer, 1775)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Anastrangalia sanguinolenta (Linnaeus, 1761)	Cerambycidae	Castro (2016)
Anoplodera sexguttata (Fabricius, 1775)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Arhopalus rusticus (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Cerambyx scopolii Füessly, 1775	Cerambycidae	Castro (2016)
Clytus arietis (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Cribroleptura stragulata (Germar, 1824)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Grammoptera ruficornis (Fabricius, 1781)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Leiopus nebulosus (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Leptura aurulenta Fabricius, 1792	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Mesosa nebulosa (Fabricius, 1781)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Morimus asper (Sulzer, 1776)	Cerambycidae	Castro (2016)
Pachytodes cerambyciformis (Schrank, 1781)	Cerambycidae	Castro (2016)
Pogonocherus hispidulus (Piller & Mitterpacher, 1783)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Prionus (Prionus) coriarius (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Rhagium (Hagrium) bifasciatum Fabricius, 1775	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Rhagium (Megarhagium) mordax (DeGeer, 1775)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Rhagium (Megarhagium) sycophanta (Schrank, 1781)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Rhagium (Rhagium) inquisitor Linnaeus, 1758	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Rosalia alpina (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Castro (2016)
Rutpela maculata (Poda, 1761)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Stenostola dubia (Laicharting, 1784)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Stenurella melanura (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Stictoleptura rubra (Linnaeus, 1758)	Cerambycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Castro (2016)
Stictoleptura scutellata (Fabricius, 1781)	Cerambycidae	Castro (2016)
Cetonia aurata (Linnaeus, 1761)	Cetoniidae	Castro (2016)
Gnorimus nobilis (Linnaeus, 1758)	Cetoniidae	Castro (2016)
Gnorimus variabilis (Linnaeus, 1758)	Cetoniidae	Castro (2016)
Osmoderma eremita (Scopoli, 1763)	Cetoniidae	Castro (2016)
Trichius fasciatus (Linnaeus, 1758)	Cetoniidae	Castro (2016)
Thanasimus formicarius (Linnaeus, 1758)	Cleridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Pediacus depressus (Herbst, 1797)	Cucujidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Ampedus (Ampedus) pomonae (Stephens, 1830)	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Ampedus (Ampedus) sanguinolentus (Schrank, 1776)	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Athous sp. Eschscholtz, 1829	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Denticollis linearis (Linnaeus, 1758)	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Elater ferrugineus Linnaeus, 1758	Elateridae	Castro (2016)
Melanotus (Melanotus) villosus (Fourcroy, 1785)	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Stenagostus rhombeus (Olivier, 1790)	Elateridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Eucnemis capucina Ahrens, 1812	Eucnemidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Hylis cariniceps (Reitter, 1902)	Eucnemidae	Recalde (2008)
Hylis olexai (Palm, 1955)	Eucnemidae	Recalde (2008)
Hylis simonae (Olexa, 1970)	Eucnemidae	Recalde (2008)
Melasis buprestoides (Linnaeus, 1761)	Eucnemidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Microrhagus lepidus Rosenhauer, 1847	Eucnemidae	Recalde (2008)
Microrhagus pygmaeus (Fabricius, 1792)	Eucnemidae	Recalde (2008)
Bathysciola (Bathysciola) schioedtei (Kiesenwetter, 1850)	Leiodidae	Galán et al. (2014)
Dorcus parallelipipedus (Linnaeus, 1758)	Lucanidae	Castro (2016)
Lucanus (Lucanus) cervus (Linnaeus, 1758)	Lucanidae	Castro (2016)
Platycerus caraboides (Linnaeus, 1758)	Lucanidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Platycerus spinifer Schaufuss, 1862	Lucanidae	Castro (2016)
Sinodendron cylindricum (Linnaeus, 1758)	Lucanidae	Castro (2016)
Benibotarus (Benibotarus) alternatus (Fairmare, 1856)	Lycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Platycis minutus (Fabricius, 1787)	Lycidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Hylecoetus dermestoides (Linnaeus, 1761)	Lymexylidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Recalde & San Martín (2013)
Melandrya caraboides (Linnaeus, 1760)	Melandryidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b), Recalde & Pérez-Moreno (2011)
Orchesia (Clinocara) undulata Kraatz, 1853	Melandryidae	Mnez. de Murguía et al. (2004)
Mycetophagus (Ulolendus) atomarius (Fabricius, 1787)	Mycetophagidae	Recalde & Pérez-Moreno (2007)
Nacerdes (Xanthochroa) gracilis (W. Schmidt, 1846)	Oedemeridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Oedemera (Oncomera) femoralis Olivier, 1803	Oedemeridae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Pyrochroa coccinea (Linnaeus, 1761)	Pyrochroidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Necrodes littoralis (Linnaeus, 1758)	Silphidae	Bahillo & López-Colón (2000)
Aleochara intricata (Mannerheim, 1830)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Anotylus plagiatus (Rosenhauer, 1856)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Eusphalerum (Eusphalerum) anale (Erichson, 1840)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Gabrius tirolensis (Luze, 1903)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Ocypus (Ocypus) olens (O. Müller, 1754)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Othius punctulatus (Goeze, 1777)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Quedius (Quedius) curtipennis (Bernhauer, 1908)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Quedius (Quedius) fuliginosus (Gravenhorst, 1802)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Quedius (Raphirus) humeralis Stephens, 1832	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Stenus ochropus Kiessenwetter, 1858	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Tasgius (Rayacheila) morsitans (Rossi, 1790)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Xantholinus (Purrolinus) tricolor (Fabricius, 1787)	Staphylinidae	Hiribarnegarai (2017)
Nalassus laevioctostriatus (Goeze, 1777)	Tenebrionidae	Mnez. de Murguía et al. (2004b)
Thymalus limbatus (Fabricius, 1787)	Trogositidae	Antón et al. (2013)
Orden Diptera		
Acartophthalmus nigrinus (Zetterstedt, 1848)	Acartophthalmidae	Carles-Tolrá (2019)
Agromyza mobilis Meigen, 1830	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Butomomyza) angulata (Loew, 1869)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Cerodontha) denticornis (Panzer, 1806)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Cerodontha) fulvipes (Meigen, 1830)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Dizygomyza) sp.	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Poemyza) incisa (Meigen, 1830)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Poemyza) muscina (Meigen, 1830)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerodontha (Xenophytomyza) biseta (Hendel, 1920)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Chromatomyia aprilina (Goureau, 1851)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Chromatomyia hortícola (Goureau, 1851)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Chromatomyia mili (Kaltenbach, 1864)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Chromatomyia nigra (Meigen, 1830)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Chromatomyia scolopendri (Robineau-Desvoidy, 1851)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Liriomyza flaveola (Fallén, 1823)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Liriomyza orbona (Meigen, 1830)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Liriomyza pedestris Hendel, 1931	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Napomyza sp.	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Ophiomyia melandricaulis Hering, 1943	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Phytoliriomyza arctica (Lundbeck, 1901)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Phytomyza notata Meigen, 1830	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Phytomyza ranunculi (Schrank, 1803)	Agromyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Sylvicola cinctus (Fabricius, 1787)	Anisopodidae	Carles-Tolrá (2019)
Sylvicola punctatus (Fabricius, 1787)	Anisopodidae	Carles-Tolrá (2019)
Anthomyza pallida (Zetterdstedt, 1838)	Anthomyzidae	Carles-Tolrá (2019
Choerades fulva (Meigen, 1804)	Asilidae	Carles-Tolrá (2016)
Choerades marginata (Linnaeus, 1758)	Asilidae	Carles-Tolrá (2016)
Leptogaster guttiventris Zetterstedt, 1842	Asilidae	Carles-Tolrá (2016)
Neoitamus cyanurus (Loew, 1849)	Asilidae	Carles-Tolrá (2017)
Neomochtherus geniculatus (Meigen, 1820)	Asilidae	Carles-Tolrá (2019)
Leiomyza scatophagina (Fallén, 1823)	Asteiidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio johannis (Linnaeus, 1767)	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio lanigerus Meigen, 1818	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio longipes Loew, 1864	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio marci (Linnaeus, 1758)	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio nigriventris Haliday, 1833	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bibio pomonae (Fabricius, 1775)	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Dilophus febrilis (Linnaeus, 1758)	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Dilophus minor Strobl, 1900	Bibionidae	Carles-Tolrá (2019)
Bolitophila cinerea Meigen, 1818	Bolitophilidae	Carles-Tolrá (2019)
Bolitophila saundersii (Curtis, 1836)	Bolitophilidae	Carles-Tolrá (2019)
Bolitophila spinigera Edwards, 1925	Bolitophilidae	Carles-Tolrá (2019)
Bombylius (Bombylius) major Linnaeus, 1758	Bombyliidae	Carles-Tolrá (2008)
Borboropsis puberula (Zetterdstedt, 1838)	Borboropsidae	Carles-Tolrá (2019)
Campichoeta punctum (Meigen, 1830)	Campichoetidae	Carles-Tolrá (2019)
Chamaemyia flavicornis (Strobl, 1902)	Chamaemyiidae	Carles-Tolrá (2019)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Chamaemyia polystigma (Meigen, 1830)	Chamaemyiidae	Carles-Tolrá (2019)
Clusia flava (Meigen, 1830)	Clusiidae	Carles-Tolrá (2019)
Clusioides albimanus (Meigen, 1830)	Clusiidae	Carles-Tolrá (2019)
Clusioides caledonicus (Collin, 1912)	Clusiidae	Carles-Tolrá (2019)
Clusioides verticalis (Collin, 1912)	Clusiidae	Carles-Tolrá (2019)
Paraclusia tigrina (Fallén, 1820)	Clusiidae	Carles-Tolrá (2019)
Coenomyia ferruginea (Scopoli, 1763)	Coenomyiidae	Carles-Tolrá (2010b)
Myopa buccata (Linnaeus, 1758)	Conopidae	Kehlmaier (2001)
Myopa extricata Collin, 1960	Conopidae	Kehlmaier (2001)
Thecophera atra (Fabricius, 1775)	Conopidae	Kehlmaier (2001)
Diadocidia ferruginosa (Meigen, 1830)	Diadocidiidae	Carles-Tolrá (2019)
Diadocidia spinosula Tollet, 1948	Diadocidiidae	Carles-Tolrá (2019)
Diastata costata Meigen, 1830	Diastatidae	Carles-Tolrá (2004)
Diastata fuscula (Fallén, 1823)	Diastatidae	Carles-Tolrá (2019)
Diastata nebulosa (Fallén, 1823)	Diastatidae	Carles-Tolrá (2019)
Ditomyia fasciata (Meigen, 1818)	Ditomyiidae	Carles-Tolrá (2004)
Ditomyia macroptera Winnertz, 1852	Ditomyiidae	Carles-Tolrá (2019)
Symmerus annulatus (Meigen, 1830)	Ditomyiidae	Carles-Tolrá (2019)
Dixa dilatata Strobl, 1900	Dixidae	Carles-Tolrá (2019)
Dixa submaculata Edwards, 1920	Dixidae	Carles-Tolrá (2019)
Dryomyza anilis Fallén, 1820	Dryomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Dryope flaveola (Fabricius, 1794)	Dryomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Hydrellia griseola (Fallén, 1813)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Limnellia quadrata (Fallén, 1813)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2004)
Nostima picta (Fallén, 1813)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Parydra flavitarsis (Dahl, 1964)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Philygria flavipes (Fallén, 1823)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Philygria interstincta (Fallén, 1813)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Philygria stictica (Meigen, 1830)	Ephydridae	Carles-Tolrá (2019)
Fannia armata (Meigen, 1826)	Fannidae	Carles-Tolrá (2019)
Fannia lepida (Wiedemann, 1817)	Fannidae Fannid	Carles-Tolrá (2019)
Fannia polychaeta (Stein, 1895)	Fannidae	Carles-Tolrá (2019)
Fannia pruinosa (Meigen, 1826)	Fannidae	Carles-Tolrá (2019)
Fannia sociella (Zetterstedt, 1845)	Fannidae	Carles-Tolrá (2019)
Eccoptomera brandti Collart, 1948	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Eccoptomera longiseta (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Eccoptomera microps (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Eccoptomera obscura (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Gymnomus caesius (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Gymnomus spectabilis (Loew, 1862)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Heleomyza captiosa (Gorodkov, 1962)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Heteromyza atricornis Meigen, 1830	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Heteromyza oculata Fallén, 1820	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Morpholeria ruficornis (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Neoleria ruficauda (Zetterstedt, 1847)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Neoleria ruficeps (Zetterstedt, 1838)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Oldenbergiella calcarifera Papp, 1980	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia affinis (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia atricornis (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia bicolor (Zetterstedt, 1838)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia flagripes (Czerny, 1904)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia flavifrons (Zetterstedt, 1838)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia fuscicornis (Zetterstedt, 1847)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia humilis (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia laevifrons (Loew, 1862)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia lineitergum (Pandellé, 1901)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia notata (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia pallida (Fallén, 1820)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Suillia variegata (Loew, 1862)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Tephrochlamys flavipes (Zetterstedt, 1838)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Tephrochlamys rufiventris (Meigen, 1830)	Heleomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Ornithomya avicularia (Linnaeus, 1758)	Hippoboscidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerotelion racovitzai Matile & Burghele-Balacesco, 1969	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Cerotelion striatum (Gmelin, 1790)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Isoneuromyia semirufa (Meigen, 1818)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Keroplatus reaumurii (Dufour, 1839)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera anglica Edwards, 1925	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera angulata Meigen, 1818	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera centralis Meigen, 1818	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Macrocera parva Lundström, 1914	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera phalerata Meigen, 1818	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera stigmoides Edwards, 1925	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrocera vittatta Meigen, 1830	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Macrorrhyncha flava Winnertz, 1846	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Neoplatyura modesta (Winnertz, 1863)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Orfelia lugubris (Zetterstedt, 1851)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Orfelia ochracea (Meigen, 1818)	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Platyura marginata Meigen, 1804	Keroplatidae	Carles-Tolrá (2019)
Calliopum aeneum (Fallén, 1820)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Calliopum geniculatum (Fabricius, 1805)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Calliopum tuberculosum (Becker, 1895)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Homoneura mediospinosa Merz, 2003	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Meiosimyza platycephala (Loew, 1847)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Meiosimyza rorida (Fallén, 1820)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Minettia inusta (Meigen, 1826)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Minettia longipennis (Fabricius, 1794)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Minettia pseudoinusta Carles-Tolrá, 2019	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Minettia quadrisetosa (Becker, 1907)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Pachycerina pulchra (Loew, 1850)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Peplomyza litura (Meigen, 1826)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Pseudolyciella pallidiventris (Fallén, 1820)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Pseudolyciella stylata (Papp, 1978)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Pseudolyciella subpallidiventris (Papp, 1978)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyza albiceps Fallén, 1820	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyza basalis Zetterstedt, 1847	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
*Sapromyza hyalinata (*Meigen, 1826)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyza obscuripennis Loew, 1847	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyza viciespunctata Czerny, 1932	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyza zetterstedti Hendel, 1908	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Sapromyzosoma laevatrispina (Carles-Tolrá, 1992)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Tricholauxania praeusta (Fallén, 1820)	Lauxaniidae	Carles-Tolrá (2019)
Dasiops solivagus Morge, 1959	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchaea contigua Collin, 1953	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchaea corusca Czerny, 1934	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchaea peregrina Becker, 1895	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchaea gr. *mallochi*	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Protearomyia sp.	Lonchaeidae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchoptera bifurcata (Fallén, 1810)	Lonchopteridae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchoptera lutea Panzer, 1809	Lonchopteridae	Carles-Tolrá (2019)
Lonchoptera tristis (Fallén, 1810)	Lonchopteridae	Carles-Tolrá (2019)
Rainieria latifrons (Loew, 1870)	Micropezidae	Carles-Tolrá (2019)
Madiza glabra Fallén, 1820	Milichiidae	Carles-Tolrá (2019)
Mycetobia pallipes Meigen, 1824	Mycetobiidae	Carles-Tolrá (2019)
Odinia boletina (Zetterstedt, 1848)	Odiniidae	Carles-Tolrá (2019)
*Opetia nigra Me*igen, 1830	Opetiidae	Carles-Tolrá (2019)
Geomyza tripunctata Fallén, 1823	Opomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Opomyza florum (Fabricius, 1794)	Opomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Opomyza petrei Mesnil, 1934	Opomyzidae	Carles-Tolrá (2019)
Palloptera scutellata (Macquart, 1835)	Pallopteridae	Carles-Tolrá (2019)
Palloptera ustulata Fallén, 1820	Pallopteridae	Carles-Tolrá (2019)
Myodris annulata (Fallén, 1813)	Periscelididae	Carles-Tolrá (2019)
Liopiophila varipes (Meigen, 1830)	Piophilidae	Carles-Tolrá (2019)
Cephalops (Semicephalops) semifumosus (Kowarz, 1887)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Cephalops (Semicephalops) ultimus (Becker, 1900)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus brevicaudis Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus decorus Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus elegantulus Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier & Assmann (2008)
Chalarus exiguus (Haliday, 1833)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus fimbriatus Coe, 1966	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus indistinctus Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus juliae Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus holosericeus (Meigen, 1824)	Pipunculidae	Carles-Tolrá (2019
Chalarus leticiae Kehlmaier, 2003	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus longicaudis Jervis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus perplexus Jarvis, 1992	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Chalarus pughi Coe, 1966	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Chalarus saxonicus Kehlmaier, 2008	Pipunculidae	Kehlmaier & Assmann (2008)
Chalarus spurius (FallEn, 1816)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Dorylomorpha imparata (Collin, 1937)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas fusculus (Zetterstedt, 1844)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas obliquus Coe, 1966	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas obscurus Coe, 1966	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas subascipes Collin, 1956	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas subterminalis Collin, 1956	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Eudorylas zonellus Collin, 1956	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Jassidophaga villosa (von Roser, 1840)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Microcephalops opacus (Fallen, 1816)	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Nephrocerus scutellatus (Macquart, 1834)	Pipunculidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (1998)
Pipunculus campestris Latreille, 1802	Pipunculidae	Kehlmaier (2003)
Callomyia amoena Meigen, 1824	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Callomyia dives (Zetterstedt, 1838)	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Paraplatypeza bicincta (Szilády, 1941)	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Platypeza hirticeps Verrall, 1901	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Polyporivora ornata (Meigen, 1838)	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Protoclythia modesta (Zetterstedt, 1844)	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Protoclythia rufa (Meigen, 1830)	Platypezidae	Carles-Tolrá (2019)
Imantimyia sylvatica (Meigen, 1826)	Psilidae	Carles-Tolrá (2019)
Loxocera aristata (Panzer, 1801)	Psilidae	Carles-Tolrá (2019)
Paykullia braueri (Strobl, 1895)	Rhinophoridae	Carles-Tolrá (2019)
Paykullia maculata (Fallén, 1815)	Rhinophoridae	Carles-Tolrá (2019)
Cordilurina albipes (Fallén, 1819)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Nanna fasciata (Meigen, 1826)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Norellia spinipes (Meigen, 1826)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Scatophaga furcata (Say, 1823)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Scatophaga lutaria (Fabricius, 1794)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Scatophaga stercoraria (Linnaeus, 1758)	Scathophagidae	Carles-Tolrá (2019)
Apiloscatopse flavicollis (Meigen, 1818)	Scatopsidae	Carles-Tolrá (2019)
Sepsis flavimana Meigen, 1826	Sepsidae	Carles-Tolrá (2019)
Sepsis fulgens Meigen, 1826	Sepsidae	Carles-Tolrá (2019)
Sepsis neocynipsea Melander & Spuler, 1917	Sepsidae	Carles-Tolrá (2019)
Sepsis thoracica (Robineau-Desvoidy, 1830)	Sepsidae	Carles-Tolrá (2019)
Simulium (Nevermannia) cryophilum (Rubtsov, 1959)	Simuliidae	Carles-Tolrá (2019)
Simulium (Simulium) argyreatum Meigen, 1838	Simuliidae	Carles-Tolrá (2019)
Simulium (Simulium) montícola Friederichs, 1920	Simuliidae	Carles-Tolrá (2019)
Microchrysa cyaneiventris (Zetterdstedt, 1842)	Stratiomyidae	Kehlmaier (2001)
Microchrysa polita (Linnaeus, 1758)	Stratiomyidae	Kehlmaier (2001)
Baccha elongata (Fabricius, 1775)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Brachypalpoides lentus (Meigen, 1822)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Brachypalpus laphriformis (Fallen, 1816)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Brachypalpus valgus (Panzer, 1798)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Callicera rufa Schummel, 1842	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Chalcosyrphus nemorum (Fabricius, 1805)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Chamaesyrphus caledonicus Collin, 1940	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Chamaesyrphus scaevoides (Fallen, 1817)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Chrysotoxum cautum (Harris, 1776)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Chrysotoxum intermedium (Meigen, 1822)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Chrysotoxum vernale Loew, 1841	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Criorhina berberina (Fabricius, 1805)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Criorhina ranunculi (Panzer, 1804)	Syrphidae	Kehlmaier (2002)
Dasysyrphus albostriatus (Fallen, 1817)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Dasysyrphus venustus (Meigen, 1822)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Episyrphus balteatus (De Geer, 1776)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Eristalis pertinax (Scopoli, 1763)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Eristalis similis (Fallen, 1817)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Eristalis tenax (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Eupeodes corollae (Fabricius, 1794)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Eupeodes lapponicus (Zetterstedt, 1838)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Eupeodes sp. Osten Sacken, 1877	Syrphidae	Kehlmaier (2002)
Ferdinandea cuprea (Scopoli, 1763)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Melangyna lasiophthalma (Zetterstedt, 1843)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Melanostoma mellinum (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Melanostoma scalare (Fabricius, 1794)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Meligramma cincta (Fallen, 1817)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Meliscaeva auricollis (Meigen, 1822)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Meliscaeva cinctella (Zetterstedt, 1843)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Microdon analis (Macquart, 1842)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Myathropa florea (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Paragus tibialis (Fallen, 1817)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Parasyrphus punctulatus (Verrall, 1873)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Pelecocera tricincta Meigen, 1822	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Platycheirus albimanus (Fabricius, 1781)	Syrphidae	Kehlmaier (2002)
Psilota anthracina Meigen, 1822	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Rhingia borealis Ringdahl, 1928	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Scaeva dignota (Rondani, 1857)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Scaeva selenitica (Meigen, 1822)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Sericomyia silentis (Harris, 1776)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Sphaerophoria scripta (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Sphaerophoria sp. Le Peletier & Serville, 1828	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Sphiximorpha subsessilis (Illiger in Rossi, 1807)	Syrphidae	Kehlmaier (2000)
Syrphus ribesii (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Syrphus torvus Osten-Sacken, 1875	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Syrphus vitripennis Meigen, 1822	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Xanthandrus comtus (Harris, 1780)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Xylota segnis (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Xylota sylvarum (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	Kehlmaier & Mnez. de Murguía (2004)
Dasyrhamphis atra (Rossi, 1790)	Tabanidae	Carles-Tolrá (2019)
Haematopota pluvialis (Linnaeus, 1758)	Tabanidae	Carles-Tolrá (2019)
Hybomitra distinguenda (Verrall, 1909)	Tabanidae	Carles-Tolrá (2019)
Tabanus bromius Linnaeus, 1758	Tabanidae	Carles-Tolrá (2019)
Tabanus regularis Jaennicke, 1866	Tabanidae	Carles-Tolrá (2019)
Thaumalea testacea Ruthé, 1831	Thaumaleidae	Carles-Tolrá (2019)
Thaumalea verralli Edwards, 1929	Thaumaleidae	Carles-Tolrá (2019)
Ctenophora (Ctenophora) guttata Meigen, 1818	Tipulidae	Carles-Tolrá (2010)
Dictenidia bimaculata (Linnaeus, 1761)	Tipulidae	Carles-Tolrá (2010)
Nephrotoma semiflava (Strobl, 1909)	Tipulidae	Carles-Tolrá (2010)
Tanyptera (Tanyptera) atrata subsp. *atrata* (Linnaeus, 1758)	Tipulidae	Carles-Tolrá (2010)
Tanyptera (Tanyptera) nigricornis subsp. *nigricornis* (Meigen, 1818)	Tipulidae	Carles-Tolrá (2010)
Tipula (Dendrotipula) flavolineata Meigen, 1804	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)
Tipula (Pterelachisus) irrorata Macquart, 1826	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)
Tipula (Pterelachisus) neurotica Mannheims, 1966	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)
Tipula (Pterelachisus) pabulina Meigen, 1818	Tipulidae	Carles-Tolrá (2004)
Tipula (Pterelachisus) trifascingulata Theowald, 1980	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)
Tipula (Pterelachisus) winthemi Lackschewitz, 1932	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Tipula (Vestiplex) intermixta Riedel, 1913	Tipulidae	Carles-Tolrá (2019)
Trixoscelis curvata Carles-Tolrá, 1993	Trixoscelididae	Carles-Tolrá (2019)
Xylophagus ater Meigen, 1804	Xylophagidae	Carles-Tolrá (2002)
Orden Hymenoptera		
Andrena flavipes Panzer, 1799	Apiidae	Nueva cita
Andrena fulva (Muller, 1766)	Apiidae	Nueva cita
Andrena vulpecula Kriechwaumer, 1873	Apiidae	Nueva cita
Andreninae sp.1	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Andreninae sp.2	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Andreninae sp.3	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Andreninae sp.4	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Aphelinus sp. Dalman, 1820	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Apidae sp. 1	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Apidae sp. 2	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Bombus hortorum (Linnaeus, 1761)	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Bombus lucorum (Linnaeus, 1761)	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Bombus pascuorum (Scopoli, 1763)	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Bombus pratorum (Linnaeus, 1761)	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Bombus sylvestris (Lepeletier, 1832)	Apiidae	Mnez. de Murguía (2002)
Halictinae sp. 1	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 2	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 3	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 4	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 5	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 6	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Halictinae sp. 7	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Hylaeus sp. Fabricius, 1793	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Nomada sp. Scopoli, 1770	Apiidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Bethylus fuscicornis (Jurine, 1807)	Bethylidae	Mnez. de Murguía (2002)
Adialytus salicaphis (Fitch, 1855)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Adialytus thelaxis Starý, 1961	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Alysia sp. Latreille, 1804	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Apanteles celsus Papp, 1975	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles circumscriptus (Nees, 1834)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles dorsalis (Spinola, 1808)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles laevigatoides Nixon, 1972	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles laevigatus (Ratzeburg, 1848)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles parasitellae (Bouché, 1834)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles ruficornis (Nees, 1834)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles sp.1 Foerster, 1862	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles sp.2 Foerster, 1862	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles sp.3 Foerster, 1862	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles sp.4	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Apanteles varifemur Abdinbekova, 1969	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Aphaereta sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Aphidius asteris Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius avenae Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Aphidius cingulatus Ruthe, 1859	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius eadyi Starý, González & Hall, 1980	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius ervi Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius funebris Mackauer, 1961	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius matricariae Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius rhopalosiphi De Stefani-Pérez, 1902	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius rosae Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius salicis Haliday, 1834	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius sonchi Marshall, 1896	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius transcaspicus Telenga, 1958	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Aphidius uzbekistanicus Luzhetzki, 1960	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Apodesmia irregularis (Wesmael, 1835)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Apodesmia similis (Szepligeti, 1898)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Aristelix sp. Nixon 1943	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Asobara sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Aspilota globipes (Fischer, 1962)	Braconidae	Peris-Felipo et al. (2012)
Aspilota sp.1 Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Aspilota sp.2 Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Aspilota spiritalis Tobias, 1992	Braconidae	Peris-Felipo et al. (2012)
Binodoxys heraclei (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Biosteres sp. Foerster, 1862	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Chorebus sp. Haliday, 1833	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Coelinidea sp. Viereck, 1913	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Coelinius sp. Nees, 1818	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Coloneura sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Cotesia ancilla (Nixon, 1974)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Cotesia chares (Nixon, 1965)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Cotesia jucunda (Marshall, 1885)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Cotesia sp.1 Cameron, 1891	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Cratospila sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Dacnusa sp. Haliday, 1833	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Dapsilarthra sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Diaeretellus heinzei (Mackauer, 1959)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Diaeretus leucopterus (Haliday, 1834)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Dinotrema alysiae Munk & Peris-Felipo, 2013	Braconidae	Munk et al. (2013)
Ephedrus lacertosus (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Ephedrus plagiator (Nees, 1811)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Ephedrus validus (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Exotela sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Histeromerus mystacinus Wesmael, 1838	Braconidae	Falcó-Garí et al. (2009)
Laotris sp. Nixon, 1943	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Lipolexis gracilis Foerster, 1862	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Lysiphlebus fabarum (Marshall, 1896)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Microgaster sp.1 Latreille, 1804	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Microplitis marshallii Kokujev, 1897	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Monoctonus caricis (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Opius fuscipennis Wesmael, 1835	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius graecus Papp, 1982	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius imitabilis Telenga, 1950	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius inflammatus Fischer, 1963	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius levis Wesmael, 1835	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius mendus Papp, 1982	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius nigricolor Fischer, 1960	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius pygmaeus Fischer, 1962	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Opius sp.1 Wesmael, 1835	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Orthostigma sp. Ratzeburg, 1844	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Paroplitis sp.1 Mason, 1981	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Paroplitis wesmaeli (Ruthe, 1860)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Pauesia pini (Haliday, 1834)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Pauesia unilachni (Gahan, 1927)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Pentapleura sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Phaedrotoma flavitestacea (Fischer, 1958)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Phaedrotoma staryi (Fischer, 1958)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Phaenocarpa sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Praon volucre (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Protapanteles aliphera (Nixon, 1973)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles anchisiades (Nixon, 1973)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles fulvipes (Haliday, 1834)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles mygdonia (Nixon, 1973)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles porthetriae (Muesebeck, 1928)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles sp.1 Ashmead, 1900	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Protapanteles vitripennis (Curtis, 1830)	Braconidae	Pérez-Rdguez. et al. (2013)
Psyttalia daghoides (Zaykov & Fischer, 1983)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Synelix sp. Foerster, 1862	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Tates sp. Nixon, 1943	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Toxares deltiger (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Trachyusa sp. Ruthe, 1894	Braconidae	Peris-Felipo & Jiménez-Peydró (2011)
Trioxys pallidus (Haliday, 1833)	Braconidae	Michelena & Mnez. de Murguía (2012)
Utetes aemulus (Haliday, 1837)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Utetes curtipectus (Fischer, 1958)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Utetes sp.1 Foerster, 1862	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Xynobius aciculatus (Thomson, 1895)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Xynobius comatus (Wesmael, 1835)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Xynobius holconotus (Fischer, 1958)	Braconidae	Jiménez-Peydró & Peris-Felipo (2011)
Janus femoratus (Curtis, 1830)	Cephidae	Mnez. de Murguía (2002)
Aphanogmus sp. Thomson, 1859	Ceraphronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ceraphron sp. Jurine, 1807	Ceraphronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Crossocerus annulipes (Lepeletier & Brullé, 1835)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Crossocerus binotatus Lepeletier & Brullé, 1835	Crabronidae	Gayubo et al. (2002)
Crossocerus megacephalus (Rossi, 1790)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Crossocerus quadrimaculatus (Fabricius, 1793)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Crossocerus styrius (Kohl, 1892)	Crabronidae	Gayubo et al. (2002)
Gorytes planifrons (Wesmael, 1852)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Nysson spinosus (J. Forster, 1771)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Passaloecus corniger Shuckard, 1837	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Passaloecus eremita Kohl, 1893	Crabronidae	Gayubo et al. (2002)
Passaloecus gracilis Curtis, 1834	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Passaloecus insignis (Vander Linden, 1829)	Crabronidae	Gayubo et al. (2002)
Pemphredon lugubris (Fabricius, 1793)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Psenulus pallipes (Panzer, 1798)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Rhopalum clavipes (Linnaeus, 1758)	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Spilomena curruca (Dahlbom, 1844)	Crabronidae	Gayubo et al. (2002)
Trypoxylon clavicerum Lepeletier & Serville, 1828	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Trypoxylon minus Beaumont, 1945	Crabronidae	Mnez. de Murguía (2002)
Andricus sp. Hartig, 1840	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Callirhytis sp. Forster, 1869	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ceroptres sp. Hartig, 1840	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cynips sp. Linnaeus, 1758	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Isocolus sp. Forster, 1869	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Neuroterus sp. Hartig, 1840	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Synergus crassicornis (Curtis, 1838)	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Synergus reinhardi Mayr, 1873	Cynipidae	Mnez. de Murguía (2002)
Aclista sp. Foerster, 1856	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Acropiesta sp. Foerster, 1856	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Aneuropria sp. Krieffer, 1905	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Basalys sp. Westwood, 1833	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Belyta sp. Jurine, 1807	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cinetus sp. Jurine, 1807	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ismarus dorsiger Haliday, 1831	Diapriidae	Mnez. de Murguía (1998)
Lyteba sp. Thomson, 1859	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Monelata sp. Foerster, 1856	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pantoclis sp. Foerster, 1856	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pantolyta sp. Foerster, 1856	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Psilus sp. Panzer, 1801	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Spilomicrus sp. Westwood, 1832	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Trichopria sp. Ashmead, 1893	Diapriidae	Mnez. de Murguía (2002)
Eupelmus pini Taylor, 1927	Eupelmidae	Mnez. de Murguía (2002)
Anacharis eucharoides (Dalman, 1818)	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Anacharis inmunis Walker, 1835	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Callaspidia sp. Dahlbom, 1842	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Glauraspidia sp. Thomson, 1862	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Kleidotoma sp. Westwood, 1833	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Melanips sp. Haliday, 1835	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Mirandicola sericea (Thomson, 1877)	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Rhoptromeris sp. Forster, 1869	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Trybliographa sp. Forster, 1869	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Xyalaspis sp. Hartig, 1843	Figitidae	Mnez. de Murguía (2002)
Formica (Serviformica) fusca Linnaeus, 1758	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Lasius (Chthonolaius) mixtus (Nylander, 1846)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Lasius (Chthonolasius) meridionalis Bondroit, 1920	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Lasius (Lasius) brunneus (Latreille, 1798)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Lasius (Lasius) niger (Linnaeus, 1758)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Lepthotorax sp.1 Mayr, 1855	Formicidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Lepthotorax sp.2 Mayr, 1855	Formicidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Myrmecina graminicola (Latreille, 1802)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Myrmica scabrinodis Nylander, 1846	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Stenamma debile (Forster, 1850)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Strongylognathus testaceus (Schenck, 1852)	Formicidae	Mnez. de Murguía (2002)
Helorus ruficornis Foerster, 1856	Heloridae	Mnez. de Murguía (2002)
Dendrocerus sp. Ratzeburg, 1852	Megaspilidae	Mnez. de Murguía (2002)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Lagynodes sp. Foerster, 1840	Megaspilidae	Mnez. de Murguía (2002)
Alaptus sp. Westwood, 1839	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Anagrus sp. Haliday, 1833	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Anaphes sp. Haliday, 1833	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Arescon sp. Walker, 1846	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Camptoptera sp. Forster, 1856	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Cleruchus sp. Enock, 1909	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Dicopus sp. Enock, 1909	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Eustochus atripennis (Curtis, 1832)	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Gonatocerus sp. Nees, 1834	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Litus cynipseus Haliday, 1833	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Mymar sp. Curtis, 1829	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Ooctonus vulgatus Haliday, 1833	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Polynema sp. Haliday, 1833	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Stephanodes simile (Forster, 1847)	Mymaridae	Mnez. de Murguía (2002)
Ormyrus sp. Westwood, 1832	Ormyridae	Mnez. de Murguía (2002)
Acantholyda (Itycorsia) posticalis (Matsumura, 1912)	Pamphiliidae	Mnez. de Murguía (2002)
Perilampus sp. Latreille, 1809	Perilampidae	Mnez. de Murguía (2002)
Allotropa sp. Foerster, 1856	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Amblyaspis sp. Foerster, 1856	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Euxestonotus sp. Fouts, 1925	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Fidiobia sp. Ashmead, 1894	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Inostemma sp. Haliday, 1833	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Leptacis sp. Foerster, 1856	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Platygaster sp. Latreille, 1809	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Platystasius sp. Nixon, 1937	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Synopeas sp. Foerster, 1856	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Trichacis sp. Foerster, 1856	Platygastridae	Mnez. de Murguía (2002)
Entomobora crassitarsis (Costa, 1887)	Pompilidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pompilidae sp.1	Pompilidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Pompilidae sp.2	Pompilidae	Mnez. de Murguía et al. (2002)
Priocnemis sp. Schioedte, 1837	Pompilidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cryptoserphus sp. Kieffer, 1907	Proctotrupidae	Mnez. de Murguía (2002)
Exallonyx sp. Kieffer, 1904	Proctotrupidae	Mnez. de Murguía (2002)
Phaenoserphus sp. Kieffer, 1908	Proctotrupidae	Mnez. de Murguía (2002)
Anteris sp. Foerster, 1856	Scelionidae	Mnez. de Murguía (2002)
Baeus sp. Haliday, 1833	Scelionidae	Mnez. de Murguía (2002)
Gryon sp. Haliday, 1833	Scelionidae	Mnez. de Murguía (2002)
Telenomus sp. Haliday, 1833	Scelionidae	Mnez. de Murguía (2002)
Xenomerus sp. Walker, 1836	Scelionidae	Mnez. de Murguía (2002)
Amauronematus (Brachycoluma) viduatus (Zetterstedt, 1838)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ametastegia (Ametastegia) equiseti (Fallen, 1808)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ametastegia (Protemphytus) carpini (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ametastegia (Protemphytus) pallipes (Spinola, 1808)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Aneugmenus padi (Linnaeus, 1761)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Athalia circularis (Klug, 1815)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Athalia cornubiae Benson, 1931	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cladius (Cladius) pectinicornis (Geoffroy, 1785)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cladius (Priophorus) pallipes Serville, 1823	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Cladius (Trichiocampus) ulmi (Linnaeus, 1758)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Achaetoprion) madidus (Klug, 1818)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Poodolerus) aeneus Hartig, 1837	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Poodolerus) gonager (Fabricius, 1781)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Poodolerus) niger (Linnaeus, 1767)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Poodolerus) puncticollis C. G. Thomson, 1871	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Dolerus (Poodolerus) sanguinicollis (Klug, 1818)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Empria tridens (Konow, 1896)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Euura (Euura) venusta (Brischke, 1883)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Euura (Gemmura) mucronata (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Heptamelus (Heptamelus) ochroleucus (Stephens, 1835)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Macrophya (Macrophya) teutona (Panzer, 1799)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Monophadnus monticola (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Nematus (Pteronidea) fuscomaculatus Forster, 1854	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Nematus (Pteronidea) hypoxanthus Forster, 1854	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pachynematus (Pachynematus) moerens (Forster, 1854)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pachynematus (Pachynematus) obductus (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pachynematus (Pachynematus) vagus (Fabricius, 1781)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pachyprotasis antenata (Klug, 1817)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Periclista (Periclista) albida (Klug, 1816)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pristiphora (Gymnonychus) abbreviata (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pristiphora (Oligonematus) laricis (Hartig, 1837)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pristiphora (Pristiphora) pallidiventris (Fallen, 1808)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pristiphora (Pristiphora) punctifrons (C. G. Thomson, 1871)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Pseudodineura fuscula (Klug, 1816)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Scolioneura betuleti (Klug, 1816)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Stromboceros delicatulus (Fallen, 1808)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Strongylogaster multifasciata (Geoffroy, 1785)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Tenthredo (Tenthredella) livida Linnaeus, 1758	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Tenthredopsis litterata (Geoffroy, 1785)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Tenthredopsis nassata (Linnaeus, 1767)	Tenthredinidae	Mnez. de Murguía (2002)
Trichogramma sp. Westwood, 1833	Trichogrammatidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ancistrocerus nigricornis (Curtis, 1826)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Ancistrocerus trifasciatus (Muller, 1776)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Symmorphus (Symmorphus) bifasciatus (Linnaeus, 1761)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Vespula germanica (Fabricius, 1793)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Vespula rufa (Linnaeus, 1758)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Vespula vulgaris (Linnaeus, 1758)	Vespidae	Mnez. de Murguía (2002)
Xyela julii (Brebisson, 1818)	Xyelidae	Mnez. de Murguía (2002)
Orden Lepidoptera		
Cossus cossus (Linnaeus, 1758)	Cossidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Zeuzera pyrina (Linnaeus, 1761)	Cossidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Achlya flavicornis (Linnaeus, 1758)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Drepana curvatula (Borkhausen, 1790)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Habrosyne pyritoides (Hufnagel, 1776)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Polyploca ridens (Fabricius, 1787)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Sabra harpagula (Esper, 1786)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Thyatira batis (Linnaeus, 1758)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Watsonalla binaria (Hufnagel, 1767)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Watsonalla cultraria (Fabricius, 1775)	Drepanidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Endromis versicolora (Linnaeus, 1758)	Endromidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Arctia caja (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Arctornis l-nigrum (Müller, 1764)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Callimorpha dominula (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Calliteara pudibunda (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Catephia alchymista (Denis & Schiffermüller, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1988b)
Catocala conversa (Esper, 1783)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Catocala elocata (Esper, 1787)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Catocala nupta (Linnaeus, 1767)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Colobochyla salicalis (Denis & Schiffermüller, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Diacrisia sannio (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Diaphora mendica (Clerck, 1759)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eilema complana (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eilema depressa (Esper, 1787)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eilema griseola (Hübner, 1803)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eilema sororcula (Hufnagel, 1766)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eublemma ostrina (Hübner, 1808)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Euclidia mi (Clerck, 1759)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1988b)
Euclidia (Euclidia) glyphica (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Euproctis (Euproctis) chrysorrhoea (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Euproctis (Sphrageidus) similis (Fuessly, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Herminia grisealis (Denis & Schiffermüller, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hypena crassalis (Fabricius, 1787)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974, 1988)
Laspeyria flexula (Denis & Schiffermüller, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lithosia quadra (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Lygephila pastinum (Treitschke, 1826)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lymantria dispar (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lymantria monacha (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Miltochrista miniata (Forster, 1771)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Minucia lunaris (Denis & Schiffermüller, 1775)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orgyia (Orgyia) antiqua (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Paracolax tristalis (Fabricius, 1794)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Phragmatobia fuliginosa (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Phytometra viridaria (Clerck, 1759)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Scoliopteryx libatrix (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Spilosoma lubricipeda (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Spilosoma lutea (Hufnagel, 1766)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Tyria jacobaeae (Linnaeus, 1758)	Erebidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Abraxas (Calospilos) sylvata (Scopoli, 1763)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Abraxas(Abraxas) grossulariata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agriopis marginaria (Fabricius, 1776)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Alsophila aescularia (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Angerona prunaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Anticlea derivata (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Aplocera plagiata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Biston betularia (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Biston strataria (Hufnagel, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cabera exanthemata (Scopoli, 1763)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Campaea margaritaria (Linnaeus, 1761)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Chloroclystis v-ata (Haworth, 1809)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cidaria fulvata (Forster, 1771)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Colostygia pectinataria (Knoch, 1781)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Colotois pennaria (Linnaeus, 1761)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Comibaena bajularia (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Compsoptera opacaria (Hübner, 1819)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Crocallis elinguaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cyclophora (Codonia) linearia (Hübner, 1799)	Geometridae	Olano et al. (1991)
Cyclophora (Codonia) punctaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Olano et al. (1991)
Cyclophora (Cyclophora) albipunctata (Hufnagel, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Cyclophora (Cyclophora) puppillaria (Hübner, 1799)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cyclophora (Cyclophora) quercimontaria (Bastelberger, 1897)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cyclophora (Cyclophora) ruficiliaria (Herrich-Schäffer, 1855)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Ecliptopera silaceata (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ectropis crepuscularia (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ematurga atomaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Ennomos alniaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974), Martin & Marcos (1989)
Ennomos erosaria (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988), Martin & Marcos (1989)
Ennomos fuscantaria (Haworth, 1809)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Epirrita christyi (Allen, 1906)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Epirrita dilutata (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Erannis defoliaria (Clerck, 1759)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Erannis leucophaearia (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eupithecia abbreviata Stephens, 1831	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Geometra papilionaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hemistola chrysoprasaria (Esper, 1795)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hemithea aestivaria (Hübner, 1789)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hydria undulata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hylaea fasciaria (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hypomecis punctinalis (Scopoli, 1763)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Idaea aversata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Lomaspilis marginata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lomographa temerata (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lycia hirtaria (Clerck, 1759)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Macaria alternata (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Menophra abruptaria (Thunberg, 1792)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Mesoleuca albicillata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988b)
Operophtera brumata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Opisthograptis luteolata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pachycnemia hippocastanaria (Hübner, 1799)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pasiphila rectangulata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Peribatodes rhomboidaria (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Phigalia pilosaria (Denis & Schiffermüller, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Plagodis dolabraria (Linnaeus, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pseudopanthera macularia (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pseudoterpna coronillaria (Hübner, 1817)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Scopula (Calothysanis) subpunctaria (Herric-Schäffer, 1847)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Scopula (Scopula) nigropunctata (Hufnagel, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Scotopteryx chenopodiata (Linnaeus, 1758)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Scotopteryx coelinaria (de Graslin, 1863)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988b)
Scotopteryx mucronata (Scopoli, 1763)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Selenia dentaria (Fabricius, 1775)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Selenia lunularia (Hübner, 1788)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Selenia tetralunaria (Hufnagel, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Timandra griseata Petersen, 1902	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Trichopteryx carpinata (Borkhausen, 1794)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xanthorhoe designata (Hufnagel, 1767)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xanthorhoe ferrugata (Clerck, 1759)	Geometridae	Gómez de Aizpúrua (1988), Olano et al.(1990)
Erynnis tages (Linnaeus, 1758)	Hesperiidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ochlodes sylvanus (Esper, 1777)	Hesperiidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Euthrix potatoria (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lasiocampa (Lasiocampa) quercus (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lasiocampa (Pachygastra) trifolii (Denis & Schiffermüller, 1775)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Macrothylacia rubi (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Malocosoma (Clisiocampa) neustria (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Odonestis pruni (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Poecilocampa populi (Linnaeus, 1758)	Lasiocampidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Apoda limacodes (Hufnagel, 1766)	Limacodidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cupido (Everes) argiades (Pallas, 1771)	Lycaenidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lampides boeticus (Linnaeus, 1767)	Lycaenidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lycaena phlaeas (Linnaeus, 1761)	Lycaenidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Polyommatus (Polyommatus) icarus (Rottemburg, 1775)	Lycaenidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Abrostola triplasia (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acontia (Acontia) lucida (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Acronicta) aceris (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Acronicta) leporina (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Jocheaera) alni (Linnaeus, 1767)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Triaena) cuspis (Hübner, 1813)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Triaena) psi (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Triaena) tridens (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acronicta (Viminia) rumicis (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Actinotia polyodon (Clerck, 1759)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Aedia funesta (Esper, 1786)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Aedia leucomelas (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Agrochola (Anchoscelis) helvola (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrochola (Anchoscelis) lunosa (Haworth, 1809)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Agrochola (Leptologia) blidaensis (Stertz, 1915)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrochola (Leptologia) lota (Clerck, 1759)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrochola (Sunira) circellaris (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrotis exclamationis (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrotis puta (Hübner, 1803)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrotis segetum (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Allophyes alfaroi Agenjo, 1951	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Amphipyra (Amphipyra) berbera Rungs, 1949	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Amphipyra (Amphipyra) pyramidea (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Amphipyra (Amphipyra) tragopoginis (Clerck, 1759)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Anaplectoides prasina (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Anarta (Anarta) myrtilli (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Anarta (Calocestra) pugnax (Hübner, 1824)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Anorthoa munda (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Apamea scolopacina (Esper, 1788)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Apamea sordens (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Atypha pulmonaris (Esper, 1790)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Autographa gamma (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Autographa pulchrina (Haworth, 1809)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Axylia putris (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Callopistria juventina (Stoll, 1782)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Caradrina (Paradrina) clavipalpis Scopoli, 1763	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ceramica pisi (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cerastis rubricosa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Charanyca (Charanyca) trigrammica (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Charanyca (Rusina) ferruginea (Esper, 1785)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Chersotis ocellina (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Colocasia coryli (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Conistra (Conistra) alicia Lajonquière, 1939	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Conistra (Conistra) ligula (Esper, 1791)	Noctuidae	Yela et al. (1988)
Conistra (Conistra) vaccinii (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Conistra (Dasycampa) erythrocephala (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cosmia (Calymnia) trapezina (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cosmia (Cosmia) diffinis (Linnaeus, 1767)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Craniophora ligustri (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cucullia (Cucullia) gnaphalii (Hübner, 1813)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cucullia (Cucullia) umbratica (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Deltote (Protodeltote) pygarga (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Diarsia brunnea (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Diachrysia chrysitis (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Diachrysia chryson (Esper, 1789)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eucarta amethystina (Hübner, 1803)	Noctuidae	Agenjo (1969)
Euplexia lucipara (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Eupsilia transversa (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Griposia aprilina (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hada plebeja (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hadena (Anepia) perplexa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hadena (Hadena) bicruris (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Helicoverpa armigera (Hübner, 1808)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Heliothis peltigera (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Hoplodrina ambigua (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hoplodrina blanda (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hoplodrina octogenaria (Goeze, 1781)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lacanobia (Dianobia) contigua (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lacanobia (Dianobia) thalassina (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lacanobia (Diataraxia) oleracea (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lacanobia (Diataraxia) splendens (Hübner, 1808)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Leucania (Acantholeucania) loreyi (Duponchel, 1827)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lithophane ornitopus (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Luperina testacea (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lycophotia molothina (Esper, 1789)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lycophotia porphyrea (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Macdunnoughia confusa (Stephen, 1850)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Melanchra persicariae (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mesapamea secalis (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Moma alpium (Osbeck, 1778)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Hyphilare) albipuncta (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Hyphilare) ferrago (Fabricius, 1787)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)

TAXA	FAMILIA	REFERENCIA
Mythimna (Hyphilare) l-album (Linnaeus, 1767)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Mythimna) turca (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Mythimna) vitellina (Hübner, 1808)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Pseudaletia) unipuncta (Haworth, 1809)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mythimna (Sablia) sicula (Treitschke, 1835)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua comes Hübner, 1813	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua fimbriata (Schreber, 1759)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua interjecta Hübner, 1803	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua janthina Denis & Schiffermüller, 1775	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua pronuba (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Noctua tirrenica Biebinger, Speidel & Hanigk, 1983	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Ochropleura leucogaster (Freyer, 1831)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ochropleura plecta (Linnaeus, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Oligia fasciuncula (Haworth, 1809)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Oligia strigilis (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Oligia versicolor (Borkhausen, 1792)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Olivenebula xanthochloris (Boisduval, 1840)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orthosia (Monima) cerasi (Fabricius, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orthosia (Monima) cruda (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orthosia (Orthosia) incerta (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orthosia (Semiophora) gothica (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Orthosia (Monima) miniosa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Panolis flammea (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Peridroma saucia (Hübner, 1808)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Phlogophora meticulosa (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Photedes minima (Haworth, 1809)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Polia nebulosa (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pyrrhia umbra (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Sideridis (Aneda) rivularis (Fabricius, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Spodoptera exigua (Hübner, 1808)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Subacronicta megacephala (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Thalpophila matura (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Thalpophila vitalba (Freyer, 1834)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Tholera decimalis (Poda, 1761)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Trichosea ludifica (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Agenjo (1969), Gómez de Aizpúrua (1974)
Valeria jaspidea (Villers, 1789)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Xanthia (Xanthia) togata (Esper, 1788)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Xestia (Megasema) c-nigrum (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xestia (Megasema) ditrapezium (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xestia (Megasema) triangulum (Hufnagel, 1766)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xestia (Xestia) agathina (Duponchel, 1827)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xestia (Xestia) baja (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xestia (Xestia) xanthographa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xylena (Xylena) exsoleta (Linnaeus, 1758)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Xylocampa areola (Esper, 1789)	Noctuidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Bena bicolorana (Fuessly, 1775)	Nolidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Nycteola revayana (Scopoli, 1762)	Nolidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pseudoips prasinana (Linnaeus, 1758)	Nolidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Cerura (Apocerura) erminea (Esper, 1783)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Cerura (Cerura) iberica (Templado & Ortiz, 1966)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1988)
Clostera anachoreta (Denis & Schiffermüller, 1775)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Clostera curtula (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Clostera pigra (Hufnagel, 1766)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Drymonia dodonea (Denis & Schiffermüller, 1775)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Drymonia querna (Denis & Schiffermüller, 1775)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Drymonia ruficornis (Hufnagel, 1766)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Furcula bicuspis (Borkhausen, 1790)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Furcula furcula (Clerck, 1759)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Harpyia milhauseri (Fabricius, 1775)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Notodonta dromedarius (Linnaeus, 1767)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Notodonta ziczac (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Peridea anceps (Goeze, 1781)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Phalera bucephala (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pheosia tremula (Clerck, 1759)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pterostoma palpina (Clerck, 1759)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Ptilodon capucina (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Stauropus fagi (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Thaumethopoea pityocampa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Thaumethopoea processionea (Linnaeus, 1758)	Notodontidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Aphantopus hyperanthus (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Boloria (Clossiana) selene (Denis & Schiffermüller, 1775)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Coenonympha pamphilus (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Erebia meolans (Pruner, 1798)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Lasiommata megera (Linnaeus, 1767)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Maniola jurtina (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Minois dryas (Scopoli, 1763)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Nymphalis polychloros (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pararge aegeria (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Vanessa cardui (Linnaeus, 1758)	Nymphalidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Anthocharis cardamines (Linnaeus, 1758)	Pieridae	Gómez de Aizpúrua (1983)
Gonepteryx rhamni (Linnaeus, 1758)	Pieridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pieris brassicae (Linnaeus, 1758)	Pieridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pieris napi (Linnaeus, 1758)	Pieridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Pieris rapae (Linnaeus, 1758)	Pieridae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Aglia tau (Linnaeus, 1758)	Saturniidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Saturnia (Eudia) pavonia (Linnaeus, 1758)	Saturniidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Saturnia (Saturnia) pyri (Denis & Schiffermüller, 1775)	Saturniidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Acherontia atropos (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Agrius convolvuli (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Deilephila elpenor (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hyles euphorbiae (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Hyles livornica (Esper, 1780)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Laothoe populi (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Macroglossum stellatarum (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Mimas tiliae (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Smerinthus ocellata (Linnaeus, 1758)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Sphinx ligustri Linnaeus, 1758	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Sphinx maurorum (Jordan, 1931)	Sphingidae	Gómez de Aizpúrua (1974)
Zygaena (Zygaena) trifolii (Esper, 1783)	Zygaenidae	Gómez de Aizpúrua (1974, 1983)

X

Anfibios y reptiles

Alberto Gosá

Departamento de Herpetología, Sociedad de Ciencias Aranzadi
agosa@aranzadi.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Anfibioak eta narrastiak

Artikutzako anfibioak eta narrastiak gutxi ikertu dira. Finkako baso habitataren kontserbazio egoera onak ondo finkatutako populazio herpetologikoak izan beharko lituzte, bereziki eskualde eurosiberiarreko anfibioenak, kasu batzuetan dentsitate handiekin. Barrutian eta gertu dauden eremuetan egindako unean uneko behaketak ditugu, baita Erroiarrira isurtzen duten erreketako batean arrabio arruntaren errolda puntual bat ere. Narrastiak dira gutxien ezagutzen direnak, eta ikerketa honetarako egindako datu basea ez da 200 erregistrora iristen.

Sei anfibio espezieri eta zortzi narrastiri egindako behaketak ditugu, baina tokiaren egoera egokia da 19 espezie inguru izateko. Artikutzako baso ingurunearen adierazgarrienen artean daude hauek guztiak: arrabio arrunta, apo arrunt iberiarra, baso igel gorria, zirauna, mendebaldeko musker berdea, sugandila bizierrulea, Eskulapioren sugea eta Seoaneko sugegorria. Finkako arro eta eremu batzuetan ez dira laginak hartu. Pagadiaren ezaugarri diren anfibio espezie batzuen presentzia handiagoa detektatu ahal izan da, besteak beste, arrabio arrunta eta baso igel gorria, Artikutzako eremuaren % 20 okupatzen dutenak, gutxienez. Arrabio arruntak, bereziki, ugari daude. Aitzitik, gaur egungo datuekin ohikoenak diren narrastiek ez dute lurraldearen % 8 gainditzen. Besteak beste, zirauna, Eskulapioren sugea eta Seoaneko sugegorria.

Anfibioen ugalketa habitata, Artikutzako topografia maldatsua dela eta, mugatzen da erreketako gune geldoetara, urmael batzuetara, baso pistetako putzu eta areketara, haranetik pasatzen diren ibilguen istiltze periferikoetara eta, orain arte, Enobieta urtegiaren zenbait ertzetara. Urtegia kenduta eta ibai ibilguaren jatorrizko baldintzak berreskuratuta, aukera ezin hobea sortu da anfibioak eta bestelako fauna ugaltzeko habitat bat eratzeko urtegiaren antzinako ohean, ibilguaren inguruan elkarrekin konektatuta dauden mikrohezeguneak sortuta. Jarduketa horrek asko hobetuko luke espezie askoren populazioaren egoera, zeren populazio horien tamaina handituko bailitzateke.

1. Introducción

La comunidad herpetológica encuentra en la finca de Artikutza un hábitat dispar para sus posibilidades de subsistencia. Las condiciones pluviométricas del enclave, con una media anual superior a los 2500 mm, auguran una alta potencialidad para la presencia de una comunidad de anfibios de origen europeo, reforzada por la umbría del dosel forestal dominante. Por el contrario, la de los reptiles debe estar notablemente rebajada, al menos si consideramos la abundancia poblacional, que otra cosa será la riqueza específica, correlacionada con una presencia también claramente sesgada hacia las especies de origen biogeográfico europeo. En cualquier caso, la escasez, cuando no ausencia de estudios en el caso de los reptiles, es la nota dominante en el conocimiento que actualmente poseemos de esta fauna en Artikutza. Por ello, una parte de lo que sigue en las próximas líneas va a estar irremediablemente ligado a especulaciones fundamentadas en la documentación existente para un territorio más amplio de su entorno, que comparte ambientes semejantes a los de Artikutza, si bien en un estado de conservación inferior al de este lugar privilegiado, por la escasez de intervenciones que ha acogido en muchos decenios.

Los referidos datos del entorno proceden de la información acumulada durante el trabajo de campo del atlas herpetológico de Navarra (Gosá & Bergerandi, 1994) en el propio municipio de Goizueta y los vecinos de Zubieta, Arantza y Lesaka, así como los obtenidos en el de Oiartzun (cuadrículas UTM 10 x 10 km: WN98, WN88, XN08 y XN07). En Bergerandi (1981) se encuentran las primeras referencias para algunas de estas localidades, aunque con escaso detalle de ubicación. La actualización de las observaciones en este más amplio territorio se completó con una consulta en el SIARE (2018) (Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España). Los datos herpetológicos obtenidos dentro de los límites de la finca de Artikutza son todavía escasos. En la *Guía ecológica de* Artikutza (Catalán et al., 1989) se recogen especies de anfibios y reptiles en el enclave, sin mayor especificación de origen de los datos, por lo que muchos de ellos deben interpretarse como potenciales. El mapa de vegetación incluido en esta obra sería útil para adjudicar la probabilidad de presencia de estas especies en los diferentes hábitats de la finca. En 2009 la Asociación de Amigos de los Árboles Viejos (Pamplona) promovió un estudio interdisciplinar que pretendía aportar datos ecológicos cuantificados y exhaustivos sobre diversas parcelas elegidas en Artikutza, que incluían a los anfibios. Los estudios alcanzaron un grado de finalización diverso, y no fueron publicados. El de los anfibios aglutinó una serie de observaciones específicas en la subcuenca del Erroiarri y el entorno del embalse de Enobieta, y un censo de salamandra común, *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758), en un arroyo tributario del Erroiarri (Gosá, 2009). El listado de especies ofrecido en este estudio fue recogido posteriormente en el diagnóstico de los ecosistemas ligados al agua en Artikutza realizado por Elosegi et al. (2013). En los dos últimos decenios se han aportado observaciones circunstanciales de anfibios y reptiles por

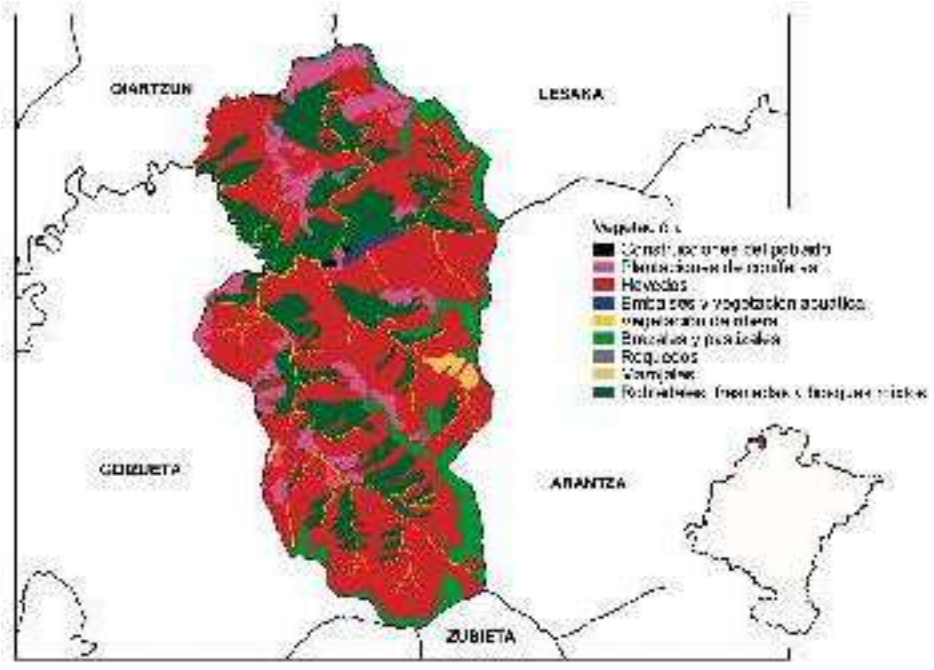


Figura 1. Mapa de vegetación mostrando hábitats potencialmente útiles para la herpetofauna, y ubicación geográfica de Artikutza en Navarra. El mapa se ha modificado a partir de Catalán et al. (1989), del mapa de vegetación potencial de Navarra obtenido de IDENA (Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra) y de la ortofoto de 2018.

Figura 1.

especialistas y la guardería ambiental del enclave. Incluso la culebra de Esculapio, *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), presente en el lugar, fue recogida en el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación de Artikutza como una especie a favorecer en las actuaciones de conservación forestal.

Con todos estos elementos se ha compuesto una visión de la comunidad de anfibios y reptiles ya registrados en los últimos decenios, así como potencialmente presentes en la finca de Artikutza y su entorno próximo (Fig. 1).

2. Metodología

El inventario de anfibios se obtuvo a partir de transectos realizados en dos zonas de la finca: en el itinerario de acceso a la regata Argarate (tributaria del Exkaxpe-Erroiarri) desde el aparcamiento del Refugio, que fue recorrido en horas nocturnas en ambos sentidos en cuatro ocasiones entre abril y septiembre de 2009, y en el camino que bordea perimetralmente el embalse de Enobieta, recorrido en una ocasión en abril de ese año. También se realizó un transecto nocturno de 220 m de longitud remontando el cauce de la regata Argarate, en su tramo de desembocadura al Exkaxpe, con el objetivo principal de censar la población larvaria de *S. salamandra*, una de las especies de anfibio más representativas del ambiente forestal de Artikutza, que debe estar particularmente favorecida en el enclave por la presencia de madera muerta en su sotobosque (Villate & González-Esteban, 2002). En el hayedo regenerado sobre terrenos desarbolados desde 1919, la abundancia de madera muerta y de cavidades en los árboles es menor que en otras reservas forestales europeas (Castro, 2009). Sin embargo, la combinación de los árboles trasmochos, remanentes de pastos arbolados abandonados, con el bosque generado debajo de ellos ha producido una alta acumulación de madera muerta y de cavidades en los trasmochos, asimilable a lo más parecido que queda actualmente de los bosques vírgenes (Castro, 2016). Por tanto, la abundancia de madera muerta en el conjunto de los diferentes tipos de masas forestales autóctonas sería tal que podría contribuir decisivamente a la aparente abundancia de *S. salamandra* en Artikutza.

El transecto nocturno en la regata Argarate se repitió en cuatro ocasiones, entre abril y septiembre de 2009, durando una media de 86 minutos (error estándar: 40 minutos). Las larvas de *S. salamandra* se contabilizaron en las pequeñas pozas y zonas remansadas de la regata, y aunque los datos se redujeron a un único cauce —por otra parte, muy cualificado para acoger la reproducción de la especie—, se han utilizado para discutir la valoración del estado de sus poblaciones larvarias en el bosque atlántico navarro, donde sólo desde tiempos recientes se está cuantificando (Gosá & Crespo-Diaz, 2009; Gosá, 2017, 2018; Gosá *et al.*, 2018a y b). La abundancia larvaria se ha expresado como un índice relativo, en número de individuos / km de regata (IKA). Por último, en febrero de 2019 se realizó una visita para inspeccionar la situación del embalse tras haberse tomado la decisión de desmantelarlo, y se accedió a otros enclaves de la finca, como Elama y Arriurdineta, obteniéndose algunas observaciones de anfibios. El registro de reptiles ha seguido un curso no dependiente de estudios específicos, sino fruto de la acumulación de observaciones circunstanciales.

Con el conjunto de registros acumulados, que ascendió a 192, incluidos los históricos, se han construido mapas individualizados de distribución específica de anfibios y reptiles en retículo UTM de 1 x 1 km, siguiendo el formato tradicional de los atlas de distribución, sobre el que se han señalado las coordenadas puntuales GPS (datum ETRS89) cuando han estado disponibles (registros más modernos). De esta manera, el territorio de Artikutza ha quedado encuadrado en una malla de 51 cuadrículas de 1 x 1 km, cuya superficie pertenece total o parcialmente a la finca. Las citas pertenecientes a términos periféricos se han considerado en la cartografía cuando se encontraban en la proximidad de los límites de Artikutza, separadas hasta un máximo de 5-7 km.

3. Lista de especies

Con la información bibliográfica recabada a partir de la década de 1980 (Bergerandi, 1981; Gosá & Bergerandi, 1994; Galán *et al.*, 2014a y b), la consulta de las bases de datos nacional (Asociación Herpetológica Española: SIARE, 2018) y de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, así como de datos de informantes y los recabados en el estudio de campo ya mencionado (Gosá, 2009), se ha compuesto un listado de especies comprobadas y potencialmente presentes en Artikutza y hábitats compartidos de los municipios de su entorno (Tabla 1). Los muestreos de 2009 revelaron la presencia de, al menos, tres de las seis especies de anfibios detectadas en decenios anteriores (Fig. 2). El tritón pirenaico, *Calotriton asper* (Dugès, 1852), conocido de Goizueta, también debe considerarse como un anfibio potencialmente presente en Artikutza, si bien no se ha tenido en cuenta en la cartografía por superar su único registro conocido la distancia de 7 km considerada para su inclusión. Según estos datos el número de especies de reptiles ascendería a doce (Fig. 2), excluyendo *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812), especie que podemos considerar introducida en esta zona y de la que se dispone de una observación en Goizueta.

La detección de puestas recientes de *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 en fechas tardías (abril de 2009), en una población cantábrica a baja altitud (unos 400 msnm) como la de Artikutza, sugiere una extensión de su reproducción en un amplio periodo, que iniciaría a comienzos del invierno. En septiembre se vio acceder a las regatas machos y hembras adultos, los primeros mostrando ya rasgos incipientes de celo, con callosidades nupciales en los dedos en proceso de formación.

Figura 2. Las especies de anfibios más observadas en Artikutza.
A: *Salamandra salamandra* en la regata Argarate (Foto: Alberto Gosá)
B: *Bufo spinosus* en las orillas del arroyo Erroiarri (Foto: Alberto Gosá)
C: *Rana temporaria* en Artikutza (Foto: Alberto Castro)
D: *Alytes obstetricans* (Foto: Alberto Gosá)

Figura 2.

Figura 3.

Además, con objetivos espeleológicos se ha explorado la extensa red de cuevas, simas y minas de la cuenca del Elama, donde se ha obtenido registros circunstanciales puntuales de anfibios en el interior del abrigo de Arriurdineta (*Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768); Galán *et al.*, 2014a) y de la mina Elama 2 (*S. salamandra*; Galán *et al.*, 2014b). De particular interés resulta esta última observación, que da noticia de una población reproductora hipogea de la especie, en el fondo de una galería de 35 m (cota -44), con presencia de larvas en las aguas.

Ocho de las doce especies de reptiles potencialmente presentes en Artikutza han sido observadas. Los registros más repetidos han correspondido a *Zamenis longissimus*, y también apuntan a una presencia localmente significativa de *Vipera seoanei* Lataste, 1879 y *Lacerta bilineata* Daudin, 1802 (Fig. 3).

4. El hábitat herpetológico

Los distintos requerimientos ecológicos de anfibios y reptiles relacionan a esta fauna con unos hábitats no siempre coincidentes. Los anfibios, más autónomos con respecto a las condiciones ambientales externas, pueden adscribirse a unos hábitats definidos, mientras que los reptiles, más dependientes de variables climáticas relacionadas con la temperatura, la orientación del sustrato y la insolación, son más fácilmente caracterizados a partir del microhábitat. Los biotopos remansados de los abundantes cursos de agua atraerían una parte significativa de la reproducción de los anfibios. Las masas estancas de agua, su ambiente preferido para esta actividad, se reducirían a las orillas de bajo calado en el embalse, las cunetas de caminos, los charcos estacionales y las raras charcas establecidas en el lugar, que son de pequeñas

Figura 3. Las especies de reptiles más observadas en Artikutza.
A: *Lacerta bilineata* (Foto: Alberto Gosá)
B: *Anguis fragilis* (Foto: Alberto Gosá)
C: *Podarcis muralis* en Artikutza (Foto: Alberto Castro)
D: *Zamenis longissimus* (Foto: Ander Izagirre)
E: *Vipera seoanei* (Foto: Alberto Gosá)

Figura 4.

Figura 5.

Figura 6.

Figura 4. Hábitats de reproducción de anfibios en Artikutza. (Fotos: Alberto Gosá)
A: Cola del embalse de Enobieta en 2009.
B: Cuneta encharcada del camino perimetral al embalse de Enobieta, en 2009.
C: Charca del Depósito o de la Cantera de Arena, en 2019.
D: Encharcamiento a orillas del Elama, en 2019.

Figura 5. Cantera caliza de Arriurdineta. (Foto: Alberto Gosá)

Figura 6. Zonas aclaradas en el hayedo de Artikutza. (Foto: Alberto Gosá)

dimensiones y se localizan en áreas próximas al embalse, así como en los parajes de Arriurdineta y Exkaxpe (Fig. 4). En las condiciones de Artikutza, especies de reptiles tan selectivas para el hábitat como la lagartija parda, *Podarcis liolepis* (Boulanger, 1905) o las culebras lisas meridional, *Coronella girondica* (Daudin, 1803), y europea, *Coronella austriaca* Laurenti, 1768, deben concentrar sus poblaciones en los escasos roquedos graníticos y afloramientos calizos de las zonas de Erroiarri y Arriurdineta (Fig. 5), mientras que las zonas clareadas de los hayedos y robledales (Fig. 6), formaciones que cubren más del 50 % del territorio de Artikutza (Catalán *et al.*, 1989), acogerían las de *Z. longissimus*. Los espacios abiertos (brezales-argomales-helechales) de las cumbres y collados extendidos entre Arriurdineta, Loitzate-Arainburu-Beltzuntze y Pagolleta favorecerían la presencia de *Lacerta bilineata*, *Zootoca*

vivipara (Lichtenstein, 1823), *Hierophis viridiflavus* (Lacépède, 1789) o *Vipera seoanei*. De la consulta del manual de hábitats de Navarra (Peralta *et al.*, 2013) y el listado de hábitats incluido en el Plan de Gestión de la ZEC de Artikutza se puede avanzar una lista de los hábitats potenciales para la herpetofauna en el enclave (Fig. 1; Tabla 2).

5. Distribución

En julio de 2004 se muestreó el robledal del entorno del embalse de Enobieta, entre la pista que lo circunda y las orillas, y en 2009 se repitió el muestreo, así como en el camino y senda en hayedo que desde el aparcamiento del refugio forestal conduce al arroyo de Argarate, tributario del Erroiarri, bordeando éste. Estas zonas se prospectaron repetidamente entre abril y septiembre de ese año. Las especies observadas fueron *S. salamandra*, *A. obstetricans*, *Bufo spinosus* Daudin, 1803, *R. temporaria* y *Pelophylax perezi* (López Seoane, 1885). Estos datos se añadieron a los obtenidos en esa misma década y la actual por otros miembros del Departamento de Herpetología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi e informantes externos, y a los almacenados en las dos décadas precedentes, tanto en Artikutza como en su entorno, para componer los mapas específicos en retículo UTM de 1 x 1 km (Fig. 7). En dichos mapas las observaciones anteriores a la década de 2000 se marcaron como tales cuadrículas, y las posteriores a ese año como puntos interiores a las mismas. Cuando se repitieron las observaciones de dos décadas diferentes en una

TABLA 1. Lista de especies observadas (en negrita) y potenciales en Artikutza y hábitats compartidos de los municipios de su entorno.

ANFIBIOS	REPTILES
Salamandra salamandra (Linnaeus, 1758)	***Anguis fragilis*** Linnaeus, 1758
Calotriton asper (Dugès, 1852)	***Lacerta bilineata*** Daudin, 1802
Lissotriton helveticus (Razoumowsky, 1789)	***Podarcis muralis*** (Laurenti, 1768)
Alytes obstetricans (Laurenti, 1768)	*Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905)
Bufo spinosus Daudin, 1803	***Zootoca vivipara*** (Lichtenstein, 1823)
Rana temporaria Linnaeus, 1758	***Coronella austriaca*** Laurenti, 1768
Pelophylax perezi (López Seoane, 1885)	*Coronella girondica* (Daudin, 1803)
	Hierophis viridiflavus (Lacépède, 1789)
	Zamenis longissimus (Laurenti, 1768)
	Natrix astreptophora (López Seoane, 1884)
	Natrix maura (Linnaeus, 1758)
	Vipera seoanei Lataste, 1879

TABLA 2. Principales hábitats y microhábitats potencialmente utilizados por los anfibios y reptiles en Artikutza.

HÁBITAT / MICROHÁBITAT	ESPECIES CARACTERIZADORAS
Brezales cantábricos montanos	*Z. vivipara, P. muralis, L. bilineata*
Pastizales acidófilos	*B. spinosus, A. fragilis, N. astreptophora*
Trampales	*R. temporaria*
Cauces y riberas de aliseda	*S. salamandra, N. maura*
Roquedos	*P. liolepis, C. girondica, C. austriaca*
Hayedos y marojales	*S. salamandra, A. obstetricans, B. spinosus, R. temporaria, A. fragilis, P. muralis*
Plantaciones de coníferas	*B. spinosus, R. temporaria, P. muralis*
Claros forestales	*Z. longissimus, P. muralis, L. bilineata*
Taludes de caminos	*P. muralis, C. austriaca*
Encharcamientos en cunetas	*L. helveticus, R. temporaria*
Arroyos	*S. salamandra, B. spinosus, A. obstetricans*
Embalse / presa	*P. perezi, Z. longissimus*
Charcas y charcos	*L. helveticus, R. temporaria*
Construcciones del poblado	*P. muralis, Z. longissimus*

TABLA 3. Especies detectadas en los municipios periféricos a Artikutza, que no han sido observadas en la finca.

ESPECIES	OIARTZUN	LESAKA	GOIZUETA	ZUBIETA	ARANTZA
C. asper			+		
P. liolepis	+	+	+	+	+
C. girondica	+				
H. viridiflavus		+			+
N. maura	+				+

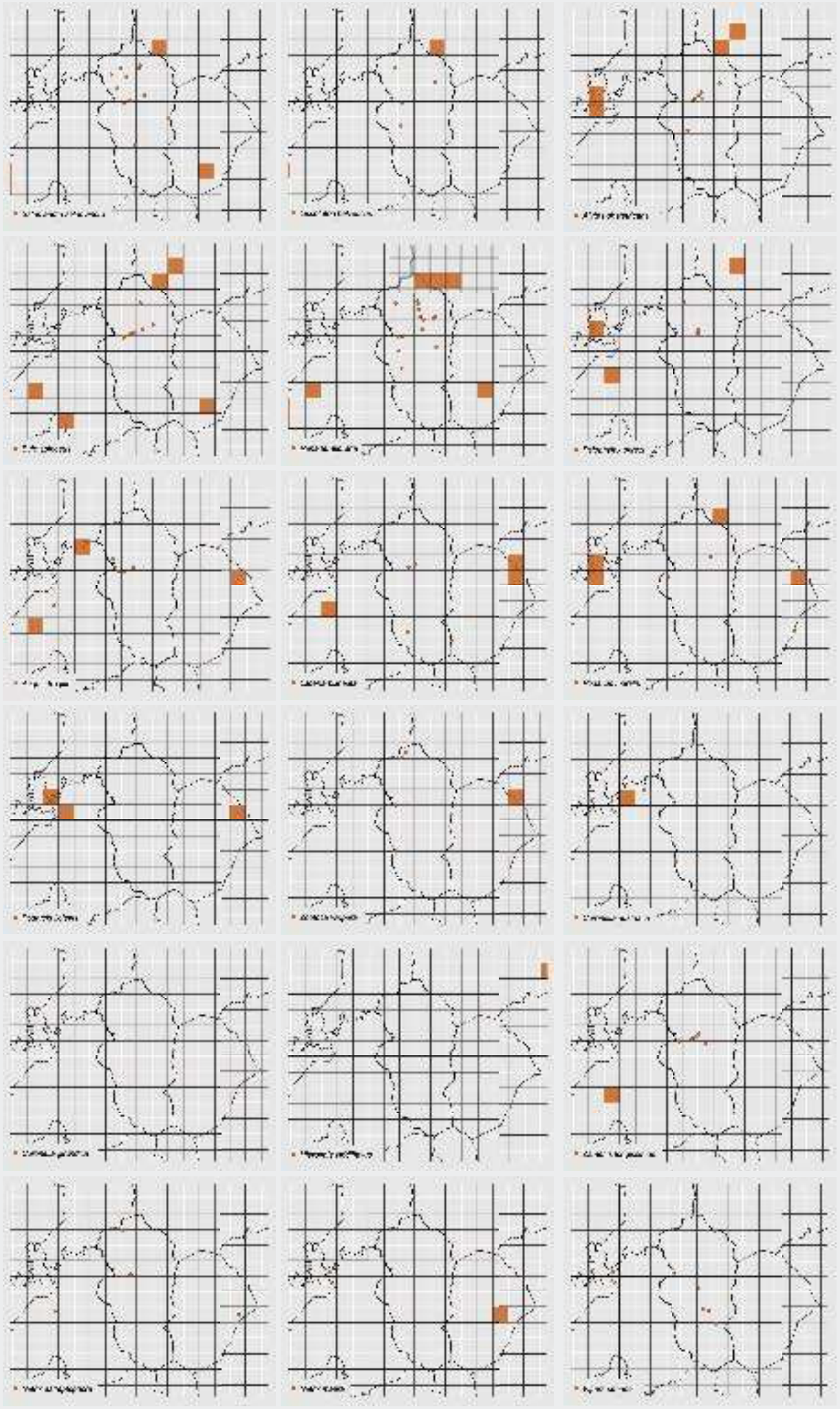


Figura 7. Mapas específicos de la distribución de anfibios y reptiles en Artikutza y su entorno próximo, en malla UTM de 1 x 1 km y coordenadas GPS en datum ETRS89 (puntos).

misma cuadrícula se eliminó la malla de la cita antigua, quedando solamente registrados los puntos actualizados.

Las especies de anfibios más extendidas en la finca, según los datos más recientes (últimas dos décadas), señalados por puntos en la cartografía, fueron *R. temporaria* y *S. salamandra*, que ocuparon aproximadamente el 20 % de las cuadrículas, en áreas bastante repartidas del enclave. Por el contrario, la reducida información disponible sobre los reptiles redujo las máximas extensiones a tan sólo el 8 % de las cuadrículas en las especies más observadas, que fueron *A. fragilis*, *Z. longissimus* y *V. seoanei* (Fig. 7). No se ha realizado prospecciones herpetológicas en el extremo norte (cabecera del Exkax) ni en el cuadrante suroriental de la finca de Artikutza (cabecera del Elama y cuenca del Urdallue), lo que ha contribuido a disponer de una baja tasa generalizada de registros.

Las especies no contactadas dentro de los límites de la finca de Artikutza, pero sí en los términos municipales colindantes, se han consignado en la Tabla 3. Entre todas ellas, aparte de *C. asper*, destaca en los municipios de Lesaka y Arantza la presencia de *H. viridiflavus*, especie de difícil observación en Navarra.

6. Abundancia y fenología de *Salamandra salamandra*

En la regata Argarate las densidades relativas de larvas de *S. salamandra* fluctuaron fuertemente entre mayo y septiembre de 2009 (Tabla 4), encontrándose las mayores tasas durante la primavera, en los comienzos de la reproducción, proceso que tendería a concentrarse en un pico en ese periodo (mayo). Aunque el censo larvario de la especie en Artikutza sólo se realizó en una regata, la comparación de su abundancia con la de otras regatas de cuencas del entorno atlántico (Oria, Arakil) y pirenaico (Erro, Urrobi, Irati) mostraría que la densidad poblacional en Artikutza puede ser muy elevada (Tabla 4), superando en algunas regatas las 700 larvas / km.

TABLA 4. Abundancia máxima larvaria (IKA: nº individuos / km de cauce) de *Salamandra salamandra* comparada entre arroyos de Artikutza y de otras cuencas vecinas navarras. * Abundancias máximas medias, obtenidas en los años 2011-2018. Fuente: Oria: Gosá & Crespo-Diaz, 2009; Arakil: Gosá, 2018; Erro, Urrobi, Irati: Gosá et al., 2018b.

LOCALIDAD	CUENCA	ARROYO	ABUNDANCIA MÁXIMA (IKA)	FECHA
Artikutza	Urumea	Argarate	763,6	2009
Olazti	Oria	Perusasoi	126,5	2009
Olazti	Oria	Sagarminsaroi	173,0	2009
Olazti	Oria	Lesundegi	15,4	2009
Sª Aralar	Arakil	Usula	45,0	2004
Sª Aralar	Arakil	Usula	6,0	2018
Sorogain	Erro	Odia	25,0	2018
Burguete	Urrobi	Xuringoa	3,2	2018
Selva de Irati	Irati	Ortxolaga	8,7	2018
Selva de Irati	Irati	Azpegi	3,3	2018
Selva de Irati	Irati	Erlán *	42,9	2011-2018
Selva de Irati	Irati	Morate *	106,0	2011-2018
Selva de Irati	Irati	Zabaleta *	667,1	2011-2018
Selva de Irati	Irati	Loibeltza *	591,5	2011-2018
Selva de Irati	Irati	Ler *	459,1	2011-2018

7. Gestión herpetológica y perspectivas de conservación

El excelente estado de conservación del hábitat en Artikutza, y la previsible continuidad del mismo dada su condición de espacio protegido como zona especial de conservación de Navarra y de atención preferente para el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, auguran la continuidad de su comunidad de anfibios sin incidencias desfavorables. Si hasta el momento no se han producido eventos que pudieran modificarla puntualmente, las últimas actuaciones tendentes a la recuperación de la calidad de las regatas y de cierta fauna caracterizadora de las mismas, como la anguila *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), el salmón del Atlántico *Salmo salar* Linnaeus, 1758 o el desmán ibérico *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy, 1811), podrían repercutir sobre los anfibios de forma controvertida, resultando en unos casos potencialmente desfavorable a éstos, y en otros, por el contrario, siendo muy beneficiosa. Las situaciones puntuales desfavorables no deberían considerarse ni mucho menos graves, y provendrían de la reciente eliminación de los diez azudes con los que contaban las cuencas de Artikutza, que podrían interferir con la reproducción de algunos núcleos poblacionales de anfibios tales como *B. spinosus, A. obstetricans, P. perezi* y *Lissotriton helveticus* (Razoumowsky, 1789). Antes de estas actuaciones dichas especies habrían dispuesto para su reproducción de tramos remansados por la retención de la corriente, originados en los propios azudes. Sin embargo, la frecuente conformación natural de presas de madera por caída de troncos y ramaje en los cauces (Elosegi *et al.*, 2013) cubriría ese posible déficit sin dificultad, produciendo efectos de retención en algunos casos comparables a los de los azudes. En cualquier caso, no se dispone de datos comparativos para discutir el uso de las zonas remansadas de las regatas como biotopo reproductor por los anfibios en Artikutza. En el polo contrario, otras actuaciones en curso abren las posibilidades para una gestión favorecedora de esta fauna en áreas clave del recinto, como la zona del embalse de Enobieta, tras el proceso de desmantelamiento iniciado en 2018.

La reversión a las antiguas condiciones hidrológicas del arroyo de Enobieta, tras la eliminación del embalse, debería modificar a corto plazo y de forma favorable para los anfibios y otra fauna acuática el hábitat en una parte superficialmente significativa y de características únicas en el territorio de Artikutza, si se gestiona correctamente. Dicha gestión, que debería basarse en la colonización natural del espacio por la vegetación, podría no estar exenta de pequeñas y sencillas actuaciones tendentes a la conformación de una trama de humedales (charcas, encharcamientos) interconectados, sobre un suelo lavado y de sedimentos acumulados durante 60-70 años, que facilitaría la construcción de estos humedales, asegurándose su abastecimiento permanente o casi permanente —dada la ausencia de sequía estival en Artikutza—, y atrayendo mayores concentraciones de poblaciones reproductoras de anfibios que las mantenidas hasta el momento por el embalse. El ecosistema recuperado presentaría a corto plazo una calidad muy superior a la que tuvo en estos últimos decenios con el agua acumulada en un embalse que, como es habitual en estas construcciones diseñadas para la explotación hídrica, reduce notablemente las posibilidades de instalación y uso de diversos grupos faunísticos, entre los que se encuentran los anfibios y otros muchos taxones. La construcción de estos microhumedales en zonas de la antigua cubeta del embalse podría verse facilitada por la existencia de pequeños cursos de agua que discurren por su lecho (Fig. 8), y que han aflorado una vez está siendo éste vaciado. Bastaría con ensanchar las dimensiones de los mismos en puntos estratégicos, mediante excavación ligera en sus orillas, y represarlos con diques construidos con la tierra extraída y troncos, conformando sistemas de humedales conectados en cascada; otros, podrían excavarse directamente en las zonas llanas o más deprimidas del lecho. Un nuevo ecosistema húmedo de tipo léntico, apenas presente en Artikutza, haría su aparición en una de las escasas zonas de pendiente suave de la finca.

Figura 8. Zonas del lecho del embalse de Enobieta en proceso de vaciado (febrero de 2019) que pueden ser gestionadas como hábitat reproductor de los anfibios. (Fotos: Alberto Gosá)

Figura 9. Poza en la regata Argarate, donde se reproduce *S. salamandra*. (Foto Alberto Gosá)

La potencialidad de Artikutza para los reptiles es notablemente inferior a la de los anfibios. Los reptiles deben distribuirse atendiendo a enclaves puntuales, dependiendo de la

Figura 8.

existencia de microhábitats que cumplan los requerimientos ecológicos de cada especie. La gestión forestal más adecuada para numerosas especies estaría relacionada con la apertura de claros y la eliminación de masas arboladas exóticas en el enclave, como las de roble americano, pino albar y abeto blanco, proceso que al menos ya ha sido iniciado en 2018. Aumentando la insolación en ciertas áreas de la gran masa forestal de la finca se facilitaría la dispersión de especies y la comunicación entre poblaciones actualmente existentes, así como la instalación de nuevos núcleos que evolucionarán conjuntamente con la colonización vegetal futura de las nuevas áreas recreadas. Este tipo de actuaciones facilitaría en particular a especies de lacértidos (*L. bilineata*, *Podarcis* spp.) y de serpientes (*H. viridiflavus*, *Z. longissimus*, *V. seoanei*).

8. Conclusiones

La alta calidad del hábitat en la finca de Artikutza presagia una buena conservación de sus poblaciones herpetológicas, aun cuando no se disponga de datos comparativos de abundancia, salvo los incipientes para la población larvaria de *S. salamandra* en un afluente del Erroiarri. Las especies más favorecidas por las condiciones climáticas y ambientales del recinto serán las de los anfibios, que disponen de una masa forestal amplia y densa que les proporciona un refugio terrestre idóneo. Como para ciertos grupos de invertebrados en Artikutza, para quienes la madera muerta constituye uno de sus más importantes recursos (Martínez de Murguía *et al.*, 2002), la relativamente alta carga de esta materia debe contribuir al florecimiento de la población de *S. salamandra* (Villate & González-Esteban, 2002; Castro, 2009, 2016), especie muy abundante en el enclave y que parece incluso contar con núcleos hipogeos capaces de reproducirse en condiciones de umbría en el interior de las minas situadas en la zona de Elama (Galán *et al.*, 2014b). A su vez, la presencia de pozas en los rellanos de las regatas secundarias, aun discurriendo éstas en un relieve abrupto de fuertes pendientes, conforma un hábitat atractivo para la reproducción de esta especie (Fig. 9), e incluso de *C. asper*, que podría mantener alguna

Figura 9.

población en tramos de cabecera de la extensa red de regatas, en especial en aquellos a los que no accediera su depredador natural más importante, *S. trutta*.

Ciertas especies, como *L. helveticus* y *R. temporaria*, dependientes de masas de agua estanca de pequeñas dimensiones, podrían tener restringidas sus posibilidades de reproducción por un relieve abrupto que dificultaría la retención del agua fuera de los cauces. Ésta se concentraría preferentemente en las zonas más llanas de los fondos de valles, principalmente en la zona de Enobieta, en torno al embalse, y en la periferia de los cauces principales, que discurren por topografía más suave (p.e., Elama), conformando pequeños biotopos reproductores; incluso los tramos de baja profundidad de las orillas del embalse han podido ser utilizados para ese fin hasta tiempos recientes. La recreación de un ecosistema léntico en el antiguo lecho del embalse sustituiría y mejoraría con creces el hábitat de las orillas utilizado hasta el momento. Para las mencionadas especies de anfibios, las cunetas encharcadas de los caminos y los charcos estacionales alimentados por la precipitación o el desbordamiento de los cauces principales jugarían un importante papel, como las propias riberas del embalse lo han hecho históricamente para *P. perezi*. La eliminación de éste va a trasformar en los próximos años un hábitat que, por su ubicación, topografía y dimensiones, ha debido ser de gran importancia para los anfibios en Artikutza. Una gestión favorecedora para esta fauna en esta zona, mediante creación de humedales interconectados, no requiere actuaciones complejas ni costosas, y elevaría notablemente la calidad de la comunidad anfibia del enclave, especialmente en lo que atañe a la abundancia de las poblaciones.

Por su parte, la comunidad de reptiles de Artikutza, tan escasamente conocida, requiere de un estudio profundo para confirmar la presencia de las especies potencialmente presentes y determinar la distribución del conjunto de la comunidad, al que debería darse continuidad mediante censos poblacionales de los taxones más representativos y cualificados como bioindicadores que son de la capacidad del hábitat forestal para acoger una comunidad reptiliana atlántica. Estudios poblacionales para investigar la colonización de los espacios forestales clareados por las actuaciones de erradicación de las masas alóctonas documentarían la efectividad de las mismas para las nuevas poblaciones que los pudieran ocupar.

Agradecimientos

Iosu Zumeta (guardería de Artikutza), Egoitz Alkorta, Iñaki Sanz, Anaïs Mitxelena, Alberto Castro (departamentos de Herpetología, Botánica y Entomología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi) y Miguel Mari Elósegui (Gobierno de Navarra) aportaron sus observaciones herpetológicas en Artikutza y zonas limítrofes. Iosu Zumeta guio la visita realizada en febrero de 2019 a diversos enclaves de la finca, incluyendo algunas de las escasas charcas con las que cuenta el enclave. La cartografía fue elaborada por Ane Fernández (departamento de Herpetología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi).

Bibliografía

Bergerandi, A. 1981. Estudio herpetológico de Navarra (Biometría, distribución y biología de la herpetofauna Navarra). *Príncipe de Viana (Suplemento de Ciencias)* 1: 105-124.

Catalán, P., Aizpuru, I., Areta, P., Mendiola, I., del Barrio, L., Zorrakin, I. 1989. *Guía ecológica de Artikutza (naturaleza y huella humana)*. Donostiako Udala-Ayuntamiento de San Sebastián. Donostia-San Sebastián. 103 pp.

Castro, A. 2009. Evolution and structure of Artikutza, an 80-year-old beech forest in Navarra (northern Spain). *Munibe, Ciencias Naturales* 57: 257-281.

Castro, A. 2016. *Uso histórico del bosque autóctono y poblaciones, diversidad y disponibilidad de hábitat de coleópteros saproxílicos amenazados en el LIC de Artikutza.* Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián. Donostia-San Sebastián. 97 pp.

Elosegi, A., Díaz, J., González-Esteban, J. 2013. *Diagnóstico de los ecosistemas ligados al agua de Artikutza*. Donostiako Udala-Ayuntamiento de San Sebastián. Donostia-San Sebastián. 65 pp.

Galán, C., Rivas, J.M., Nieto, M. 2014a. *Cuevas, simas, túneles y minas en caliza y esquistos paleozoicos: cuenca de Artikutza*. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián.

Galán, C., Rivas, J.M., Nieto, M. 2014b. *Minas y cuevas de Elama (Artikutza): hidrogeología, fauna y evolución*. Sociedad de Ciencias Aranzadi. Donostia-San Sebastián.

Gosá, A. 2009. *Anfibios de Artikutza*. Asociación de Amigos de los Árboles Viejos. Pamplona. Artículo inédito.

Gosá, A. 2017. *Seguimiento de anfibios en el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía. Campaña 2017*. Informe técnico. Gobierno de Navarra. Pamplona. 28 pp.

Gosá, A. 2018. *Censo de tritón alpino en la ZEC Sierra de Aralar. Campaña 2018.* Informe técnico. Gobierno de Navarra. Pamplona. 25 pp.

Gosá, A., Bergerandi, A. 1994. Atlas de los Anfibios y Reptiles de Navarra. *Munibe, Ciencias Naturales* 46: 109-189.

Gosá, A., Crespo-Diaz, A. 2009. *Detección y seguimiento de la rana patilarga en regatas del ámbito de ordenación forestal de Olazti*. Informe 2009. Informe técnico. Ayuntamiento de Olazti. Olazti. 13 pp.

Gosá, A., Garin-Barrio, I., Cabido, C., Laza-Martínez, A., Rubio, X. 2018a. Seguimiento de anfibios en espacios protegidos del País Vasco y Navarra. I. Parques Naturales de Izki y Valderejo (Álava). *Munibe, Ciencias Naturales* 66: 129-142.

Gosá, A., Garin-Barrio, I., Fernández, A., Rubio, X., Cabido, C. 2018b. *Estimación de la abundancia poblacional de tritón pirenaico en seis zonas especiales de conservación de Navarra.* Informe técnico. Gobierno de Navarra. Pamplona. 63 pp.

Martínez de Murguía, L., Vázquez, A., Nieves-Aldrey, J.L. 2002. Distributions of sawflies and aculeates in a heterogeneus secondary acid forest in Artikutza (Navarre) (Insecta: Hymenoptera). *Munibe, Ciencias Naturales* 53: 183-204.

Peralta, J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J., Campos, J.A. 2013. *Manual de Hábitats de Navarra.* Gobierno de Navarra. Pamplona. 576 pp.

SIARE (Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España). 2018. *Herpetos de* Artikutza y su entorno. http://www.siare.herpetologica.es/ [Consulta: 29 diciembre 2018].

Villate, I., González-Esteban, J. 2002. *Incidencia en la comunidad de vertebrados de los elementos de diversidad forestal relacionados con la gestión del bosque.* Informe técnico. Gobierno de Navarra. Pamplona. 93 pp.

XI

La diversidad de aves y su relación con el hábitat forestal

Javier Rodríguez Pérez, Juan Arizaga*

Departamento de Ornitología, Sociedad de Ciencias Aranzadi

* jrodriguez@aranzadi.eus

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Hegaztien aniztasuna eta baso habitatarekin duen erlazioa

Basoak biodibertsitatearen hondar garrantzitsuak dira eskala globalean eta baliabide ekologikoen emaile gisa balio dute habitat naturalentzat eta maneiatuentzat. Baso helduak organismo espezialisten babesak dira, zeren egiturak dituzte edo bestelako basoetan edo baso hazkuntzak nekez aurki daitezkeen habitat esklusiboak mantentzen dituzte. Artikutza Kontserbazio Bereziko Eremua (KBE), gehienbat, zuhaitz hostotsuen bertako basoek osatzen dute, nahiz eta landaketa helduen hondarrak ere badauden. Lan honen helburua da Artikutzako baso hegaztien eraketa eta aberastasuna deskribatzea eta aztertzea baso mota desberdinetan, hala bertako baso helduetan nola baso landaketa helduetan. Horrela, posible da identifikatzea paisaiako zer elementuk azal dezaketen hobeto abifaunaren aberastasuna, baso elementu horiek indartzeko eta hegaztien komunitatea sustatzeko kudeaketa neurriak sortzeko helburuarekin. Paraleloki, ikerketa honek aukera emango du Artikutzako espezie habiagileen zerrenda eguneratzeko, baita funtsezko eremuak eta/edo basoko abifauna kontserbatzeko ikuspuntutik interes handiagoa duten habitatak identifikatzeko ere. Guztira, basoei lotutako 45 espeziei detektatu ziren. Horietatik 14k soilik behaketa guztien % 90 metatu zituzten. Hain ohikoak ez diren espezieei dagokienez, gutxi gorabehera erdia baso masa irekiei dago lotuta eta beste erdia baso masa helduei; gainera, espezie exotiko bat detektatu zen. Baso moten arabera, hariztiak eta zuhaitz hostotsuen basoberritzeak izan zuten ugaritasun eta aberastasun handiena. Aldiz, pagadiak eta koniferoen basoberritzeak izan zituzten balio gutxien. Lan honetan lortutako emaitzek adierazten dute, baso heterogeneotasunaren elementu batzuek abifaunaren aberastasuna eta eraketa azaltzen laguntzen dutela. Hala, baso masen hetereogeneotasuna sustatzen duten neurriek izango dituzte ondorio handienak baso helduetako hegaztien komunitateetan.

1. Introducción

Los bosques son importantes remanentes de biodiversidad a escala global y sirven como donantes de recursos biológicos para hábitats naturales y manejados (Moning y Müller, 2009). Los bosques maduros, en particular, tienen un importante valor natural, social y estético debido a que generan una importante heterogeneidad en la estructura del hábitat que requiere, en la mayoría de casos, largos periodos de desarrollo (Spies, 2004). Asimismo, los bosques maduros son refugio de organismos especialistas, debido a que contienen estructuras o mantienen hábitats exclusivos que raramente se encuentran en otros tipos de bosque (Holling et al., 1995). Por ejemplo, muchas especies de mamíferos terrestres, murciélagos y aves necesitan el uso de cavidades (para descansar, anidar, etc.), siendo éstas únicamente abundantes en bosques maduros. En el otro extremo se situarían las plantaciones forestales, que son "bosques" simplificados, caracterizados en general por estar compuestos de árboles jóvenes y por carecer de estructuras complejas a nivel de hábitat. No obstante, las plantaciones forestales, en especial aquellas más maduras, pueden generar una gran heterogeneidad en el hábitat (Salek et al., 2010; Baláž & Balážová, 2012), y, en ocasiones, acoger un importante número de especies (Vivian-Smith, 1997). Por todo ello, los bosques son de capital importancia para la conservación de la biodiversidad y las funciones ecológicas que éstos regulan, siendo necesarias medidas para su conservación a largo plazo (Bengtsson et al., 2000).

Las aves constituyen uno de los grupos animales vertebrados más diversos y conocidos. Su presencia en cualquier ecosistema, así como su ubicuidad, las convierten en elementos de enorme interés ya que pueden ser utilizadas como especies indicadoras para estimar el estado de conservación de los ecosistemas (Suárez-Seoane et al., 2002; Gil-Tena et al., 2010). Dicha particularidad es consecuencia de que las aves son capaces de responder rápidamente a cambios en la calidad del hábitat, tanto a escalas finas como amplias de paisaje (Brotons et al., 2003; Barbaro et al., 2007). A pesar de que se conoce que los bosques nativos suministran una rica y variable fuente de recursos para aves forestales (Král et al., 2014), la contribución de dichos recursos por las plantaciones forestales maduras aún se conoce relativamente poco en Europa. En consecuencia, es importante evaluar hasta qué punto las plantaciones forestales maduras pueden albergar una biodiversidad comparable a aquella disponible en bosques nativos (Felton et al., 2010).

En el presente trabajo se estudiará la riqueza y composición la avifauna en la Zona de Especial Conservación (ZEC) de Artikutza (Artikutza, en adelante). En Artikutza se ha recopilado información sobre la evolución y estructura del bosque (ver capítulo sobre historia del bosque en esta misma obra), sobre el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos (ver capítulo sobre ríos en esta misma obra), y sobre la biodiversidad de insectos (ver capítulo sobre invertebrados en esta misma obra), pero aún existe un vacío de conocimiento sobre la avifauna, tanto a nivel de inventario como de relación con la variabilidad de las masas forestales. En ese contexto, el objetivo de este trabajo es comparar la composición de avifauna entre bosques nativos maduros y plantaciones forestales maduras en Artikutza, con el fin de identificar cuáles tienen mayor abundancia y riqueza de aves. Paralelamente, este estudio permitirá actualizar el listado de especies nidificantes en Artikutza, así como identificar las zonas clave y/o hábitats con mayor interés desde el punto de vista de la conservación de la avifauna forestal.

2. Material y métodos

2.1. Zona de estudio

Desde su compra en 1919, el ayuntamiento de Donostia – San sebastián inició un proceso de recuperación del bosque de Artikutza. Estas actuaciones han tenido el objetivo de impulsar la regeneración natural del hayedo original (sin apenas intervención humana) y su repoblación con diferentes especies forestales, con el objetivo de aumentar la masa forestal y propiciar las condiciones idóneas para la obtención de agua potable. Actualmente y tras casi 100 años de protección, la mayor parte (aproximadamente el 90%) de la superficie de Artikutza se encuentra cubierta de bosque, siendo el haya la especie forestal dominante (ver capítulo sobre historia del bosque en esta misma obra). El hayedo ocupa aproximadamente el 50% de la superficie boscosa y ha evolucionado hacia una fase madura, con abundantes hayas trasmochas y madera muerta.

En Artikutza es también abundante el robledal atlántico, compuesto fundamentalmente de roble pedunculado *Quercus robur.* Dicho tipo de masa forestal está actualmente relegado a las zonas más favorables por altitud y exposición y presenta un dosel poco denso con abundante cobertura herbácea y arbustiva (Catalán et al., 1988). Los robledales, a diferencia del hayedo, son diversos en cuanto a especies forestales, incluyendo especies tales como los arces (*Acer* spp.) y el fresno norteño (*Fraxinus excelsior*). Existen también pies dispersos de espino blanco (*Crataegus monogyna*), acebo (*Ilex aquifolium*) y peral (*Pyrus* sp.) o manzano silvestre (*Malus* sp.) que forman parte del sotobosque y no alcanzan el dosel principal del bosque. Son igualmente frecuentes los pequeños claros, que pueden ser ocupados por especies de árboles heliófilas que, aparte de generar heterogeneidad en el hábitat, añaden nuevas fuentes de recursos para el resto de los organismos.

Figura 1. Tipos de masas forestales consideradas para el trabajo de campo en Artikutza. De Arriba arriba a abajo e izquierda a derecha: hayedo, robledal, Repoblación de frondosas y de coníferas (Fotos: Javier Rodríguez Pérez).

Figura 1.

En determinadas zonas de Artikutza existen especies alóctonas de regeneración rápida (por ejemplo, el pino silvestre, alerce, ciprés de Lawson, abeto rojo, roble americano, o falsas acacias), que se introdujeron para recuperar rápidamente la cobertura forestal; a pesar de que podrían ser una fuente complementaria de recursos, se desconoce su efecto sobre la biodiversidad autóctona (Figura 1).

2.2. Localización de parcelas de estudio y medidas de heterogeneidad de hábitat

Mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG, en adelante) se estableció una red de puntos de muestreo separados a una distancia de 200 m entre sí, lo que resultó en un total de 936 puntos potenciales distribuidos en toda la finca. La escala de paisaje seleccionada (cuadrículas de 200 x 200 m, ver Figura 2) tiene como objetivo tener unidades de paisaje internamente homogéneas bajo los mismos procesos ecológicos, sobre los cuáles las aves podrían estar seleccionando. A partir de un reconocimiento previo de la finca, el asesoramiento de los guardas y técnicos y el SIG disponible (Ekilan 2012), se seleccionaron 140 puntos de los 936 disponibles, lo que representa el 15% del área total potencialmente muestreable. Así, la selección de los puntos de muestreo tenía el objetivo de incluir la mayor diversidad paisajística y de heterogeneidad de masas forestales en Artikutza (es decir, hayedo maduro, robledal, coníferas de repoblación y repoblación de frondosas), además de seleccionar puntos fácilmente accesibles por la red de caminos y pistas forestales.

A partir del SIG disponible (Ekilan 2012) se clasificó cada punto muestreado en cuatro categorías, que corresponden con el tipo de masa forestal: a) hayedo (masa forestal dominada por *Fagus sylvatica*), b) robledal (*Quercus robur* y/o *Alnus glutinosa*), c) repoblación de coníferas (*Chamaecyparis lawsoniana, Larix kaempferi, Picea abies, Pinus sylvestris, P. nigra, P. radiata, Pseudotsuga menzienzii* y/o *Sequoia sempervirens*) y d) repoblación de frondosas (*Quercus rubra* y *Corylus avellana*). La clasificación o categorización de cada punto de

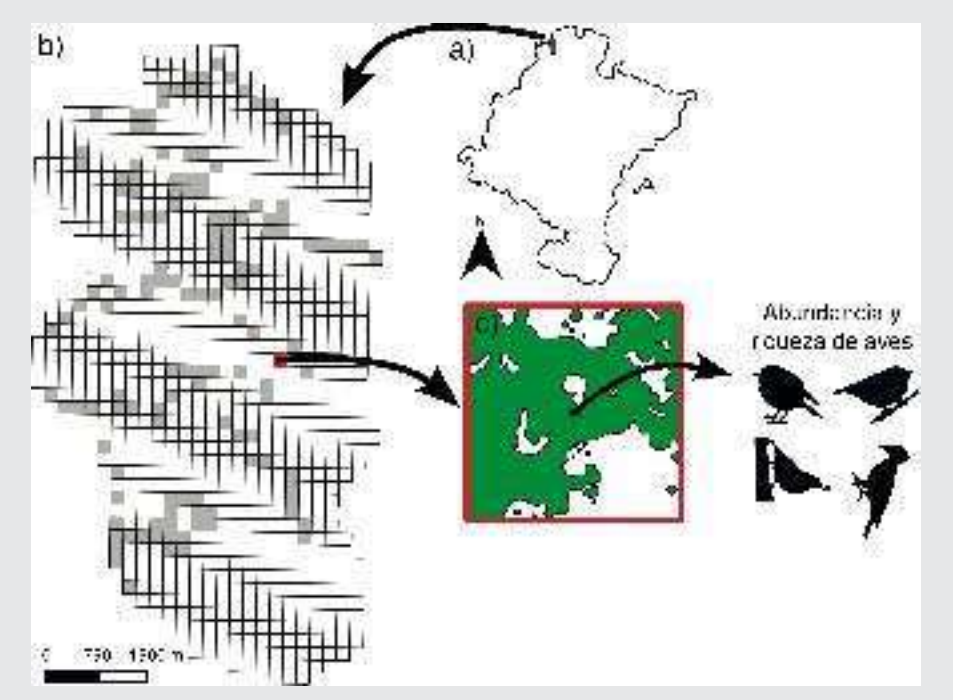


Figura 2. Localización de Artikutza, y diseño del muestreo de heterogeneidad de hábitat y abundancia y riqueza de aves forestales. En (b) se localizan los puntos de muestreo (representados en cuadros en gris) distribuidos por todo Artikutza, y localizados a una distancia de 200 m entre sí. En (c) se muestra un detalle de un punto de muestreo, donde se realizaron medidas abundancia y riqueza de aves forestales desde el punto central de la cuadrícula.

Figura 2.

muestreo se basó en el hábitat más común o representativo dentro de él, es decir aquel que tenía más del 50% de hábitat más abundante.

2.3. Medidas de riqueza y abundancia de avifauna

Durante los meses de abril a junio de 2015, se realizaron censos de la avifauna en los 140 puntos previamente establecidos (Figura 2). En cada punto se realizaron tres censos de 5 xwminutos cada uno (separados por un minuto de descanso), lo que acumuló un total de 15 minutos de censo por punto. El motivo de realizar varias secuencias independientes de censos consistía en solventar un problema de *pseudo-replicación*: secuencias largas de tiempo tienen mayor probabilidad de contabilizar repetidamente el mismo ejemplar. Los censos se realizaron desde alrededor de las 08:30 h de la mañana hasta las 12:00 h del mediodía, coincidiendo con el periodo de mayor actividad de las aves.

Cada ejemplar localizado (visual ó auditivamente) se identificó a nivel de especie y se determinó la distancia entre el punto donde se localizaba y la posición del observador, considerando un radio de detección desde el observador de ca. 75 m (las aves que se localizaban fuera de este radio no se contabilizaron). Para evitar sesgos, los censos de aves fueron realizadas por la misma persona (JRP). No se consideraron aquellas aves que sobrevolaban o no se detuvieran en la celda muestreada.

3. Resultados

3.1. Heterogeneidad de las masas forestales

De los 936 puntos potenciales, un 59,8% se localizaron en hayedo, 29,3% en robledal autóctono, 8,4% en repoblación de coníferas y 2,5% en repoblación de frondosas. Por otra parte, los 140 puntos muestreados estuvieron representados por un 47,4% (63 puntos) de hayedo, un 28,6% (42 puntos) de robledal autóctono, 15,8% (24 puntos) de repoblación de coníferas, y un 8,2% (10 puntos) de repoblación de frondosas; así, las masas forestales minoritarias en Artikutza estarían proporcionalmente mejor representadas en los puntos muestreados.

En general se observó que el hayedo es más abundante en las zonas intermedias y altas de Artikutza (Figura 3), existiendo una mayor abundancia con la altitud. Por otro lado, existió una relación inversa entre la abundancia hayedo y el robledal (es decir, áreas con más abundancia de hayedo son aquellas con menos de robledal), de abundancia de repoblación de coníferas y de repoblación de frondosas. El robledal fue más abundante en las zonas de valle y, por lo tanto, existió una relación inversa con la altitud y con la distancia al borde del bosque.

La abundancia y distribución de masas de repoblación (tanto de coníferas como de frondosas) responde a cuestiones de manejo históricas (ver capítulo sobre ver capítulo sobre historia del bosque en esta misma obra), como zonas de poca pendiente y accesibles, y no a cuestiones ecológicas que podrían determinar la distribución de las masas forestales autóctonas (es decir, hayedo y robledal). Así, la abundancia de repoblación de coníferas tuvo un patrón de distribución parcheado, existiendo una relación inversa de este tipo de plantación con la pendiente. Finalmente, la repoblación de frondosas es poco abundante en Artikutza y suele encontrarse en las zonas de fondos de valle; la abundancia de la repoblación de frondosas presentó una relación inversa con la altitud y la pendiente.

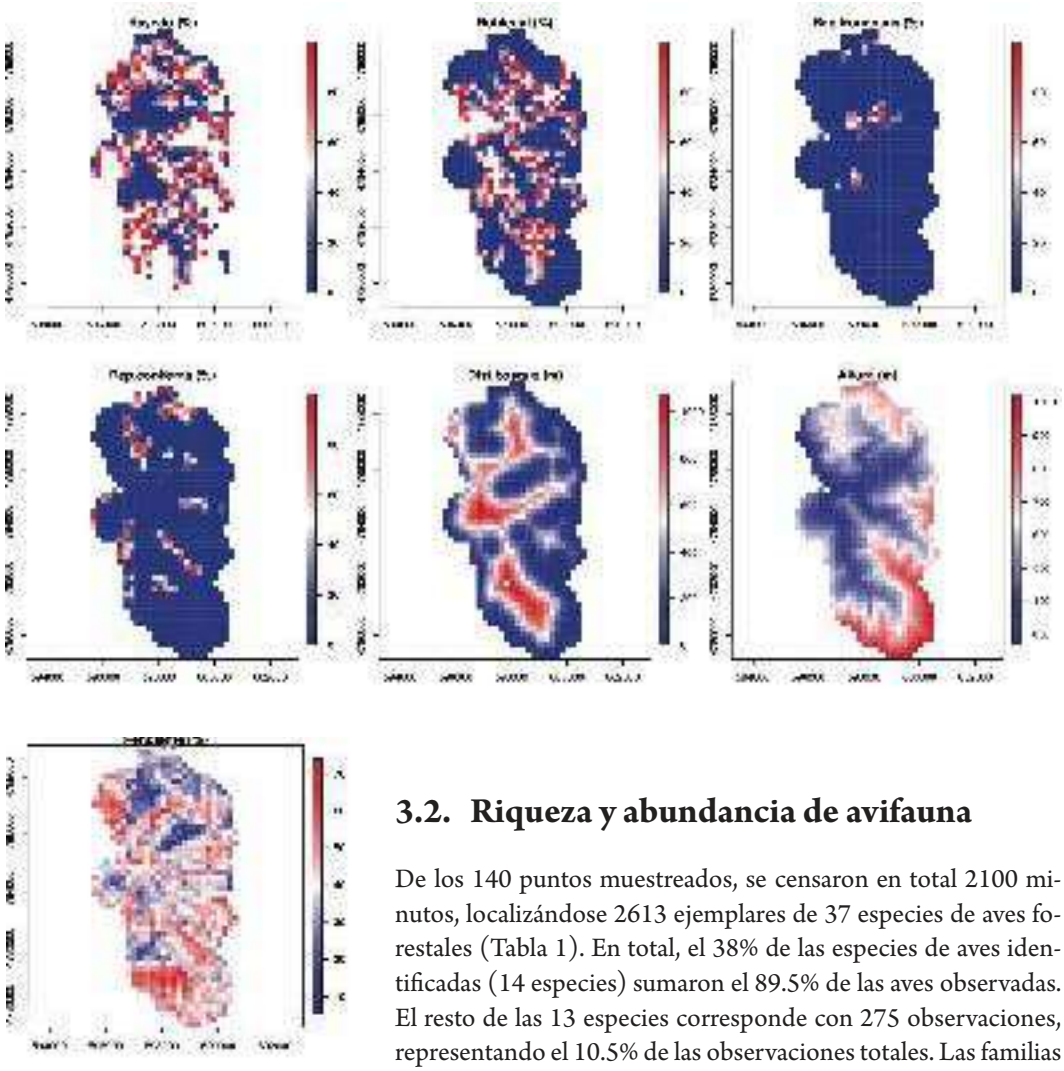


Figura 3.

Figura 3. Mapas variabilidad ambiental a escala de paisaje en Artikutza. En cada panel se muestra el porcentaje de hayedo, robledal, repoblación de frondosas y coníferas, la distancia de bosque, altitud y porcentaje de pendiente (paneles ordenados de arriba a abajo y de izquierda a derecha). El gradiente de colores (de azul a rojo) indica la heterogeneidad de dichas variables ambientales. Cada pixel representa un valor a una escala de 200 x 200 m.

3.2. Riqueza y abundancia de avifauna

De los 140 puntos muestreados, se censaron en total 2100 minutos, localizándose 2613 ejemplares de 37 especies de aves forestales (Tabla 1). En total, el 38% de las especies de aves identificadas (14 especies) sumaron el 89.5% de las aves observadas. El resto de las 13 especies corresponde con 275 observaciones, representando el 10.5% de las observaciones totales. Las familias con mayor número de especies son la de los *Picidae* (4 especies), *Turdidae* (3 especies), *Phylloscopidae* (4 especies), *Muscicapidae* (3 especies) y *Paridae* (5 especies). Fuera de los censos con tiempo estandarizado, se pudieron detectar 8 especies adicionales (Anexo 1), lo cual genera una riqueza total de 45 especies. En las figuras se muestran fotografías de las 16 especies más comunes en Artikutza (Figura 4).

La especie más común en los censos fue el pinzón vulgar *Fringilla coelebs*, seguido del petirrojo europeo *Erithacus rubecula,* y de la curruca capirotada *Sylvia atricapilla* (Figura 5). Todas ellas son especies forestales generalistas, que se asocian a prácticamente cualquier tipo de masa forestal siempre que la cobertura de la misma sea suficiente. Destacó, no obstante, la presencia de especies asociadas a bosques maduros, como el trepador azul *Sitta europaea* (6% en abundancia), el carbonero palustre *Poecile palustris* (5%), el herrerillo capuchino *Lophophanes cristatus* (3%), el agateador europeo *Certhia brachydactyla* (3%), mosquitero silbador *P. sibilatrix*, papamoscas cerrojillo *Ficedula hypoleuca* y agateador eurosiberiano *Certhia familiaris*. También existen especies asociadas a márgenes de bosques o bosques jóvenes y con zonas de prados o de buena cobertura arbustiva. Ejemplos de este caso son el mosquitero ibérico *Phylloscopus ibericus* y el común *P. collybita*, el mosquitero musical *P. trochilus*, el bisbita arbóreo *Anthus trivialis* y el acentor común *Prunella modularis*; a pesar de que son especies que pueden ser relativamente comunes en el entorno, es esperable que en Artikutza sean raras debido a la alta superficie forestal.

Comparando masas forestales, el robledal y la repoblación de frondosas tuvieron mayor abundancia de aves, mientras que el hayedo y la repoblación de coníferas, una menor abundancia (Figura 6). En cuanto a la riqueza de aves, ésta fue menor para el hayedo y la

TABLA 1. Inventario de las especies detectadas en censos de avifauna, junto al número de ejemplares detectados visual y auditivamente en censos de 15 minutos de duración (N) y la expresión de este número en porcentaje, respecto al total de observaciones (%). Las especies se presentan en orden taxonómico.

ESPECIES	N	N (%)
Paloma torcaz *Columba palumbus L., 1758*	1	0,039
Cuco común *Cuculus canorus L., 1758*	23	0,896
Pito real *Picus sharpei Saunders, 1872*	3	0,117
Picamaderos negro *Dryocopus martius L., 1758*	7	0,273
Pico picapinos *Dendrocopos major L., 1758*	17	0,662
Pico menor *Dendrocopos minor L., 1758*	1	0,039
Bisbita arbóreo *Anthus trivialis L., 1758*	23	0,896
Lavandera cascadeña *Motacilla cinerea Tunstall, 1771*	2	0,078
Mirlo-acuático europeo *Cinclus cinclus L., 1758*	1	0,039
Chochín común *Troglodytes troglodytes L., 1758*	168	6,542
Acentor común *Prunella modularis L., 1758*	11	0,428
Petirrojo europeo *Erithacus rubecula L., 1758*	381	14,836
Tarabilla europea *Saxicola rubicola L., 1766*	4	0,156
Mirlo común *Turdus merula L., 1758*	188	7,321
Zorzal común *Turdus philomelos Brehm, 1831*	115	4,478
Zorzal charlo *Turdus viscivorus L., 1758*	28	1,090
Zarcero políglota *Hyppolais polyglotta Vieillot, 1817*	3	0,117
Curruca mosquitera *Sylvia borin Boddaert, 1783*	6	0,234
Curruca capirotada *Sylvia atricapilla L., 1758*	207	8,061
Mosquitero silbador *Phylloscopus sibilatrix Bechstein, 1793*	12	0,467
Mosquitero común *Phylloscopus collybita Vieillot, 1817*	11	0,428
Mosquitero ibérico *Phylloscopus ibericus Ticehurst, 1937*	27	1,051
Mosquitero musical *Phylloscopus trochilus L., 1758*	5	0,195
Reyezuelo listado *Regulus ignicapillus Temminck, 1820*	86	3,349
Papamoscas cerrojillo *Ficedula hypoleuca Pallas, 1764*	10	0,389
Mito común *Aegithalos caudatus L., 1758*	9	0,350
Carbonero palustre *Poecile palustris L., 1758*	123	4,790
Herrerillo capuchino *Lophophanes cristatus L., 1758*	90	3,505
Carbonero garrapinos *Periparus ater L., 1758*	59	2,298
Herrerillo común *Cyanistes caeruleus L., 1758*	79	3,076
Carbonero común *Parus major L., 1758*	154	5,997
Trepador azul *Sitta europaea L., 1758*	151	5,880
Agateador europeo *Certhia brachydactyla Brehm, 1820*	76	2,960
Agateador euroasiático *Certhia familiaris L., 1758*	4	0,156
Arrendajo euroasiático *Garrulus glandarius L., 1758*	40	1,558
Pinzón vulgar *Fingilla coelebs L., 1758*	442	17,212
Escribano cerillo *Emberiza citrinella L., 1758*	1	0,039

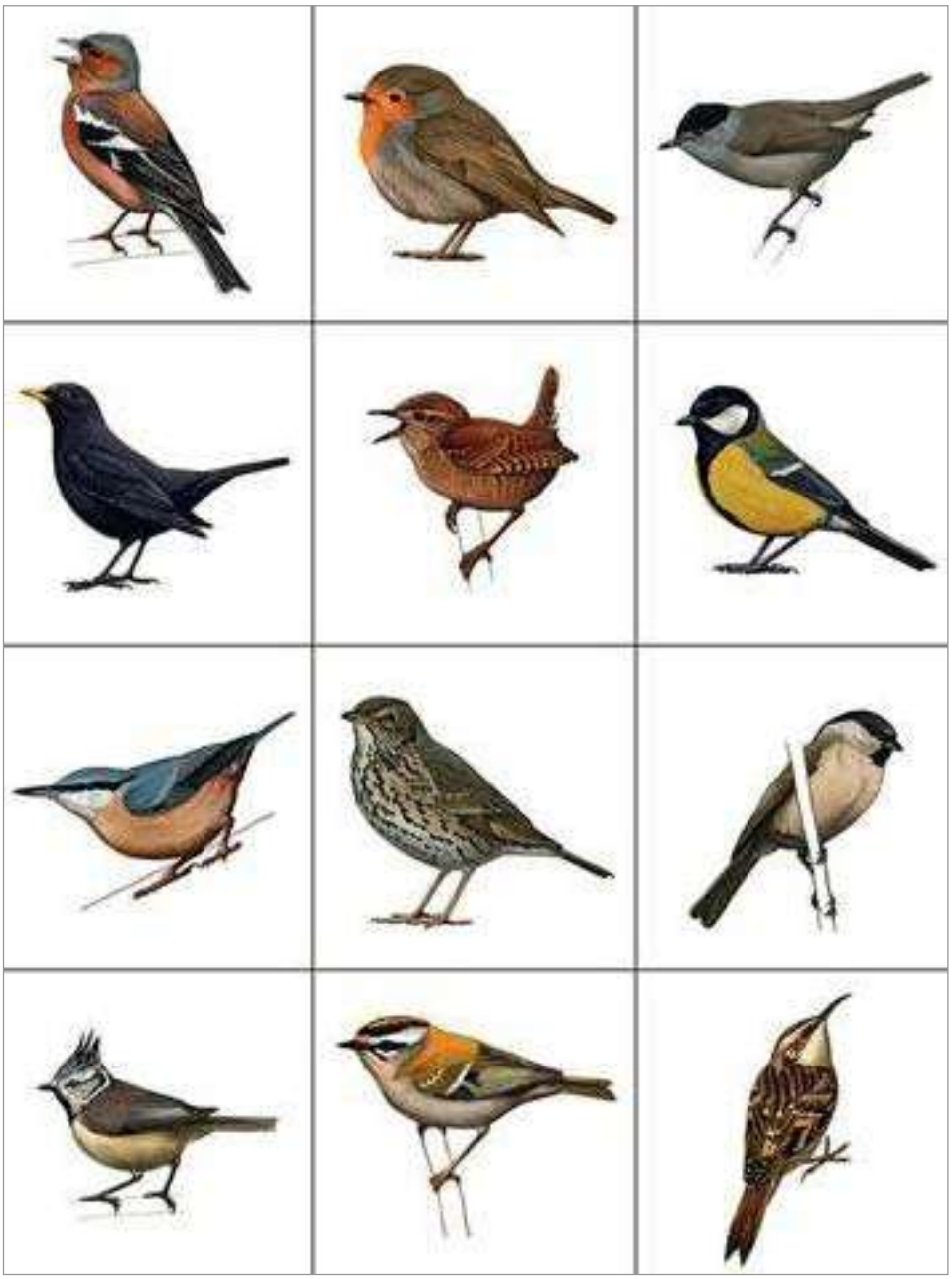


Figura 4.

repoblación forestal, mientras que la repoblación de frondosas tuvo mayor riqueza. Por otro lado, el hayedo y el robledal tuvieron una mayor variabilidad tanto para la abundancia como para la riqueza de aves (es decir, los intervalos de confianza son más amplios; ver Figura 6), lo que sugiere que probablemente existen otros factores (por ejemp lo, distancia al borde del bosque, edad de la masa forestal) que pueden influir en la composición de la avifauna dentro del tipo de masa forestal.

Adicionalmente, se muestra la abundancia de cuatro especies comunes por masa forestal (ver Figura 7). Por ejemplo, el pinzón vulgar *F. coelebs* y el mirlo común *Turdus merula* se encuentran en todas las masas forestales, aunque son ligeramente más abundantes en la repoblación forestal y en el robledal, respectivamente. Por otro lado, el carbonero palustre *P. palustris* está bien representado en todas las masas de frondosas (hayedo, robledal y repoblación de frondosas), mientras que el agateador europeo *C. brachydactyla* se detectó mayoritariamente en hayedo.

Figura 4.
Imágenes de las 12 especies de aves más comunes detectadas en Artikutza. De arriba a abajo y de izquierda a derecha: *F. coelebs, E. rubecula, S. atricapilla, T. merula, T. troglodytes, P. major, S. europaea, T. philomelos, P. palustris, L. cristatus, R. ignicapillus* y *C. brachydactyla* (Autor: Martí Franch).

Porcentaje de abundancia por especie de aves censadas. El tamaño del área representa el porcentaje relativo de cada especie (en diferentes colores). Solo se diferencian las aves más comunes (14 especies, abreviaciones a partir de sus nombres científicos), mientras que el resto se incluye en la categoría "Rest" (15 especies).

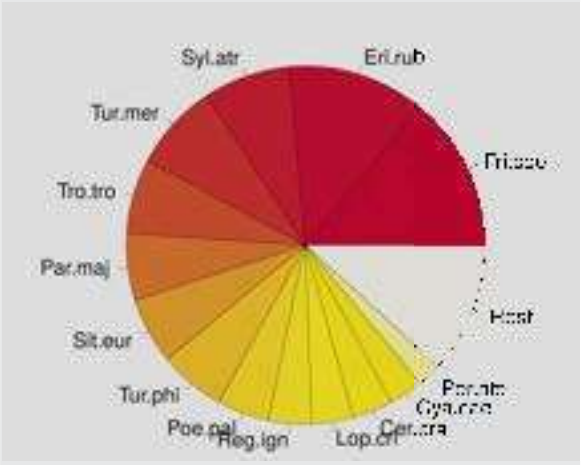


Figura 5.

Abundancia y riqueza relativa de aves por masa forestal y hectárea. En el panel de la izquierda se representa la abundancia de aves en períodos de 5 minutos de censo, mientras que el panel de la derecha, la riqueza (número de especies) representa el número de especies detectadas en períodos acumulativos de 15 minutos. Las barras de error representan el error estándar. Los tipos de masas forestales corresponden a hayedo, plantación de coníferas (Rep. conif), plantación de frondodas (Rep. frond) y robledal.

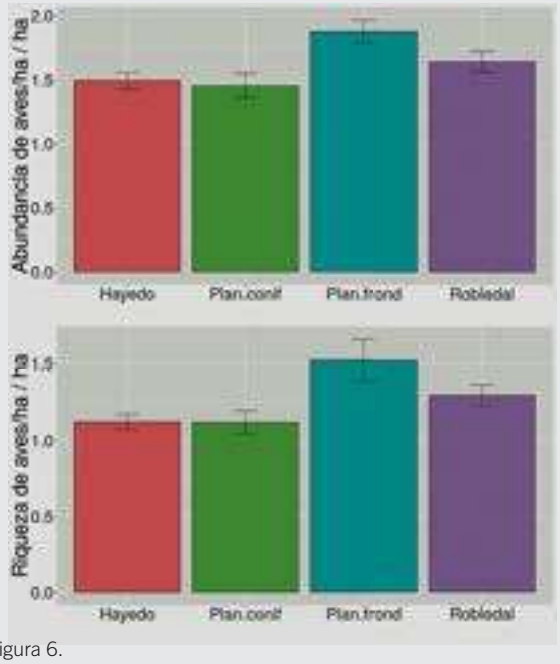


Figura 6.

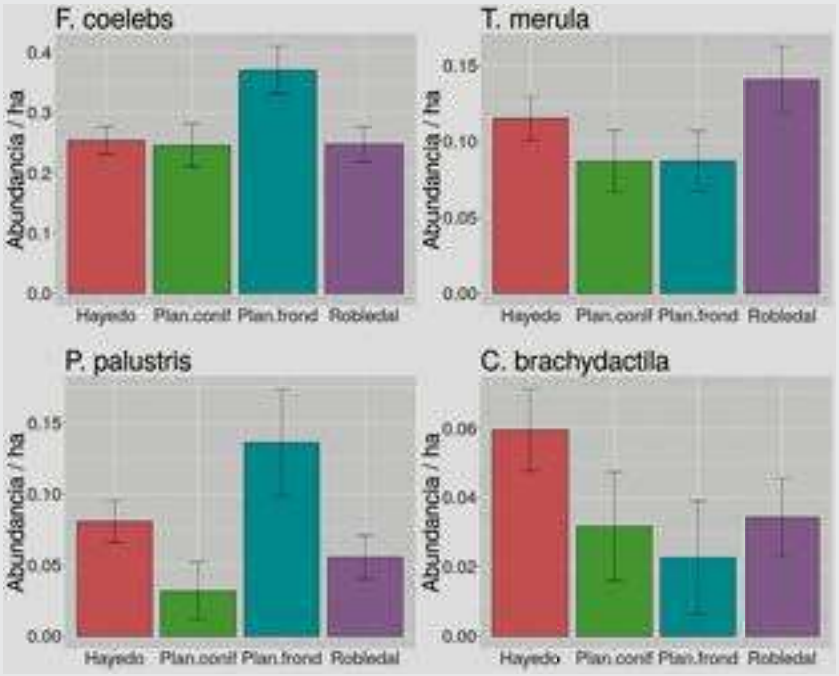


Figura 7.

Abundancia relativa de cuatro especies de aves por masa forestal y hectárea. Para las categorías de masas forestales, ver Figura 6.

4. Discusión

En el presente trabajo hemos estudiado la comunidad de aves en Artikutza y hemos determinado su relación con los diferentes tipos de masas forestales. Hemos detectado un total de 45 especies de aves ligadas a bosques, siendo sólo 14 de ellas las que acumulan el 90% de las observaciones (es decir, el 90% de la abundancia está representada por ca. 30% de las especies). Aunque las especies más comunes están asociadas a cualquier tipo de masa forestal, existe una buena representatividad de especies asociadas a bosques maduros. Respecto a las especies menos frecuentes, aproximadamente la mitad estarían ligadas a masas forestales abiertas y la otra mitad lo estaría a masas forestales maduras; adicionalmente se detectó una especie exótica. En cuanto a masas forestales, la repoblación de frondosas y el robledal son las masas forestales con mayor abundancia y riqueza de especies, mientras que el hayedo y la repoblación de coníferas representan valores más bajos.

Los hayedos o los bosques dominados por haya (*Fagus sylvatica*) son uno de los bosques más característicos de la Europa eurosiberiana que, en el caso de la península ibérica, abarca la zona cantábrica y los Pirineos. Artikutza está representada mayoritariamente por hayedo (60% de la superficie arbolada), que está localizado en zonas de altitud intermedias y altas. El robledal autóctono (30%) se encuentra en zonas de valle y alejado de las zonas de borde del bosque. La localización de las repoblaciones de coníferas (8%) y de frondosas (3%) responde a cuestiones de manejo históricas, como zonas de poca pendiente y accesibilidad. Adicionalmente, existen diferencias en la disponibilidad de recursos forestales entre los cuatro tipos de masas forestales considerados para este estudio (Rodríguez-Pérez et al., 2018). Así, el hayedo tiene gran abundancia de cavidades, el robledal autóctono gran riqueza de arbustos de sotobosque, las plantaciones de frondosas gran cantidad de madera (árboles muertos caídos, troncos de >10 cm) y las plantaciones de coníferas una alta densidad de árboles muertos en pie.

A pesar de que el hayedo podría dominar bajo las actuales condiciones climáticas en esta región, su actual superficie ha sido severamente reducida o fragmentada en toda Europa (Brunet et al., 2010). En nuestra zona de estudio, el hayedo es el tipo de bosque mayoritario y genera recursos forestales tanto para la cría y descanso de especies de aves que habitan en cavidades (e.g. Winter y Möller, 2008; Bauhus et al., 2009) como para otros organismos, no considerados en este estudio avifaunístico. En contraposición, las plantaciones de coníferas, a pesar de que forman parte de una pequeña área en nuestra zona de estudio, generan una fuente de recursos forestales complementaria en términos de altas proporciones de árboles senescentes y grandes volúmenes de madera muerta, que aseguran un abundante suministro de alimento para la avifauna (Bauhus et al., 2009; Rosenvald et al., 2011). Finalmente, las plantaciones de frondosas contienen una complejidad y recursos forestales intermedios entre los hayedos y los robledales (Rodríguez-Pérez et al., 2018). En conjunto, la presencia de plantaciones maduras (tanto de coníferas como de frondosas) amplia la disponibilidad de recursos forestales para las aves, al menos en áreas (como nuestra zona de estudio) con una importante superficie de hayedo, lo cual potencialmente incrementa la diversidad de hábitat y nichos a escala local, sobre todo en lo que respecta a las plantaciones de frondosas. Esto no implica, no obstante, que estas últimas deban conservarse, ni mucho menos promocionarse en el área de estudio, pero actualmente constituyen una fuente de recursos complementario para los organismos forestales.

De las especies detectadas en los censos, la mayoría son aves comunes y parcial o totalmente ligadas a hábitat forestales. De especial relevancia es la buena representatividad de los *Picidae* o pájaros carpinteros (con cuatro de las seis especies detectadas y potenciales en nuestra área biogeográfica). Artikutza ofrece igualmente hábitat potencial para el Pico dorsiblanco *Dendrocopos leucotos* y el Pico mediano *D. medius*, especies más especialistas de bosques maduros; desafortunadamente, ambas especies aún no se han podido detectar (Cárcamo-Bravo 2016), aunque se ha constatado su presencia en localidades próximas a Artikutza

(Uranga, com. pers.). Además, se ha constatado la presencia de dos especies raras de aves eurosiberianas ligadas a bosques de coníferas de montaña (*Certhia familiaris* y *Regulus regulus*). Adicionalmente, se ha detectado la presencia de dos especies de aves transaharianas ligadas a claros de bosques y en franco retroceso a nivel Europeo, como por ejemplo *Ficedula hypoleuca*. De especial relevancia es la presencia de *Phylloscopus sibilatrix*, en la que se ha detectado la actividad de varios machos cantando durante el mismo lapso de tiempo en hábitats muy similares a los que se usan para su reproducción en el centro de Europa (Weisshaput & Rodríguez-Pérez, 2017); en ninguno de los dos anteriores casos se ha podido constatar su reproducción en Artikutza, por lo que se trata de especies de nidificación probable, pero no segura. Finalmente, se localizó la presencia de la especie exótica *Leiotrhix lutea* en Artikutza, lo que corrobora que esta especie está en expansión en nuestra área geográfica y que los bosques nativos son hábitats potenciales para su colonización, tal y como se ha visto en el noroeste de la península ibérica (Herrando et al., 2010); desafortunadamente aún no se conocen las consecuencias de su presencia en la comunidad de aves autóctonas.

En cuanto a la relación de composición de la avifauna con los tipos de masas forestales, el hayedo y las plantaciones de coníferas representan valores más bajos, mientras que la repoblación de frondosas y el robledal son las masas forestales con mayor abundancia y riqueza de especies. Dicho patrón podría ser consecuencia de una menor complejidad y heterogeneidad de recursos en hayedos y plantaciones de coníferas. En el hayedo, por ejemplo, el estrato herbáceo y el arbustivo son muy pobres y están poco desarrollados, lo que impone una homogeneidad paisajística que conlleva la reducción de la riqueza de especies de aves. Adicionalmente, la abundancia de ambas masas forestales esta correlacionada con la altitud, variable ambiental que también está correlacionada negativamente con la riqueza de especies (Rodríguez-Pérez et al., 2018). En nuestra zona de estudio, no se encontraron diferencias en la respuesta de especies individuales a la composición del hábitat, lo cual puede sugerir que la disponibilidad de recursos forestales en nuestra zona de estudio para las aves forestales es alta, como se ha encontrado en estudios de bosques maduros (Fuller et al., 2012 y referencias dentro).

Por otro lado, se ha observado en nuestro lugar de estudio que la comunidad de aves forestales no está estructurada en base al tipo de masa forestal, sugiriendo que las plantaciones forestales maduras asociadas a bosques autóctonos suministran una fuente de recursos forestales complementaria y mantienen una rica comunidad de aves forestales (Rodríguez-Pérez et al., 2018). Los *Picidae* o pájaros carpinteros son un grupo de aves forestales altamente especializadas, y su actividad puede incrementar la disponibilidad de recursos para otras especies (por ejemplo, facilitando refugio y alimento; Cockle et al., 2011). Un estudio posterior de Andradas et al. (2019) evaluó en Artikutza si la presencia de las especies de *Picidae* puede explicar la presencia de paseriformes forestales, debido a que los primeros pueden incrementar la presencia de paseriformes forestales como consecuencia a un aumento en la disponibilidad de recursos por los *Picidae*. Así, se vió que la presencia de cinco de nueve especies de paseriformes forestales se explicó mejor cuando se tenía únicamente en cuenta la presencia de las especies de *Picidae* como variable explicatoria. En este sentido se sugiere que los *Picidae* son un grupo clave de especies forestales y su presencia puede incrementar la riqueza de las comunidades de aves en sistemas forestales.

Las tendencias de regeneración natural basadas en la abundancia de plántulas de árboles en el sotobosque (Rodríguez-Pérez, no publ.) sugieren un incremento de la superficie de hayedo, lo cual podría generar un cambio a largo plazo en la composición y riqueza de la comunidad de aves. A pesar de que la degradación de las zonas limítrofes a Artikutza (por sobrepastoreo o incendios descontrolados) no implicaría grandes cambios en la riqueza de avifauna dentro de la finca, es posible que una degradación continua de estas zonas produjese cambios bruscos en las tendencias poblacionales de la comunidad de aves. Los resultados obtenidos del presente trabajo demuestran que determinados elementos de la heterogeneidad forestal ayudan a explicar la diversidad y distribución de la avifauna, y que la actual composición paisajística ayuda a explicar la diversidad de avifauna encontrada actualmente en

Artikutza. La actual dinámica forestal sugiere una homogeneización de los tipos de masa forestal (i.e. aumento del hayedo) y, por lo tanto, la generación de una comunidad de avifauna especializada (aunque más pobre) en este tipo de bosque. Actualmente, las masas forestales de repoblación (especialmente las repoblaciones maduras de coníferas) son importantes remanentes de avifauna, ya que generan recursos complementarios a otros tipos de masas forestales (Rodríguez-Pérez et al., 2018; Andradas et al., 2019). En definitiva, cualquier medida de conservación que contribuya a favorecer la heterogeneidad de las masas forestales tendría consecuencias directas sobre la abundancia y riqueza de la comunidad de aves forestales, que se vería favorecida tanto mayor sea dicha heterogeneidad. Por el contrario, esta heterogeneidad podría ir en detrimento de las especies más especializadas y adaptadas a los hayedos maduros, como es el caso de algunas especies de *Picidae,* como el picamaderos negro, con (aparentemente) una población en buen estado de conservación en la zona.

Agradecimientos

Este trabajo no podría haberse realizado sin el apoyo y la colaboración de personas e instituciones. En primer lugar, el personal del Ayuntamiento de Donostia – San sebastián ha sido de gran ayuda al aportar un apoyo logístico. Asun Yarzabal e Iñaki Uranga ayudaron a conocer la finca y descubrir todo el potencial que guarda dentro. Apoyaron en todo momento en el desarrollo del proyecto, haciendo que el trabajo haya sido muy fácil. Además, quiero agradecer a la guardería forestal de Artikutza (Jesús Rubio, Aitor Goitia y Agustín Fagoaga) por su colaboración y asesoramiento durante el trabajo de campo. Me gustaría también agradecer a Aingeru Loperena, estudiante de formación profesional de gestión forestal que ayudó durante la recogida de datos en campo y a Maite Louzao por su ayuda en la fase de recogida de datos de campo.

Referencias

Andradas, X.M., Arizaga, J., Rodríguez-Pérez, J. 2019. Species co-occurrence and environmental factors and their effect on the distribution of forest birds in mature forests. Forestry: An International Journal of Forest Research 00: 1-9.

Baláž, M., Balážová, M. 2012. Diversity and abundance of bird communities in three mountain forest stands: effect of the habitat heterogeneity. Polish Journal of Ecology 60: 629-634.

Barbaro, L., Rossi, J. P., Vetillard, F., Nezan, J., Jactel, H. 2007 The spatial distribution of birds and carabid beetles in pine plantation forests: the role of landscape composition and structure. Journal of Biogeography 34: 652–664.

Bauhus, J., Puettmann, K., Messier, C. 2009. Silviculture for old-growth attributes. Forest Ecology and Management, 258: 525-537.

Bengtsson, J., Nilsson, S. G., Franc, A., Menozzi, P. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. Forest Ecology and Management 132: 39–50.

Brotons, L., Mönkkönen, M., Huhta, E., Nikula, A., Rajasärkkä, A. 2003. Effects of landscape structure and forest reserve location on old-growth forest bird species in Northern Finland. Landscape Ecology 18: 377–393.

Brunet, J., Fritz, Ö., Richnau, G. 2010. Biodiversity in European beech forests–a review with recommendations for sustainable forest management. Ecological Bulletins 53: 77-94.

Cárcamo-Bravo, S. 2016. Prospección de hábitat potencial para Pico dorsiblanco (*Dendrocopos leucotos lilfordi*) y pico mediano (*D. medius*) en la ZEC Artikutza. Gestión Ambiental de Navarra, S.A.

Catalán, P., Aizpuru, I., Barturen, M. R. 1988. Proyecto de reserva natural en Artikutza (Navarra). Estudio ecológico. En: Biología Ambiental. Actas del Congreso de Biología Ambiental (II Congreso Mundial Vasco). Tomo I. Iturrondobeitia, J. C. (Ed.): 287-302. Universidad del País Vasco y Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

Cockle, K. L., Martin, K., Wesołowski, T. 2011. Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide. Frontiers in Ecology and the Environment 9: 377-382.

Ekilan, S.L. 2012. Proyecto de Ordenación forestal y Plan de Gestión del LIC de Artikutza. Ayuntamiento de Donostia y Gobierno de Navarra. Ansoain, Inédito. pp. 120.

Felton, A., Lindbladh, M., Brunet, J., Fritz, Ö. 2010. Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: an assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. Forest Ecology and Management 260: 939–947.

Fuller, R. J., Smith, K. W., Hinsley, S. A. 2012. Temperate western European woodland as a dynamic environment for birds: a resource-based view. In Birds and Habitat. Fuller, R. J. (ed): 352-380. Cambridge University press.

Gil-Tena, A., Brotons, L., Saura, S. 2010. Effects of forest landscape change and management on the range expansion of forest bird species in the Mediterranean region. Forest Ecology and Management 259: 1338–1346.

Herrando, S., Llimona, F., Brotons, L., Quesada, J. 2010. A new exotic bird in Europe: recent spread and potential range of Red-billed Leiothrix *Leiothrix lutea* in Catalonia (northeast Iberian Peninsula). Bird Study 57: 226-235.

Holling, C. S., Schindler, D. W., Walker, B. W., Roughgarden, J. 1995. Biodiversity in the functioning of ecosystems: an ecological synthesis. In: Biodiversity Loss: Economic and Ecological Issues. Perrings C., Maèler K-G., Folke C., Holling C.S., Jansson B-O. (Eds.): 44-83. Cambridge University Press.

Král, K., Valtera, M., Janík, D., Šamonil, P., Vrška, T. 2014. Spatial variability of general stand characteristics in central European beech-dominated natural stands–effects of scale. Forest Ecology and Management 328: 353–364.

Moning, C., Müller, J. 2009. Critical forest age thresholds for the diversity of lichens, molluscs and birds in beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated forests. Ecological indicators 9: 922-932.

Rodríguez-Pérez, J., Herrera, J. M., Arizaga, J. 2018. Mature non-native plantations complement native forests in bird communities: canopy and understory effects on avian habitat preferences. Forestry: An International Journal of Forest Research 91: 177-184.

Rosenvald, R., Lõhmus, A., Kraut, A., Remm, L. 2011 Bird communities in hemiboreal old-growth forests: the roles of food supply, stand structure, and site type. Forest Ecology and Management 262: 1541–1550.

Salek, M., Svobodová, J., Zasadil, P. 2010. Edge effect of low-traffic forest roads on bird communities in secondary production forests in central Europe. Landscape Ecology 25: 1113–1124.

Spies, T. A. 2004. Ecological concepts and diversity of old-growth forests. Journal of Forestry 102: 14-20.

Suárez-Seoane, S., Osborne, P. E., Baudry, J. 2002. Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in northern Spain. Biological Conservation 105: 333–344.

Vivian-Smith, G. 1997. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. Journal of Ecology 85: 71–82.

Weisshaupt, N., Rodríguez-Pérez, J. 2017. Habitat use of the Wood Warbler Phylloscopus sibilatrix during spring migration versus breeding season based on citizen science data. Bird Study, 64: 386-392.

Winter, S., Möller, G. C. 2008. Microhabitats in lowland beech forests as monitoring tool for nature conservation. Forest Ecology and Management 255: 1251-1261.

Anexo 1. Relación adicional de especies de aves detectadas en Artikutza y su estatus de conservación

A continuaciónse presenta una relación de especies detectadas (visual o auditivamente) en Artikutza fuera de los censos estandarizados planteados para este trabajo (ver texto principal). Dicha relación incluye (i) especies forestales "sensu stricto" pero poco abundantes y/o (ii) especies no estrictamente forestales, y que por lo tanto, se encuentran fuera de los censos dirigidos a especies forestales, planteados para dicho trabajo. En concreto, el 51.2% estaría ligada a medios forestales maduros, mientras que el 48.8% de las especies adicionales estaría ligada a medios forestales abiertos. En esta relación se describe resumidamente cada especie especie, su estatus en la Comunidad Autónoma de Navarra y Euskadi y donde se localizó en Artikutza.

Columba palumbus L., 1758 (Cast: Paloma torcaz, Eusk: Pagausoa). Especie distribuida por Europa, Norte de africa y Oriente medio. En Navarra y Euskadi es una especie estival rara en el área Atlántica y abundante en la mediterránea, aunque en otoño y primavera existe abundante paso de individuos procedentes del norte de Europa (Álvarez et al 1998). Prefiere todo tipo de bosques, y más recientemente se ha expandido a los jardines urbanos arbolados. En Artikutza es una especie muy rara en primavera, escuchándose un individuo en un robledal en los alrededores de la zona de Goizarin (07/05/2015).

Streptopelia turtur L., 1758 (Cast: Tórtola europea, Eusk: Usapala). Especie estival y migrante del sur de Europa, norte de Africa y oriente medio que inverna en el Sahel africano. En Navarra y Euskadi es un ave asociada a campiñas y arboledas, especialmente abundante en el área mediterránea (Elosegui 1985); en las últimas décadas se ha observado una regresión significativa en toda su área de distribución. En Artikutza se han observado grupos de individuos en zonas en claros, en Eskas, en el barrio de Artikutza y en Beltzunze (18/05/2015), probablemente como individuos de paso.

Jynx torquilla L., 1758 (Cast: torcecuello euroasiático, Eusk: Lepitzulia). Especie eurosiberiana estival que inverna en el Africa subsahariana y en el sudeste Asiático. En Navarra y Euskadi es especialmente frecuente en la campiña atlántica, asociada a bosquetes, setos y plantaciones maduras (Álvarez et al. 1985). En Artikutza se ha producido una observación en robledal en las proximidades del embalse (10/04/2015).

Picus sharpei Saunders, 1872 (Cast: Pito Real (Ibérico), Eusk: Okil berdea). Especie sedentaria recientemente establecida cuya distribución se encuentra restringida a la Península ibérica y sur de Francia (Pons et al. 2011). En Navarra y Euskadi habita bosques abiertos o zonas con campiña arbolada. En Artikutza se suele encontrar en bosques caducifolios no demasiado alejados del borde.

Dryocopus martius L., 1758 (Cast: Picamaderos negro, Eusk: Okil beltza). Especie eurosiberiana sedentaria. En Navarra y Euskadi se encuentra limitada a los bosques maduros montañosos, especialmente hayedos y pinares. En Artikutza es una especie común, especialmente en aquellas zonas donde se combinan los pinares con los hayedos maduros.

Dendrocopos major L., 1758 (Cast: Pico picapinos, Eusk: Okil handia). Especie eurosiberiana sedentaria. En Navarra y Euskadi se suele encontrar en todo tipo de bosques, aunque tiene preferencia por bosques de coníferas maduros. En Artikutza se suele encontrar en manchas de bosque diversas, especialmente de coníferas.

Dendrocopos minor L., 1758 (Cast: Pico menor, Eusk: Okil txikia). Especie eurosiberiana sedentaria. En Navarra y Euskadi se suele encontrar en todo tipo de bosques, desde robledales, castañares, bosques mixtos a sotos de rivera. En Artikutza no es una especie muy abundante, encontrándose tanto en robledales como en bosques mixtos.

Upupa epops L., 1758 (Cast: Abubilla, Eusk: Argi-oilarra). Especie que habita Europa, Asia, y Africa e inverna en el Africa subsahariana y Asia tropical. En Navarra y Euskadi es un ave común en el área mediterránea y escasa en la atlántica (Elosegui 1985), normalmente asociada zonas de arbolado disperso, sotos y jardines ya que necesita de huecos de árboles para depositar su puesta. En Artikutza se observa frecuentemente en los alrededores del barrio de Artikutza (07/04/2015, 16/04/2015), probablemente como reproductor.

Saxicola rubetra L., 1758 (Cast: Tarabilla norteña, Eusk: Pixatar nabarra). Especie migradora que habita Europa y Oriente próximo y que inverna en el África subsahariana. En Navarra y Euskadi está asociada a las zonas subcantábricas de prados y pastizales abiertos con escasa cobertura de árboles y arbustos (Álvarez et al 1985; Elosegui 1985). En Artikutza se observó un individuo sobre arbustos en un claro próximo a Eskas (18/04/2015).

Saxicola rubicola L., 1766 (Cast: Tarabilla europea, Eusk: Pitxatar burubeltza). Especie parcialmente migradora que habita Europa, norte de Africa y oriente próximo. En Navarra y Euskadi está presente todo el año y está asociada brezales, y pastizales con pequeños arbustos y zarzas dispersor (Álvarez et al 1985; Elosegui 1985). En Artikutza se detectó en pastos con árboles dispersos en cerca de la zona de Sagarraundi (28/04/2015) y en el collado de Amekurrun (18/05/2015).

Hippolais polyglotta Vieillot, 1817 (Cast: Zarcero políglota, Eusk: Sasi-txori arrunta). Migrador transahariano que habita el sureste de Europa y norte de Africa. En Navarra y Euskadi es una especie nidificante común asociada a zonas arbustivas densas, bosques de ribera o con árboles dispersos (Elosegui 1985; Elosegui 1985). En Artikutza se detectó un individuo cantando en la zona de Buarrrin desde un acebo aislado (22/04/15).

Sylvia borin Boddaert, 1783 (Cast: Curruca mosquitera, Eusk: Baso-txinboa). Migrador transahariano que habita el paleártico occidental. En Navarra y Euskadi es una especie nidificante común asociada a bosques caducifolios donde abunden arbustos densos y zarzas (Elosegui 1985; Aierbe et al. 2001). En Artikutza se observó un individuo en la zona de Aku en un bosque joven de abedul con abundante zarza (18/05/2015).

Phylloscopus trochilus L., 1758 (Cast: Mosquitero musical; Eusk: Txio horia). Especie eurosiberiana migratoria que inverna en el Africa subsahariana. En Navarra y Euskadi es un ave abundante en paso pero reproductora esporádica (Elosegui 1985; Aierbe et al. 2001). En Artikutza se detectaron individuos cantando en un robledal cerca del embalse (zona de Kazpi) (10/04/2015, 21/04/2015).

Phylloscopus sibilatrix Bechstein, 1793 (Cast: Mosquitero silvador; Eusk: Txio txistularia). Especie eurosiberiana migratoria subsahariana. En Navarra y Euskadi se considera una especie rara en paso (más abundante en paso primaveral), con nidificaciones esporádicas e irregulares en algunos puntos de la cordillera cantábrica y pre-pirineo, especialmente en hayedos. En Artikutza se detectó un individuo cantando cerca del embalse (Zona Kazpi) en una repoblación de roble americano (11/05/2015). Adicionalmente, en el camino del Elizmendi se detectó hasta un total de cuatro individuos cantando (12/05/2015) en un robledal.

Regulus regulus L., 1758 (Cast: Reyezuelo sencillo, Eusk: Mendi-erregetxoa). Especie eurosiberana parcialmente migradora. En Navarra y Euskadi es una especie principalmente invernante, con pequeños núcleos reproductores en zonas montañosas y húmedas generalmente ligado a bosques de coníferas (Elosegui 1985). En Artikutza se escuchó un individuo en una mancha de abeto rojo cerca de la zona de Pagolleta (02/06/2015).

Leiothrix lutea Scopoli, 1786 (Cast: Ruiseñor del japón; Eusk: –). Especie del sudeste asiático con poblaciones naturalizadas en el sur de Europa (Francia, Italia, España), Japón, Islas Hawaii y en la Isla Reunión. Es una especie en expansión en el norte de Navarra y Euskadi, con preferencia por zonas forestales, tanto de coníferas como de planifolios. En Artikutza se observaron dos individuos en un robledal con alerce en los alrededores del embalse (06/07/2015). Esta especie está incluida en el catálogo nacional de especies exóticas (Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre).

Aegithalos caudatus L., 1758 (Cast: Mito, Eusk: Butztanluzea). Especie eurosiberiana sedentaria forestal que habita en todo tipo de bosques. En Navarra y Euskadi es una especie común de bosques abiertos con algunos árboles y setos de arbustos, especialmente a baja altitud (Álvarez et al 1985; Elosegui 1985). En Artikutza se han detectado grupos de individuos cerca de la zona de Eskas en manchas de coniferas de repoblación con Pino silvestre y alerce (06/04/15, 22/04/15), en un hayedo de Pagolleta (28/04/2015) y en una mancha de roble americano en Goizarin (29/04/2015).

Ficedula hypoleuca Pallas, 1764 (Cast. Papamoscas cerrojillo, Eusk: Euli-txori arrunta). Especie europea migratoria subsahariana. En Navarra y Euskadi es una especie común en paso y escasa como reproductora, que habita en medios forestales más o menos abiertos (Álvarez et al 1985; Elosegui 1985). En Artikutza se han detectado ejemplares en robledales en zonas próximas a Olagoien (10/04/15), y Loiola (29/04/2015) y en hayedos en las zonas próximas a Lizardineta (12/04/2015), Eskas (18/04/2015), Irumugarrieta (22/04/2015) y Pagolleta (28/04/2015).

Certhia familiaris L., 1758 (Cast: Agateador euroasiático, Eusk: Basoetako gerri-txoria). Especie eurosiberiana sedentaria. En Navarra y Euskadi es un ave rara en núcleos aislados y asociada a bosques caducifolios de montaña (principalmente hayedo; Elosegui 1985; Aierbe et al. 2001). En Artikutza se han detectado individuos cantando en hayedos en la zona de Zurbitz (26/03/2015 y 28/04/2015) y de Pagolleta (29/04/15).

Pyrrhula pyrrhula L., 1758 (Cast: Camachuelo común Eusk: Gailupa). Especie eurosiberiana sedentaria o parcialmente migradora. En Navarra y Euskadi es una especie común en la franja Atlántica ligada a paisajes semiabiertos de bosquetes y prados. En Artikutza se detectó una pareja (macho y hembra) en un claro de hayedo en los alrededores de Eskas (16/04/2015).

Emberiza citrinella L., 1758 (Cast: Escribano cerillo, Eusk: Berdantza horia). Especie eurosiberiana migradora parcial. En Navarra y Euskadi es común en zonas de árboles dispersos y setos entremezclados con pastizales (Elosegui 1985; Aierbe et al. 2001). En Artikutza se detectó un individuo cantando cerca de la zona de Irumugarrita (06/04/2015).

XII
Mamíferos

Jorge González

DESMA Estudios Ambientales

rasuba@gmail.com

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Artikutzako ugaztunak

Artikutza gaur egun basoa eta ibaia da, basoa bainoago ibaia, hori bai. Duela ehun urte ibaia basoa salbatzen hasi zen. Duela berrehun urte ez zen ez ibairik ez basorik. Aho korapilo bat dirudi baina laburpen bat besterik ez da. Gaur egungo ikuspegitik Artikutza erreferentzi bat da, adibide bat. Duela ehun urte hiri bati prestigioa emateko aukera izan zen kalitatezko urarekin hornitu baitzen, duela berrehun, hirurehun, era efikazean ustiatutako finka bat zen. Ematen du iraganeko edozein garai halabeharrez hobea zela eta ez da beti horrela. Artikutzaren kasuan bere gorabeherak jarrai ditzakegu ugaztunen bidez. Artikutzan hartza mamu bat zen XVIII. mendean, ipar katamotza seguru asko hemen ibili zela XIX. mendean eta otsoa ez da XX. mendera iritsi, gaur egun ez dago otsorik ezta nahi ere.

Artikutza uharte txiki bat da, baina ugaztunen 50 bat espezie egokitzen dira nolabait, eta horietatik dozena batek soilik gainditzen du kilo bat. Eremu txiki bat espezie txikientzat. Handiak, enblematikoak ez daude eta Artikutzaren ezaugarria ibaia da, bere izateko arrazoia: desmana, uretako sator txiki bat, naturaren kapritxo arraro bat. Ondoren daude trikuak, satorrak, satitsuak, arratoiak, lursaguak, muxarrak, katagorriak, guztiak arruntak dira eta ez dute kontserbazio arazorik. Saguzarrak, guztiak kili-kolo daude, gure ezjakintasunaren biktimak baitira. Ondoren haragijaleak daude eta azkenik, erbiak, orkatzak eta basurdeak, gorabehera handiak izan dituztenak azken hamarkadetan. Hiru espezie gehiago, inbaditzaile exotikoak, sartzetik gertu daude: koipua, arratoi musketaduna eta bisoi amerikarra. Dibertsitatea handitu da. Albiste ona? Nahiago genuke, baina ez da horrela.

Askotan sinestarazi nahi digute aurrerapena saihetsezina dela eta ordaindu behar dugun faktura dela gure aitona-amonen ibaiak galtzea eta benetako baso batez gozatu gabe bizitzea. Azken urteotan ingurumen araudia eta diagnostikoak hobetu ditugu, baina ibaiak eta basoak, gehienetan, okertzen jarraitzen dute. Artikutza, bertako ugaztunak, bertako desman enblematikoa ahulak dira. Bada zer hobetua oraindik. Epe luzeko helburuak izan behar du Artikutzak uharte bat izateari uztea. Eta ondo hasteko, ezinbestekoa da gaur ospatzen ari garen bakearen ehun urteei beste horrenbestek jarraitzea.

Figura 2.

Artikutza es hoy bosque y río, un poco más río que bosque, eso sí. Hace cien años ser río empezó a salvar el bosque. Hace doscientos no era ni río ni bosque. Esto que parece un trabalenguas no es sino el resumen, un tuit en realidad, de nuestra reciente relación con "la finca". Desde la perspectiva actual Artikutza es un rincón deseable, una referencia, un ejemplo. Hace cien años fue una oportunidad para prestigiar una ciudad dotándola de agua de calidad, hace doscientos, trescientos, una finca eficazmente explotada.

En temas de conservación estamos acostumbrados a discurrir linealmente. Tendemos a pensar que cualquier tiempo pasado ha de ser forzosamente mejor y que lo que hoy tenemos son los restos del banquete del progreso. Y no siempre es así. En el caso de Artikutza podemos seguir sus vaivenes a través de los mamíferos, objeto de este capítulo.

Somos mamíferos, siempre nos ha interesado nuestro grupo y contamos con información suficiente para seguir su evolución en los últimos siglos. Acostumbramos a dividirlo en dos: grandes y pequeños mamíferos. El sentido común nos dice que cuando el terreno favorable se achica más difícil lo han de tener los grandes. Y esta vez el sentido común no nos engaña. Los grandes mamíferos lo han pasado muy mal en Artikutza y su entorno en los últimos tiempos. El oso ya era un fantasma en el siglo XVIII, el lince boreal probablemente aún merodeó por aquí durante el XIX y aunque el lobo alcanzó el XX hoy ni está ni se le desea. Otros grandes, como el jabalí, cuyo número se nos antoja hoy excesivo ha tenido sus momentos buenos y muy malos. De estos últimos ha salido con nuestra ayuda, directa o indirecta.

Y digo que el terreno se achica porque Artikutza es hoy una isla, apenas 4.000 ha. Su insularidad, más bien su singularidad, radica en el rumbo que tomó su aprovechamiento tras adquirir su propiedad el ayuntamiento de San Sebastián hace cien años. El carácter de "fábrica natural de agua" que se le otorgó marcó la diferencia. Su entorno siguió otros derroteros, principalmente aprovechamiento agrícola y ganadero. El bosque, o lo que quedaba de él, y la posibilidad de recuperarlo desapareció, mientras que en Artikutza el terreno, la vegetación natural, se preservó en la mayor parte de su superficie para garantizar agua de calidad para abastecimiento humano. No nos engañemos, la conservación de la biodiversidad hace un siglo no era un valor de primera línea. La Artikutza que hoy valoramos es producto de una feliz carámbola.

Figura 1. Desmán de Artikutza *Galemys pyrenaicus* (Foto: Jorge González-Esteban).

Artikutza es pequeña. Un caminante esforzado puede recorrerla y hacerse una buena idea de lo que alberga en una jornada. Y su entorno está fuertemente transformado y ocupado.

Es territorio hostil para algunos mamíferos grandes cuyas poblaciones no pueden desarrollarse en el pequeño refugio que Artikutza les ofrece. Refugio que si alcanza para acomodar de forma más o menos estable a cerca de 50 especies de mamíferos (Palomo et al., 2007), de los cuales solo una decena superan el kilo. Un espacio pequeño para especies pequeñas. No es que nuestra fauna, la europea, se caracterice por la abundancia de grandes especies, pero si es relevante destacar en este caso la ausencia de los grandes. Artikutza pequeña, singular, diversa y sin animales emblemáticos. Esa carencia, la de bandera, se cubrió hace cinco años con la declaración oficiosa del desmán como uno de sus símbolos. Y es que si algo caracteriza a la finca es el agua, el río, su razón de ser inicial, que ha podido recuperarse hasta alcanzar unas cotas de excelencia que tienen pocos rivales. Y si hay un mamífero que podemos asociar con un río bien conservado ese es el desmán, un extraño capricho de la naturaleza, testigo de un paisaje pretérito que no hemos podido conocer. Un fosil viviente, salvando las distancias.

Hace 25 millones de años que algunos topos, similares a los de jardín que conocemos bien, empezaron a explotar una fuente de alimento predecible y abundante: los invertebrados que habitan en el lecho fluvial. Sin dejar de ser topos. Viviendo junto al agua. Estos topos de agua, los desmanes, vivieron su momento dulce hace 7-10 millones de años. Variedad de formas y tamaños ocupaban aguas lentas y rápidas. Pero su tiempo pasó y antes de que comenzásemos a estropearlo todo solo quedaban dos géneros, que cuando supimos mirar ya solo eran dos especies en un ámbito geográfico muy reducido: una forma de aguas lentas, el desmán ruso, y una forma de aguas rápidas, el desmán de los Pirineos. Alimentarse de larvas de insectos y desenvolverse debajo del agua condicionan el tamaño que se puede alcanzar, y así el ruso apenas alcanza el medio kilo y el nuestro, al que a partir de aquí llamaremos desmán de Artikutza, se queda en unos modestos 70 gramos. Habitualmente, cuando se tiene la oportunidad de ver un desmán de cerca lo primero que viene a la cabeza es: ¡Qué bonito, pero qué pequeño! Gusta, pero sabe a poco. El tamaño, otra vez.

No es lugar este para describir al animal. La imagen que acompaña al texto hace sobrada justicia (Fig. 1). Mencionar únicamente que es un animal raro. No solo por ese extraño hocico. Es "científicamente raro", una singularidad evolutiva, acentuada por su alto riesgo de desaparición. Así lo describió un trabajo realizado por la Sociedad Zoológica de Londres que ordenaba las 5.500 especies de mamíferos actuales en función de esos factores (Isaac et al., 2007). El desmán de Artikutza ocupaba el puesto 213. En los primeros puestos de la lista, los equidnas que son para dar de comer aparte. Y muy lejos de nuestro desmán, emblemas ibéricos como el oso pardo, en el puesto 1.940, y el lobo, en el 4.328. Vulgaridades que disfrutan de una popularidad que no hemos sabido dar al topo de río. Resulta además sorprendente que la iconografía conservacionista siga copada por fauna que nos es lejana ¿Queda alguien que no conozca al panda? Y que la presencia del desmán, un dibujo animado viviente, sea insignificamente en los medios de divulgación y de sensibilización ambiental.

El desmán de Artikutza es un animal pequeño, nocturno, esquivo y sus poblaciones son en el mejor de los casos poco abundantes. Con esta tarjeta de visita no es de extrañar que se describiese tarde (año 1811). Primero en Francia, cuarenta años después en España y no haya sido hasta finales del siglo XX que hayamos empezado a conocer su área de distribución, su biología y sus problemas de conservación.

Su historia en Artikutza ha debido de ser la del río. Y digo debido porque hasta hace 20 años poca constancia se tenía de su presencia en la finca (González-Esteban & Villate, 2011). Podemos imaginar una población boyante en la cuenca del Urumea hasta la llegada de los ferrones que domesticaron el río y ensuciaron sus aguas. Al tiempo, el bosque protector se transformaba en carbón. Probablemente los desmanes quedaron relegados a pequeños tramos de cabecera libres de industria. Al borde de la extinción. En muchas otras cuencas del litoral las poblaciones no alcanzaron el siglo XIX. Los de Artikutza no corrieron esa suerte y entraron con buen pie en el XX. Era el tiempo negro de las centrales hidroeléctricas, pero en la "fabrica de agua" el hábitat se recuperaba. Hasta que llegó el embalse de Añarbe (año 1976) y otra vez el tamaño, el maldito problema del tamaño. El río Añarbe y sus arroyos de cabecera (las aguas de Artikutza) quedaron aislados del resto de la cuenca del Urumea,

pasaron a ser un fragmento de una cuenca ya de por sí pequeña. Además, años antes (1962), el fallido embalse de Enobieta había restado algo de espacio al separar una de las cabeceras del resto de la cuenca del Añarbe (González-Esteban, 2017).

Hoy el desmán de Artikutza disfruta de una red fluvial que siendo optimistas podemos estimar en cerca de 50 km de longitud. Tramos de calidad en los que la estructura del cauce y de las márgenes permiten que se desarrollen distintos hábitats hidromorfológicos (pozas, rápidos, tablas) y que el bosque que crece libre aporte la materia orgánica que el río necesita. Esto último es especialmente relevante en Artikutza donde se da una alta densidad de presas naturales (Elosegi et al., 2013), formadas por los árboles que regularmente caen sobre el cauce, que configuran un ambiente extraordinario muy poco frecuente en la Europa actual (Fig. 2). Agua de calidad y alta complejidad estructural que proporcionan una amplia oferta de refugio y alimento para el conjunto de seres vivos que habitan en el río, siendo nuestro protagonista uno de los beneficiarios.

Y es que el desmán no es fácil de satisfacer. La orilla debe ofrecerle un refugio estable e inexpugnable. La calidad del agua debe ser alta. No es un buceador eficaz, por lo que necesita rápidos donde capturar sus presas (principalmente larvas de insectos: tricopteros, efemerópteros, plecopteros y dípteros) en los que poder desplazarse aguas arriba pegado al fondo con la ayuda de la corriente (Esnaola et al., 2018). Necesita una oferta amplia de alimento que le permita cubrir posibles carencias de un determinado grupo de presas, carencias estacionales o bien debidas a factores antropogénicos. Y necesita redes fluviales amplias y sin obstáculos. En las mejores condiciones de hábitat la densidad de su poblaciones es relativamente baja, 3-4 adultos por km, independientemente del tamaño del río. Densidad que juega en su contra dado que habitualmente en biología de la conservación se considera que un tamaño poblacional inferior a 500 individuos no garantiza que la variabilidad genética se pueda mantener a largo plazo, condicionando seriamente su supervivencia (Frankham et al., 2014). Si echamos cuentas, para considerar a una población de desmanes como viable, todos los requerimientos anteriores deberían darse en redes fluviales de al menos 100 km de longitud. Mucha red fluvial sana para los tiempos que corren.

Algunos parámetros juegan a su favor. Es un animal longevo. Puede alcanzar los cinco años de edad. Para un micromamífero es una esperanza de vida relativamente alta, que favorece que una gran parte de los individuos de la población pueda llegar a reproducirse de forma efectiva a lo largo de su vida.

Y otros rasgos juegan en su contra. Estudios genéticos recientes (Igea et al., 2013; Querejeta et al., 2016) han revelado una muy baja diversidad genética y una marcada estructura filogeográfica. Cinco clados, cinco grupos que se distribuyen sin mezclarse, que se han originado en otros tantos refugios glaciares y que debemos considerar como *unidades de conservación* diferentes. A la hora de ayudar a la especie, de recuperar poblaciones, deberíamos actuar como si tuvieramos cinco especies diferentes. La población del Urumea, de la que forma parte Artikutza, pertenece al clado pirenaico. Completan el conjunto los clados ibérico, cantábrico, occidental y central. Alguno de ellos, ibérico y central, en peligro de extinción inminente. El pirenaico, el de Artikutza, se extiende a ambos lados del Pirineo y aunque el área ocupada parece mucha, la fragmentación es muy intensa. No existe hoy ya una gran población de desmanes sino un gran número de pequeños núcleos aislados entre sí, la mayor parte de ellos con nulas posibilidades de sobrevivir.

Las distintas prospecciones que se han ido sucediendo en Artikutza en los últimos 15 años (González-Esteban, 2017) han mostrado imágenes en principio contradictorias: la aparente abundancia de los primeros trampeos realizados en 2002 se tornaba en pesimismo ante la imposibilidad de capturar ejemplar alguno en 2011, pese a realizar un esfuerzo mucho mayor. El tercer muestreo (2016) mostraba cierta recuperación y los resultados de los dos últimos años ponen ahora en evidencia una ocupación total de la cuenca del Añarbe, con presencia confirmada en todas las regatas de Artikutza.

No parece probable que tal variación obedezca a problemas metodológicos, ya que ni el equipo responsable, ni los métodos han cambiado. Probablemente las diferencias observadas

Figura 1.

reflejan la dinámica de la población de desmanes. Dinámica que no tiene porque ser natural, dado que a pesar del buen estado de conservación del hábitat fluvial, la cuenca del Añarbe, aislada por el embalse del mismo nombre, es relativamente pequeña y su capacidad de carga estimada no supera los 150 ejemplares. Es posible que estemos presenciando los vaivenes de una pequeña población incapaz de mantener cierta estabilidad en cuanto a densidad debido a problemas derivados de su aislamiento.

Pero por otro lado, la presencia ocasional de la especie en una regata donde se creía desaparecida y que suponíamos aislada por el entonces infranqueable embalse de Enobieta, pone en evidencia que ese aislamiento probablemente no es tal. En relación a este aspecto se ha comprobado recientemente que algunos desmanes son capaces de cambiar de cuenca a través de cabeceras próximas (Escoda et al., 2017), pero con una tasa de intercambio de ejemplares muy baja. El desmán o los desmanes que ocasionalmente aparecieron en Enobieta en 2017 podrían ser individuos jóvenes en dispersión nacidos en regatas contiguas que cuentan con desmanes (González-Esteban & Villate, 2011).

A partir de la información recopilada durante los últimos años es posible apuntar que probablemente el futuro de los desmanes de Artikutza va a depender del frágil equilibrio resultante de combinar un hábitat extraordinario, una cuenca pequeña y una tasa de intercambio baja. El hábitat puede mejorar en cantidad y calidad con la reciente eliminación del embalse de Enobieta, pero podría empeorar como consecuencia del aprovechamiento forestal intensivo de parte de la cuenca o del aprovechamiento hidroeléctrico de alguna de sus regatas, amenazas siempre presentes. Por otra parte la cuenca va a seguir siendo pequeña (difícilmente va a desaparecer el embalse de Añarbe). Y en cuanto a la tasa de intercambio de ejemplares entre poblaciones solo va a poder incrementarse de forma artificial, mediante traslocaciones de ejemplares provenientes de otras cuencas. Es evidente que los términos de esta discusión deben incorporarse a la gestión de la especie. Una gestión que debe ser global (existe una estrategia nacional para la conservación del desmán; MAGRAMA, 2013), pero que debe estar reflejada con actuaciones concretas en instrumentos de ámbito local (Gobierno de Navarra, 2015).

Figura 2. Las presas naturales, abundantes y ampliamente distribuidas por la red fluvial de Artikutza, son uno de los rasgos únicos de la finca (Foto: Jorge González-Esteban).

Al estandarte le siguen en Artikutza 50 especies más de mamíferos. Un número aproximado ya que para algunos grupos, como el de los quirópteros se cuenta con escasa información. En el repaso que sigue se ha obviado a estos últimos ya que son objeto de un capítulo aparte.

El primer orden en abordar es el de los Eulipotyphla (los antiguos Insectivora), erizos, topos y musarañas. Siete especies, todas ellas comunes, abundantes y sin problemas de conservación. El erizo europeo habitual de la campiña, pero que no desdeña ambientes boscosos. El topo europeo, presente allí donde existan suelos bien formados. Tres musarañas, enana, tricolor y de campo. Preferentemente de bosque las dos primeras y de medios abiertos la tercera. Y dos musgaños, patiblanco y de Cabrera, acuáticos ambos, que encuentran en los arroyos de Artikutza buen acomodo. Todos ellos encuentran su sitio en Artikutza y su abundancia y extensión del área ocupada son acordes con la disponibilidad de hábitat.

Similares observaciones pueden hacerse de los roedores. Once especies sin demasiados problemas de conservación. Únicamente el lirón gris tiene la consideración de especie amenazada, pero es previsible que su relativa abundancia y el estado actual de su hábitat recomienden que sea excluido de nuestra lista roja en futuras revisiones. Artikutza cuenta además con cuatro topillos: pirenaico, lusitano, agreste y rojo. Presentes los tres primeros en medios abiertos tanto de fondo de valle como en los pastizales de mayor altitud, y forestal y de ambientes de borde el cuarto. Cinco múridos: el omnipresente ratón de campo; su compañero de género el ratón leonado ligado a los hayedos y protagonista de unos sorprendentes ciclos de abundancia cuyos máximos siguen a los años de mayor producción de hayuco; el ratón espiguero, un equilibrista de apenas 10 gramos que teje nidos esféricos en la hierba alta; y la rata parda y el ratón doméstico, inevitables en el entorno de cuadras y viviendas. Completa la lista la ardilla, que en nuestro mosaico forestal y de campiña encuentra los recursos que necesita.

Enumerados los pequeños abordamos los carnívoros, aunque comenzando por la comadreja en ocasiones de menor tamaño que los micromamíferos de los que se alimenta. Esta especie, al igual que otros dos compañeros de género (turón, visón europeo), ha visto reducir drásticamente sus poblaciones en las últimas décadas, hasta el punto de que comadreja y turón son dos especies hoy muy escasas, de observación esporádica, que aún pueden considerarse como habitantes de Artikutza, y el visón europeo goza del triste reconocimiento de ser uno de los mamíferos más amenazado del planeta.

El visón europeo merece mención aparte. Se unió a la fauna ibérica en los años 50. Es un carnívoro semiacuático, similar a la popular nutria, pero mucho más pequeño (rara vez supera el kilo de peso). Una dieta variada y cierta plasticidad a la hora de elegir refugio hacen de él, a priori, un candidato improbable para formar parte de la lista de especies amenazadas. Pero su llegada a nuestro territorio venía envuelta en sombras. Como si huyera de una Europa en la que ya no tenía sitio, sus poblaciones desaparecían rápidamente de norte y centro del continente al tiempo que se expandían tímidamente en algunas regiones del sur. Distintas hipótesis tratan de explicar el fenómeno, pero este aún no está claro. Sin citas conocidas en Artikutza, aunque residente estable en el cauce principal de la cuenca, el Urumea, durante los años 80 y 90 del pasado siglo. A pesar de su historia reciente y la oferta de hábitat favorable, el precario estado de su población no permite prever una pronta recuperación en la cuenca.

La historia de la nutria es relativamente sencilla, sin vaivenes. Con una población mucho más laxa que la del desmán y dependiente de los peces, su presa principal, la persecución a la que fue sometida, por el valor de su piel, y la contaminación del agua debido al desarrollo urbano e industrial de una buena parte de la cuenca del Urumea, hicieron que sus poblaciones languidecieran lentamente. Hoy, tras décadas desaparecida, la nutria vuelve tímidamente a poblar las cuencas cantábricas y su reaparición en Artikutza es inminente.

La lista de carnívoros la completan cuatro especies comunes sin problemas de conservación: tejón, garduña, gineta y zorro. Residentes en Artikutza y su entorno, disfrutan de los distintos ambientes que ofrecen bosque y cultivos, manteniendo poblaciones estables y abundantes. Y por último otras dos especies a las que reconocemos como amenazadas, que

han experimentado una cierta recuperación en la última década: la marta y el gato montés. La primera ha extendido en gran medida su área de distribución, dejando en entredicho su etiqueta de especie forestal, siendo la mejora de la segunda más tímida, pasando de ser una especie que proporcionaba muy pocas observaciones a ofrecer información regular que permite volver a considerar su presencia como estable. El carácter forestal de ambas hace que Artikutza en su situación actual funcione a modo de reserva y favorezca la mencionada recuperación.

La liebre europea es otro más de los mamíferos presentes en Artikutza. Su presencia, puntual pero regular en las zonas abiertas más altas, es fácil de comprobar para el paseante que frecuenta el collado de Bianditz.

Por último dos de los grandes: el jabalí y el corzo. Sí, reconozco que el corzo muy grande no es, pero en Artikutza con sus 20-30 kg de peso es el segundo del ranking. Ambas especies lo pasaron mal en los momento de mayor explotación del monte en la primera mitad del XX, cuando su presencia era exigua, y han sido calificados después como plaga tras recibir ayuda directa (sueltas) e indirecta (recuperación de la cubierta forestal por abandono de determinados aprovechamientos). En Artikutza y su entorno son hoy especies abundantes y perfectamente asentadas.

La lista queda así cerrada, pero otras especies llaman a la puerta. Especies que han logrado medrar a pesar de que gran parte del entorno de Artikutza está fuertemente transformado por la mano del hombre. Los afortunados son dos roedores y un carnívoro: el coipú, la rata almizclera y el visón americano. Aumenta la diversidad. ¿Buenas noticias? Ojalá, pero no es el caso.

A los dos roedores los trajimos a Europa a finales del XIX con objeto de aprovechar su piel y su carne. En el caso del coipú, un ratón que puede alcanzar los siete kilos, las granjas francesas en las que desembarcó procedente de Sudamérica prosperaron cargadas de buenas intenciones hasta que la bajada del valor de la piel y las difíciles condiciones políticas y sociales de la Europa de entreguerras las hicieron inviables. Esta situación propició sueltas masivas, el establecimiento de la especie en el medio natural y el crecimiento y expansión de sus poblaciones en el país vecino, que tuvo continuidad en el nuestro a partir de 1970. El coipú, herbívoro estricto, prospera en ríos y zonas húmedas que le ofrecen alimento abundante y refugio. Territorial, prolífico y sin enemigos naturales se enfrenta como único límite al agotamiento de los recursos que le ofrece nuestro territorio. Recursos entre los que se encuentran hábitats escasos, que consideramos dignos de protección, y cultivos, a los que produce cuantiosos daños. Los arroyos de Artikutza no ofrecen a priori hábitat favorable para esta especie, pero su presencia esporádica en los últimos años en las balsas de las centrales hidroeléctricas del río Añarbe permiten suponer que algunos ejemplares estén alcanzando también la finca. Y quien sabe, tal vez nos llevemos una sorpresa.

El responsable de la llegada del segundo roedor exitoso, la rata almizclera, fue un aristócrata, Josef Colloredo-Mannsfeld, que en 1905 liberó, a 40 km del sur de Praga, dos machos y tres hembras de esta especie. Cundió el ejemplo y a esta primera liberación le siguieron otras hasta lograr que ocupará gran parte del continente euroasiático en poco más de 50 años. Hoy parece sencillo concluir que su tamaño, voracidad y capacidad reproductora no pueden sino desbordar la exigua capacidad de nuestros ríos y zonas húmedas, pero hace cien años aquellas actuaciones se consideraron ejercicios de filantropía. Eran vistas como interesantes incorporaciones a la fauna local. Hoy este roedor, de aproximadamente kilo y medio de peso, herbívoro, capaz de expandirse a un ritmo de 20 km/año y que tiene ciclos de abundancia como los topillos que asuelan los cultivos de la meseta castellana, es un problema de primer orden en muchos países de Europa. Daña infraestructuras viarias, diques, cultivos, incluso depreda sobre especies amenazadas (mejillones de río). En la cuenca del Urumea su presencia es esporádica, pero probablemente no haya mostrado aún su peor cara. Dado que su primera cita confirmada en la península ibérica se produjo en 2004 en el canal de derivación de una minicentral hidroeléctrica a 600 m de altitud en medio del bosque a tan solo 8 km de Artikutza es una especie que hay que tener en cuenta.

El último afortunado, el visón americano, llama a la puerta desde la contigua cuenca del Bidasoa. Llegado a Europa hace casi un siglo para el aprovechamiento de su piel, está considerado hoy una de las especies invasoras más dañinas, al depredar sobre un gran número de especies de pequeños vertebrados ligados al medio fluvial. Resulta sorprendente que perdamos, casi sin remedio, nuestro visón europeo y que no podamos frenar el avance de este visón foráneo, que aparentemente no es tan diferente del primero. Pero una vez más el tamaño entra en juego. El americano dobla en peso al europeo. Y esto, junto a un tamaño de camada mayor y una mayor plasticidad en cuanto a sus requerimientos de refugio y alimento, hacen de él un colonizador muy eficaz, que más pronto que tarde ocupará por completo toda la red fluvial de la mitad norte peninsular. Actualmente ocupa en Galicia, norte de Castilla y León y Cantabria, a veces de forma esporádica y otras como residente estable, arroyos similares a los de Artikutza. Si logra llegar será para quedarse y el futuro de especies como el desmán de Artikutza estará seriamente comprometido.

Artikutza es un lujo, una casualidad. Algo que no debería haber ocurrido. Como referente de cuenca bien conservada, libre de aprovechamientos industriales (forestal e hidroeléctrico) supone una china en el zapato de algunos de los poderes públicos y privados que nos quieren hacer creer que el progreso es inevitable y la factura que debemos pagar es perder el río de nuestros abuelos y vivir sin disfrutar de un auténtico bosque. En los últimos diez años nos hemos dotado de normativa ambiental y hemos afinado en los diagnósticos, pero el río y el bosque siguen cambiando, muchas veces a peor. Artikutza, sus mamíferos, su emblemático desmán son y seguirán siendo vulnerables. Hay aún mucho margen de mejora. El objetivo a largo plazo debe ser que Artikutza deje de ser una isla. La enorme brecha de conservación que existe entre Artikutza y su entorno debe acortarse, manteniendo el referente y mejorando el entorno, claro. Y para empezar con buen pie es imprescindible que los cien años de paz que hoy celebramos vengan seguidos al menos de otros tantos.

Bibliografía

Elosegi, A., Diéz, J., González-Esteban, J. 2013. Diagnóstico de los ecosistemas ligados al agua de Artikutza. Donostiako Udala. Informe inédito, 67 pp.

Escoda, L., González-Esteban, J., Gómez, A., Castresana, J. 2017. Using relatedness networks to infer contemporary dispersal: application to the endangered mammal *Galemys pyrenaicus*. Molecular Ecology, 26(13): 3343–3357.

Esnaola, A, González-Esteban, J, Elosegi, A, Arrizabalaga-Escudero, A, Aihartza, J. 2018. Need for speed: Preference for fast-flowing water by the endangered semi-aquatic Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) in two contrasting streams. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.: 28: 600– 609.

Frankham, R.R., Bradshaw, C. J. A., Brook, B.W. 2014. Genetics in conservation management: Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. Biol. Conserv., 170: 56-63.

Gobierno de Navarra, 2015. Bases técnicas para el Plan de gestión de la Zona Especial de Conservación (ZEC) Artikutza ES2200010. 23 pp. https://espaciosnaturales.navarra.es/documents/57648/134243/Artikutza+Plan+de+accion.pdf/18c0c6f8-b8db-eea0-9ba0-1d5d1248e924

González-Esteban, J., Villate, I. 2011. Actualización de la distribución del desmán *Galemys pyrenaicus* en Navarra. Gobierno de Navarra. Informe inédito, 91 pp.

González-Esteban, J. 2017. Estudio del desmán ibérico en los arroyos Enobieta, Erroiarri y Urdallue (ZEC Artikutza). Informe técnico elaborado para Gobierno de Navarra. 10 pp.

Isaac, N.J.B., Turvey, S.T., Collen, B., Waterman, C., Baillie, J.E.M. 2007. Mammals on the EDGE: Conservation Priorities Based on Threat and Phylogeny. PLoS ONE 2(3): e296. doi:10.1371/journal.pone.0000296

MAGRAMA, 2013. Estrategia para la conservación del Desmán Ibérico (*Galemys pyrenaicus*) en España. Madrid, Spain: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 34 pp. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pbl_estrategia_desman_tcm30-197287.pdf

Palomo, L.J., Gisbert, J., Blanco, J.C. (eds) 2007. Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad -SECEM-SECEMU. Madrid.

Querejeta, M., González-Esteban, J., Gómez, A., González-Fernandez, A., Aymerich, P., Gosálbez, J., Escoda, L., Igea, J., Castresana, J. 2016. Genomic diversity and geographical structure of the Pyrenean Desman. Conservation Genetics, 17 (6):1333-1344.

XIII
Quirópteros

Juan Tomás Alcalde[1,2] y Susana Cárcamo[2]

1- Sociedad de Ciencias Aranzadi 2- Asociación de Amigos de los Árboles Viejos – Zuhaitz Zaharren Lagunak
jtalcalde@gmail.com

DONOSTIA
SAN SEBASTIÁN
Osasun eta Ingurumena
Salud y Medio Ambiente

Kiropteroak

Artikutzan zuhaitz kaduzifolio desberdinak daude, baita bazkalekuak, antzinako baserriak eta errekasto ugari ere, eta horrek guztiak habitat egoki bat eratzen du saguzarren espezie ugarientzat. Babesgune asko daude, adibidez, zuhaizti zaharren zuloak, zutik dauden zuhaitz zaharrak, arrakalak eta pizidoek abandonatutako habiak, abandonatutako baserriak eta eraikinak, haitzulo eta meatze gutxi batzuk. Era berean, ehiza eremu ugari daude saguzarrentzat: basoen ertzak, zuhaiztien arteko soilguneak, muinoak eta ibaiak... Aitzitik, bertako plubiometria handiak negatiboki eragin diezaieke saguzarrei, zeren euriak intsektuen jarduera murrizten du eta kiropteroek hegan egitea zailtzen du.

Soilik azken urteetan egin dira Artikutzako saguzarren faunari buruzko ikerketak eta artikulu honetan urte horietako lanak berrikusi dira. Artikutzan saguzarren 14 espezie aurkitu dira: saguzar arborikolen taldea (6 espezie) eta, oro har, espezie urriak eta gutxi ezagutuak; kiroptero fisurikolak (4 espeziei), eremuko eraikinei lotua eta inguruetan taxon arruntak direnak eta babes gisa batez ere eraikinak ere erabiltzen dituzten espezie haragijaleak (4), nahiz eta batzuetan haitzuloren bat eta meatzeren bat ere okupatzen duten.

Nabarmendu behar da gutxi dauden eta mehatxatuta dauden lau espezie hauek: arratoi belarri handia *M. myotis*, basoko arratoia *M. bechsteinii*, arratoi bigotedun txikia M. alcathoe, eta gau saguzar handia *N. lasiopterus*. Lehenengo biak "galtzeko zorian" katalogatzen dira. Egiaztatu da lau kiroptero ugaltzen direla: R. hipposideros, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii* eta *M. alcathoe.* Gainera, susmatzen da beste bost ere Artikutzan hazten direla, nahiz eta oraingoz ez den eme ugaltzailerik topatu: *P. pipistrellus, P. kuhlii, E. serotinus, B. barbastellus* eta *P. auritus*.

Kiropterofauna anitz honen presentzia da ingurune naturala errespetatzen duen kudeaketa baten emaitza, eta bertan nabarmentzen da zutik dauden zuhaitz zahar eta hil ugari mantentzea, horiek babesgune ugari eskaintzen baitizkie espezie arborikolei. Nahiz eta orain arte egindako laginketak intentsiboak izan diren, ezin da baztertu hain ezagunak ez diren beste espezie batzuk egotea.

1. Interés de Artikutza para los murciélagos

El bosque de Artikutza es maduro, ya que no se explota forestalmente desde hace muchas décadas. Esta circunstancia, además de la presencia de arbolado caducifolio diverso (hayedo principalmente, pero también robledales, alisos y otros) junto con pastos, caseríos antiguos y abundantes regatas, conforma un hábitat propicio para la presencia de numerosas especies de murciélagos.

En cuanto a la disponibilidad de refugios, el arbolado viejo ofrece abundantes oquedades para quirópteros arborícolas. Los árboles muertos o moribundos en pie generan muchas cavidades y grietas, a las que hay que añadir los frecuentes nidos abandonados de pícidos. Por otro lado, los caseríos y algunas construcciones abandonadas pueden ser utilizadas por especies fisurícolas y cavernícolas. Las fisurícolas se guarecen generalmente entre las tejas o en grietas de las paredes, en tanto que las cavernícolas pueden habitar en desvanes y edificios desocupados como si se tratase de cuevas naturales. Además, en el lugar se pueden encontrar algunas cuevas y minas repartidas por el bosque, aunque estas son escasas en la zona.

Determinados hábitats y particularmente las zonas de transición entre ellos, como los bordes de bosques, los claros entre el arbolado, los collados o los ríos son buenas áreas de caza para los murciélagos, ya que en ellas se concentran las mayores poblaciones de insectos, que son diferentes en cada tipo de hábitat.

Por el contrario, la elevada pluviometría del lugar puede afectar negativamente a los murciélagos, puesto que la lluvia reduce la actividad de los insectos y dificulta el vuelo de los quirópteros.

Sólo en los últimos años se han realizado estudios sobre la fauna de murciélagos presentes en Artikutza: entre 2006 y 2017 se han llevado a cabo trampeos nocturnos, grabaciones de ultrasonidos y revisiones de refugios potenciales (construcciones, cuevas, minas y árboles) que ha proporcionado datos sobre 14 especies presentes en la zona. En el presente artículo se reúnen estos datos y se analiza la situación de cada especie en el lugar.

2. Trabajos realizados sobre murciélagos en Artikutza y especies encontradas

Tan sólo se conocen cuatro trabajos que mencionan la presencia de murciélagos en Artikutza. Entre estos trabajos se menciona la presencia de 14 especies de quirópteros (Tabla 1).

- En el Primer Censo de Colonias de Murciélagos Amenazados de Navarra (Alcalde, 2006) se menciona un pequeño grupo de 5 murciélagos pequeños de herradura *R. hipposideros* que habitaban en una de las casas de Ola Zubieta.
- En 2009 dentro de un estudio integral llevado a cabo por la Asociación de Amigos de los Árboles Viejos – Zuhaitz Zaharren Lagunak, se realizó un muestreo específico de murciélagos (Alcalde, 2009). Entonces se capturaron 34 ejemplares y se grabaron 2.530 archivos sonoros de vuelos de quirópteros. Se identificaron 11 especies. Gracias a la captura de hembras gestantes, se comprobó la reproducción de dos especies en el lugar: el murciélago ratonero ribereño *M. daubentonii* y el pequeño de herradura *R. hipposideros*.
- Galán et al. (2014) realizaron un estudio sobre las cuevas y minas de Elama, en el que indican la presencia en las galerías de un murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros* y un murciélago hortelano *E. serotinus*.
- En 2016 el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián encargó un trabajo específico sobre los murciélagos de Artikutza y su conservación (Alcalde & Cárcamo, 2016). En

Figura 1.

Figura 2.

TABLA 1. Especies de quirópteros encontradas en Artikutza y archivos en los que se mencionan (1: Alcalde, 2006; 2: Alcalde, 2009; 3: Galán et al., 2014; 4: Alcalde & Cárcamo, 2016).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ARCHIVOS
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)	Murciélago de herradura grande	(2, 4)
Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800)	Murciélago de herradura pequeño	(1, 2, 3, 4)
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)	Murciélago ratonero grande	(4)
Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)	Murciélago ratonero forestal	(4)
Myotis alcathoe Helversen & Heller, 2001	Murciélago ratonero bigotudo pequeño	(2, 4)
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	Murciélago ratonero ribereño	(2, 4)
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)	Murciélago enano	(2, 4)
Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)	Murciélago de borde claro	(2, 4)
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)	Nóctulo pequeño	(2, 4)
Nyctalus lasiopterus (Schreber, 1780)	Nóctulo grande	(2, 4)
Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)	Murciélago hortelano	(2, 3, 4)
Barbastella barbastellus (Schreber, 1774)	Murciélago de bosque	(2, 4)
Plecotus auritus (Linnaeus, 1758)	Orejudo dorado	(2, 4)
Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)	Murciélago de cueva	(4)

ese muestreo se capturaron 82 individuos y se grabaron 3.045 archivos sonoros de vuelos de murciélagos. Se identificaron 14 especies de murciélagos en el lugar. Además, se comprobó la reproducción de 4 de ellas: murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros,* ratonero ribereño *M. daubentonii,* ratonero forestal *M. bechsteinii* y ratonero bigotudo pequeño *M. alcathoe*.

Figura 1. Nóctulo grande *Nyctalus lasiopterus* atrapado en una red sobre el agua. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

Figura 2. Trampa de arpa colocada a la entrada de un túnel. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

3. Metodología de estudio de los murciélagos

Los murciélagos son especies protegidas por la legislación, por lo que su muestreo requiere una autorización previa por parte de la administración competente.

Existen diversos métodos para el estudio de los quirópteros. Cada método utilizado para identificar murciélagos es más efectivo para un grupo determinado de especies (Nature Conservation Council, 1987; Kunz & Kurta, 1988). Por ello, cuando se pretende conocer la diversidad de los quirópteros de un lugar es preferible combinar diferentes metodologías. Algunas técnicas como las redes finas, o las trampas de arpa, colocadas sobre cursos de agua, en pistas forestales o a la entrada de refugios, permiten capturar los ejemplares durante su actividad nocturna e identificar no sólo su especie, sino también otros detalles como su sexo, edad, estado reproductor o de salud (Fig. 1 y 2).

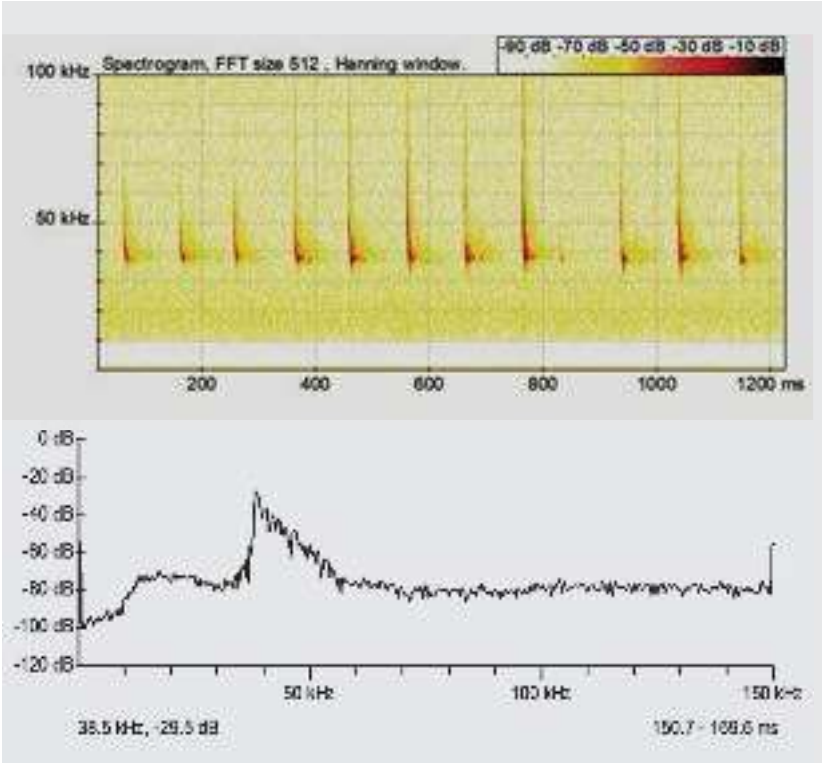


Figura 3.

Figura 4.

Sin embargo, estos métodos requieren que el ejemplar sea atrapado, lo cual no es siempre posible, ya que algunas especies acostumbran a volar alto o son capaces de detectar y esquivar esas trampas. Por ello se utilizan también otras técnicas como las grabadoras de ultrasonidos, que registran las emisiones sonoras que realizan los murciélagos. Un análisis posterior de estas grabaciones permite identificar algunas de las especies que han sobrevolado la zona muestreada (Fig. 3). Este método proporciona información sobre especies inaccesibles para su captura, pero no permite conocer aspectos concretos de los individuos registrados, como su edad o sexo.

Por otro lado, la revisión de refugios potenciales, como edificios, túneles, cuevas, minas, puentes o árboles puede también proporcionar información sobre las especies que habitan en una zona. Además, este método permite conocer y censar colonias de murciélagos que se refugian en estos lugares, así como determinar el uso que hacen del lugar, ya sea utilizado para la cría, la hibernación, el apareamiento o como refugio transitorio (Fig. 4 y 5).

Por último, el muestreo con redes y con arpas requiere permanecer en las cercanías de estas trampas durante la noche, por lo que estos métodos pueden ser combinados además con la escucha/grabación de ultrasonidos mediante el uso de detectores/grabadores de ultrasonidos en los mismos puntos de trampeo, lo que proporciona mejores resultados.

En definitiva, el uso combinado de estas metodologías proporciona datos de

Figura 5.

TABLA 2. Métodos utilizados e intensidad de muestreo en los estudios de Alcalde (2009) y Alcalde & Cárcamo (2016). Algunos puntos de muestreo fueron estudiados en ambos años. Las grabadoras de ultrasonidos permanecieron entre 1 y 3 noches en cada punto de muestreo.

	2009	2016	TOTAL	PTOS. MUESTREO
Noches con redes	3	7	10	9
Noches con arpas	7	8	15	14
Noches con grabadoras	11	21	32	18
Noches con detector	8	7	15	13
Refugios revisados	13	26	39	28

la fauna de murciélagos que habita en un lugar, que deben ser posteriormente analizados e interpretados con el fin de conocer la situación precisa de cada especie. En diferentes fases del ciclo vital de los murciélagos, machos y hembras llevan vidas independientes y pueden encontrarse muy alejados unos de otros. Por ello, la ausencia de capturas de hembras impide saber si una especie se reproduce en la zona, aunque observaciones o grabaciones de ultrasonidos hayan permitido identificarla en ese lugar.

En este trabajo se reúnen y analizan los datos obtenidos en los dos muestreos más intensos realizados en Artikutza (Alcalde, 2009; Alcalde & Cárcamo, 2016).

Considerando estos dos trabajos conjuntamente, se ha muestreado 10 noches con redes finas, 15 noches con trampas de arpa, se ha grabado la actividad de murciélagos durante 32 noches y se han inspeccionado 28 refugios.

4. Resultados

4.1. Resultados generales

Mediante las grabadoras de ultrasonidos se han registrado 5.557 vuelos de murciélagos pertenecientes a al menos 11 taxones, de los que 9 han podido ser identificados hasta el nivel de especie. La más frecuente es el murciélago enano *P. pipistrellus* con el 66 % de los vuelos, seguida del murciélago de borde claro *P. kuhlii* (26 %), el nóctulo pequeño *N. leisleri* (3 %) y el barbastela *B. barbastellus* (2 %). Cada uno de los demás taxones registrados aporta menos del 1 % del total de grabaciones realizadas (Fig. 6).

Figura 3. Arriba: espectrograma (frecuencia/tiempo) de los ultrasonidos de un murciélago de borde claro *Pipistrellus kuhlii*. Abajo: gráfico de intensidad (amplitud/frecuencia) de un pulso ultrasónico de murciélago de borde claro *Pipistrellus kuhlii*. Se observa un pico de máxima intensidad a 38,5 KHz. (Gráficos: Juan Tomás Alcalde)

Figura 4. Revisión de las grietas de un puente en Artikutza. (Foto: Susana Cárcamo)

Figura 5. Murciélago hortelano *Eptesicus serotinus* tras un panel de un edificio. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

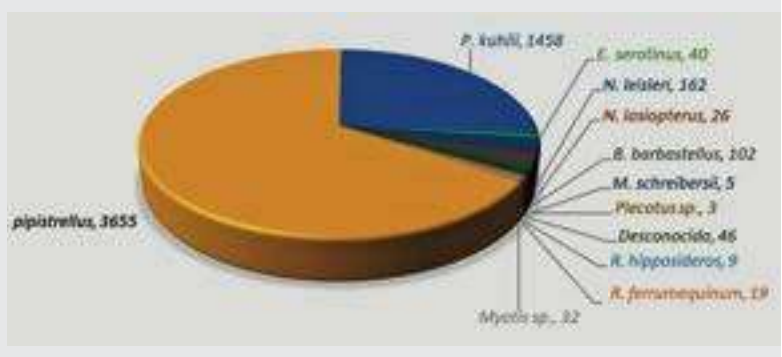


Figura 6.

TABLA 3. Murciélagos totales por especies y sexos capturados en los muestreos de Alcalde (2009) y Alcalde & Cárcamo (2016).

ESPECIE	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL	%
R. ferrumequinum	2	0	2	2
R. hipposideros	2	20	22	19
M. myotis	5	1	6	5
M. bechsteinii	0	1	1	1
M. alcathoe	4	5	9	8
M. daubentonii	19	15	34	29
P. pipistrellus	12	0	12	10
N. leisleri	5	2	7	6
N. lasiopterus	1	0	1	1
E. serotinus	5	3	8	7
B. barbastellus	5	4	9	8
P. auritus	2	3	5	4
Total	62	54	116	100

Figura 7.

En relación a los trampeos nocturnos, se han capturado 116 murciélagos de 12 especies. Las más frecuentemente capturadas han sido el murciélago ratonero ribereño *M. daubentonii*, el murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros* y el enano *P. pipistrellus* (Tabla 3). Se han capturado hembras de 9 especies, aunque únicamente 4 mostraban signos de reproducción: *R. hipposideros, M. bechsteinii, M. alcathoe* y *M. daubentonii*. Las hembras de las demás especies han sido capturadas fuera del período reproductor. La proporción de machos y hembras es bastante equilibrada (62 machos, 54 hembras) aunque cabe reseñar que no se han encontrado hembras de tres especies: *R. ferrumequinum, P. pipistrellus* y *N. lasiopterus*).

La inspección de refugios potenciales ha proporcionado datos de 5 especies de murciélagos: *R. ferrumequinum, R. hipposideros, M. myotis, P. pipistrellus* y *E. serotinus*. Todos ellos se encontraron en edificios salvo el murciélago ratonero grande *M. myotis*, hallado en los túneles de la presa. Destaca el murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros*, del que se han encontrado 3 agrupaciones de entre 28 y 80 ejemplares. Al menos dos de ellas son reproductoras (Fig 7).

4.2. Resultados por especies

Agrupando todos los datos provenientes de diferentes muestreos y metodologías, en Artikutza se han identificado 14 especies de murciélagos. Cada una de ellas muestra diferentes hábitos y distribución en el lugar y sólo se ha podido comprobar la reproducción de 4 especies, aunque se sospecha que otras cinco podrían criar en la zona (Tabla 4).

El murciélago grande de herradura *R. ferrumequinum* es cavernícola, de tamaño grande y sedentario. Cuando no encuentra cuevas apropiadas, ocupa túneles y edificios abandonados o tranquilos como refugio alternativo. Vuela a baja altura, por encima de la vegetación arbustiva. Se alimenta fundamentalmente de grandes coleópteros, aunque también puede cazar ortópteros y lepidópteros. Caza al acecho, desde perchas o ramas de las que cuelga y escanea los alrededores. Puede cazar en diferentes hábitats, aunque muestra preferencia por las áreas arboladas. En Artikutza se han encontrado ejemplares aislados descansando en dos edificios y también se han registrado ultrasonidos de 19 vuelos de individuos cazando cerca de regatas. Sólo se

Tabla 4. Especies identificadas en el presente estudio de Artikutza. Se indica si se reproduce en Artikutza y su distribución en la zona.

- Refugio: C: cueva; E: edificio; F: fisuras; A: árbol.
- NAV: Propuesta de Catálogo de Especies Amenazadas de Navarra, 2019 (E: en peligro; V: vulnerable; P: en régimen de protección especial).
- ESP: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011: V: vulnerable; P: en régimen de protección especial).
- EUR: Directiva Hábitats: II: Anexo II (especies que deben ser objeto de medidas especiales de conservación); IV: Anexo IV (especies estrictamente protegidas).

N. CIENTÍFICO	REPRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN	REFUGIO	NAV	ESP	EUR
Rhinolophus ferrumequinum	No	Dispersa	C – E	V	V	II, IV
Rhinolophus hipposideros	Sí	Valles	C – E	V	P	II, IV
Myotis myotis	¿?	Puntual	C – E	E	V	II, IV
Myotis bechsteinii	Sí	Puntual	A	E	V	II, IV
Myotis alcathoe	Sí	Ríos	A	P	P	IV
Myotis daubentonii	Sí	Ríos	F – E	P	P	IV
Pipistrellus pipistrellus	Probable	General	F – E	P	P	IV
Pipistrellus kuhlii	Probable	Dispersa	F – E	P	P	IV
Nyctalus leisleri	No	General	A	P	P	IV
Nyctalus lasiopterus	No	Dispersa	A	V	V	IV
Eptesicus serotinus	Probable	General	F – E	P	P	IV
Barbastella barbastellus	Probable	General	A	P	P	II, IV
Plecotus auritus	Probable	Puntual	A	P	P	IV
Miniopterus schreibersii	No	Puntual	C	E	V	II, IV

han capturado dos ejemplares, ambos machos. Es una especie escasa en la zona, que probablemente está ocupada únicamente por machos. Se considera una especie vulnerable en Navarra.

El murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros* es también cavernícola, de tamaño pequeño y sedentario. En verano ocupa frecuentemente edificios abandonados o tranquilos donde suele formar pequeñas colonias de cría de varias decenas de individuos. Vuela a baja altura, muy cerca de la vegetación, evitando las zonas despejadas. Se alimenta principalmente de dípteros nematóceros, devorando también lepidópteros y neurópteros a los que caza generalmente cerca de la vegetación. Se suele encontrar en zonas arboladas y cercanas a cursos de agua. En Artikutza se han localizado tres colonias estivales de entre 28 y 80 ejemplares. Al menos dos de ellas contenían hembras preñadas o con crías, lo que indica que se trata de agrupaciones reproductoras. Las tres se refugian en construcciones situadas junto a cursos de agua. Se han capturado 20 hembras y 2 machos. También se ha registrado volando en 9 puntos, generalmente cerca de las regatas del interior del bosque. Parece que se encuentra principalmente por los fondos de valle de Artikutza. Se considera una especie vulnerable en Navarra.

El murciélago ratonero grande *M. myotis* es cavernícola y de tamaño grande. Puede utilizar también casas y túneles como refugio, especialmente en verano. Se alimenta principalmente de coleópteros carábidos, y en menor medida, de grillos, grillo-topos, algunas arañas y miriápodos. Caza sus presas volando a baja altura, y es capaz de atraparlas en el suelo sin posarse, aunque otras veces se abalanza sobre ellas desde el aire y las caza en el suelo. En verano se han capturado 4 machos y en otoño un macho y una hembra; en esta época también se han observado 7 grupos de apareamiento de entre 2 y 5 individuos (Fig 8). Todos ellos se han observado en las cercanías del embalse de Enobieta o en sus túneles. Parece que las hembras

Figura 6. Grabaciones totales de ultrasonidos de los murciélagos registrados

Figura 7. Grupo de murciélagos pequeños de herradura *Rhinolophus hipposideros* bajo el tejado de un caserío. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

Figura 8.

Figura 9.

están ausentes en la época de cría. Es una especie muy escasa en Navarra y en la CAPV, conociéndose únicamente dos colonias reproductoras en todo este territorio. En Navarra se considera una especie en peligro de extinción.

El murciélago ratonero forestal *M. bechsteinii* es arborícola, sedentario y de tamaño medio. Es una especie muy escasa, generalmente ligada a robledales maduros; cría en nidos abandonados de pícidos. Tiene grandes orejas que le permiten cazar de forma pasiva, es decir, sin ecolocar, escuchando únicamente los sonidos que producen sus presas (Fig. 9). Vuela a baja altura, sobre la vegetación o entre las ramas de los árboles. Se alimenta de dípteros, lepidópteros y escarabajos curculiónidos que atrapa cuando están posados sobre las ramas de árboles y arbustos. También puede cazar presas no voladoras como arañas o larvas de insectos. En Artikutza se ha capturado un único ejemplar, hembra preñada, que evidencia la presencia de al menos una colonia reproductora en las cercanías del embalse de Enobieta, junto a un robledal viejo. Se trata de un hallazgo muy relevante, ya que los datos de colonias reproductoras de esta especie son muy escasos. Se considera un murciélago en peligro de extinción en Navarra.

El murciélago ratonero bigotudo pequeño *M. alcathoe* es arborícola, sedentario y de pequeño tamaño (Fig. 10). Es una especie típica de bosques maduros y atlánticos, ligada a las regatas que los atraviesan. Vuela ágilmente entre las ramas de los árboles. Se alimenta de pequeños dípteros que caza cerca de regatas. En Artikutza se han capturado 5 hembras preñadas cazando en dos ríos: en uno de ellos, situado aguas arriba del embalse de Enobieta, se capturaron 4 hembras; otra más se observó aguas abajo de dicho embalse. Ello indica la presencia de al menos dos colonias reproductoras en la zona. También se han capturado 4 machos. Es una especie insuficientemente conocida para determinar su estado de conservación.

El murciélago ratonero ribereño *M. daubentonii* es fisurícola, es decir, utiliza grietas de roquedos, construcciones y árboles como refugio. Es sedentario y de tamaño medio-pequeño. Caza principalmente sobre remansos de agua de pequeños ríos, volando insistentemente a escasos cm de la lámina de agua. Se alimenta sobre todo de dípteros, tricópteros y lepidópteros que puede atrapar en vuelo o en la misma superficie del agua, utilizando para ello la membrana que une los pies (uropatagio). Es una especie frecuente en la Cornisa cantábrica y también en Artikutza, donde se le observa cazando sobre las pozas de los ríos que atraviesan el bosque (Fig. 11). Se ha identificado en 10 zonas y se han capturado 19 machos y 15 hembras, de las cuales 13 estaban preñadas, lo que evidencia la presencia de colonias reproductoras en los ríos Enobieta y Añarbe. Es una especie no amenazada en Navarra.

El murciélago enano *P. pipistrellus* es un quiróptero pequeño, sedentario y fisurícola (Fig 12). Se refugia principalmente en grietas de aleros y tejados de casas, aunque también puede utilizar grietas de otras estructuras como roquedos, árboles o puentes. Vuela a 2-10 m de altura, en espacios abiertos, pero cerca de la vegetación o de las estructuras del paisaje. Es un cazador aéreo, es decir, atrapa sus presas en vuelo. Suele cazar en todo tipo de hábitats, y muy a menudo se observa cazando alrededor de las farolas, donde atrapa insectos voladores atraídos por la luz. Se alimenta de dípteros, tricópteros, efemerópteros y neurópteros. Es muy frecuente y está muy repartido por Artikutza, donde se ha registrado cazando en 21 zonas

Figura 8. Pareja de murciélagos ratoneros grandes *Myotis myotis* en un hueco de la presa de Enobieta. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

Figura 9. Murciélago ratonero forestal *Myotis bechsteinii*. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

y en todo tipo de hábitats. Mediante las grabadoras de ultrasonidos se han registrado 3.655 vuelos (66 % del total). Únicamente se han capturado machos (12), aunque su presencia durante todo el año y su abundancia en la zona hacen suponer que se reproduce en este lugar. No se considera amenazado.

El murciélago de borde claro *P. kuhlii* es pequeño, sedentario y fisurícola. También es común que se refugie en grietas de edificios. Es un cazador aéreo de espacios despejados. Come gran diversidad de insectos voladores, destacando los psocópteros, dípteros, coleópteros, himenópteros y lepidópteros. Es una especie relativamente frecuente en Artikutza, localizada en 11 puntos, principalmente junto al pueblo y en los bordes del bosque. En estas zonas se han registrado 1.458 vuelos (26 % del total), siendo la segunda especie con mayor número de registros ultrasónicos, después del murciélago enano. No se han capturado ejemplares, pero la abundancia de registros sonoros recogidos hace sospechar que en algún edificio se establezca una colonia reproductora. Es una especie no amenazada.

El nóctulo pequeño *N. leisleri* es un murciélago de tamaño medio, arborícola y migrante (Fig. 13). Se refugia en oquedades de árboles, utilizando entre otros, los nidos de pícidos abandonados. Vuela rápido y a altura considerable, muchas veces muy por encima del arbolado, y caza insectos en vuelo, en espacios muy abiertos. Sus presas habituales son los lepidópteros, dípteros, tricópteros y coleópteros. Se trata de una especie migrante parcial: durante el verano, en la mitad septentrional de la península ibérica sólo habitan machos, que se ven acompañados de hembras migrantes a partir de finales de agosto. En las últimas décadas se ha comprobado que algunas hembras que hibernan en la península, proceden del centro y norte de Europa. En Artikutza se ha identificado en 16 puntos dispersos por la zona. Se han registrado 162 vuelos y se han capturado 7 ejemplares: 5 machos y 2 hembras. Estas hembras fueron atrapadas en septiembre, por lo que se sospecha que eran ejemplares migrantes. No se considera amenazada, aunque últimamente numerosos ejemplares han muerto en parques eólicos durante sus desplazamientos.

El nóctulo grande *N. lasiopterus* es el mayor murciélago europeo, arborícola y probablemente migrante. Generalmente se refugia en nidos abandonados de pícidos, aunque también puede usar otras oquedades situadas en troncos de árboles. Tiene un vuelo muy rápido y

Figura 10.

Figura 11.

Figura 10. Murciélago ratonero bigotudo pequeño *Myotis alcathoe*. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

Figura 11. Remanso de agua sobre el que caza el murciélago ratonero ribereño, *Myotis daubentonii*. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

Figura 12.

Fig. 12. Murciélago enano *Pipistrellus pipistrellus*. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

rectilíneo. Es capaz de elevarse a gran altura, a veces a varios cientos de metros sobre el terreno. Caza en vuelo, alimentándose tanto de grandes coleópteros como de pequeñas aves, sobre todo durante su migración de primavera y otoño. Todavía muy desconocido, apenas se han localizado colonias reproductoras en la mitad septentrional de la península, donde la inmensa mayoría de ejemplares capturados en verano son machos, aunque en otoño también se observan hembras, presumiblemente migrantes. Se han registrado 26 vuelos, distribuidos por 5 zonas de Artikutza: tres collados altos del perímetro, el embalse de Enobieta y un remanso del río Añarbe donde se capturó un macho que acudía a beber, junto a la presa de Ugalde. Dado que es una especie con gran capacidad de vuelo, es previsible que sobrevuele todas las crestas del lugar, a la caza de presas. Se cataloga como vulnerable en Navarra.

El murciélago hortelano *E. serotinus* es de tamaño medio-grande, fisurícola y sedentario. Suele utilizar grietas de construcciones como refugio, aunque también puede encontrarse en grietas de roquedos e incluso en cuevas. Es un cazador aéreo de vuelo relativamente lento y directo, que consume grandes coleópteros, y en menor proporción, lepidópteros, dípteros y hemípteros. Se ha identificado en 11 puntos repartidos por Artikutza. Un ejemplar se encontró refugiado en una grieta de una vivienda. Se han grabado 40 vuelos de esta especie, presente tanto en verano como en otoño. Además se han capturado 5 machos y 3 hembras, estas últimas en otoño. Aunque no se ha podido comprobar la presencia de hembras reproductoras, la existencia de ejemplares de ambos sexos en otoño y la grabación de individuos en verano permiten sospechar que pueda existir alguna colonia de cría en la zona. Es una especie no amenazada.

El murciélago de bosque *B. barbastellus* es de tamaño medio-pequeño, arborícola y sedentario. Suele refugiarse bajo la corteza desconchada de árboles viejos o muertos, aunque también puede utilizar grietas de edificios y refugios subterráneos, estos principalmente en invierno. Caza generalmente en vuelo, entre el dosel del bosque, y se alimenta casi exclusivamente de pequeños lepidópteros. Se han registrado 102 vuelos repartidos por 8 zonas de Artikutza, desde ríos y el embalse de Enobieta hasta varios collados de montaña. Se han capturado 5 machos y 4 hembras, todas ellas en septiembre. Al no haberse capturado ninguna hembra en junio, no hay constancia de su cría en Artikutza. No obstante, en junio se han grabado 81 vuelos de esta especie en 4 puntos, por lo que se sospecha que en Artikutza habite alguna colonia reproductora. Aunque no es una especie muy frecuente, no se considera amenazada.

El orejudo dorado *P. auritus* es de tamaño medio-pequeño, arborícola y sedentario. Se refugia en pequeñas grietas y oquedades naturales de los árboles. Tiene un vuelo lento y acrobático en espacios cerrados o entre la vegetación. Es capaz de cazar pasivamente, es decir, sin emitir ultrasonidos y escuchando el ruido que producen sus presas al volar o andar. Se alimenta principalmente de lepidópteros nocturnos (noctuidos), coleópteros, dípteros y arácnidos que puede recoger del suelo o de la vegetación cuando descansan o andan. En Artikutza sólo se ha encontrado en dos lugares, el collado de Beltzuntza, donde se capturaron 3 hembras y 1 macho en septiembre y el collado de Arriurdiñeta, donde se atrapó otro macho. Además se han registrado 3 vuelos de ejemplares pertenecientes al género *Plecotus*, que no han podido ser determinados hasta el nivel de especie. No hay capturas de hembras en junio pero su carácter sedentario, junto con la presencia de hembras en septiembre, permiten sospechar que exista alguna colonia reproductora en Artikutza. Aunque no es una especie muy frecuente, no se considera amenazada en Navarra.

El murciélago de cueva *M. schreibersii* es de tamaño medio, cavernícola y migrante de distancias medias. Se refugia casi exclusivamente en cavidades subterráneas, aunque también se pueden encontrar individuos aislados esporádicamente en grietas de construcciones

como puentes. Tiene un vuelo muy rápido y directo. Caza en vuelo insectos frágiles, como lepidópteros, neurópteros y dípteros. Frecuentemente se encuentra cazando alrededor de farolas, aunque también bajo el dosel del bosque o sobre el agua y los pastos. Evita las zonas con vegetación densa. En Artikutza no se han capturado ejemplares, pero se han realizado 5 grabaciones de ultrasonidos pertenecientes a esta especie, en el collado de Beltzuntza y en el embalse de Enobieta. Ello permite suponer que, aunque presente en Artikutza, su número parece ser muy escaso y su presencia esporádica, más aun teniendo en cuenta la escasez de cavidades naturales en el lugar. En Navarra se cataloga como especie en peligro.

Figura 13.

5. Diagnóstico y perspectivas de la comunidad de quirópteros de Artikutza

Las 14 especies de murciélagos presentes en Artikutza están protegidas por la legislación autonómica, estatal y europea. Además, considerando la propuesta de catálogo de especies amenazadas elaborada en 2019 en Navarra, 6 se consideran especies amenazadas en Navarra: 3 en peligro y otras 3 vulnerables (Tabla 4).

Cabe subrayar la notable diversidad encontrada en Artikutza, donde se halla el 44 % de las especies peninsulares. Predominan las especies arborícolas (6) sobre las fisurícolas (4) y las cavernícolas (4), lo cual refleja la relevancia de este bosque para los quirópteros que viven en huecos de árboles. Además, varias de las especies encontradas son particularmente escasas en la región. De todas las observaciones realizadas, merece la pena destacar las siguientes:

La captura de una hembra preñada de murciélago ratonero forestal *M. bechsteinii*, revela la presencia de al menos una de las muy escasas colonias reproductoras registradas hasta la fecha en la región. Esta especie es muy exigente en sus requerimientos y establece sus colonias reproductoras en robledales viejos con abundancia de nidos de pícidos, hábitat muy escaso en la actualidad.

El murciélago ratonero bigotudo pequeño *M. alcathoe* no se considera en peligro, aunque se trata de una especie aparentemente muy escasa y desconocida en la península ibérica. Hasta la fecha, en Navarra sólo se había constatado su reproducción en los hayedos de Bertiz y Kinto. Por ello, la captura de 5 hembras preñadas, que indican la presencia de al menos dos colonias reproductoras, es también un valor relevante para la zona.

Los túneles de la presa de Enobieta albergan una pequeña y variable población de murciélagos ratoneros grandes. Sólo se conocen dos colonias reproductoras de esta especie en los alrededores, ambas a más de 60 km de distancia, una en Navarra y otra en Álava. La presencia de hembras en septiembre sugiere la posibilidad de que exista alguna colonia reproductora de esta especie en Artikutza o en las cercanías.

El nóctulo grande *N. lasiopterus* es también una especie muy escasa en Navarra, y no observada en Gipuzkoa. Aunque no se han hallado datos de reproducción, se ha comprobado que algunos ejemplares, probablemente todos machos, campean por las crestas montañosas y seguramente están en contacto con otras poblaciones navarras de Bertiz o Kinto. Los ejemplares de Artikutza podrían favorecer la llegada de individuos a Gipuzkoa, donde esta especie no ha sido observada hasta la fecha.

Fig. 13. Nóctulo pequeño *Nyctalus leisleri*. (Foto: Juan Tomás Alcalde)

El murciélago pequeño de herradura *R. hipposideros* suele formar pequeñas agrupaciones de entre 10 y 40 ejemplares en bordas y caseríos. En Artikutza se han localizado tres colonias, una de ellas cría en el desván de un caserío y cuenta con 80 individuos aproximadamente. La colonia citada es una de las mayores registradas en Navarra, por lo que merece especial atención.

Por otro lado, cabe también mencionar que varias de las especies encontradas parecen tener escasos efectivos en la zona y una distribución restringida a muy pocos lugares que conviene preservar inalterados (*R. ferrumequinum, N. lasiopterus, M. bechsteinii, P. auritus, M. schreibersii*).

Cabe esperar que las poblaciones de murciélagos de Artikutza se mantengan, siempre que no se produzcan cambios sustanciales en el hábitat.

Es fundamental la conservación de bosques libres de explotación (Guixé & Camprodón, 2018) para que las especies arborícolas puedan seguir habitando esta zona. Especial atención merecen los robledales viejos, donde probablemente crían los murciélagos ratoneros forestales *M. bechsteinii,* y los bosques de ribera, donde crían y cazan los murciélagos ratoneros bigotudos pequeños *M. alcathoe*.

También es importante la conservación de algunas construcciones donde se reúnen grupos de especies amenazadas, como las colonias de murciélagos pequeños de herradura *R. hipposideros* y los grupos de apareamiento de murciélagos ratoneros grandes *M. myotis*. Las obras o restauraciones de estas construcciones deberán tener en cuenta la presencia de estas especies para reducir las molestias lo más posible.

El vaciado de la presa de Enobieta ha retirado una gran masa de agua que podría ser relevante para determinadas especies de quirópteros y particularmente para colonias reproductoras. Por ello se recomienda aprovechar este vaciado para diseñar algunas balsas o remansos del río que formen láminas de agua donde puedan beber los murciélagos. Estas zonas deberían estar conectadas con el bosque por setos arbolados que facilitan el tránsito de estos mamíferos (Entwistle et al., 2001). Por otro lado, el vaciado de esta presa facilitará el uso de sus túneles por los murciélagos, que hasta ahora sólo podían ocupar unas pocas zonas debido a las frecuentes filtraciones de agua en la mayor parte de su recorrido.

Recientemente, el ayuntamiento de Donostia / San Sebastián ha colocado algunas cajas-refugio específicas para murciélagos. Esta medida proporcionará nuevos refugios que previsiblemente facilitarán el asentamiento de especies arborícolas o fisurícolas en algunos emplazamientos.

Por último, conviene destacar que la elevada diversidad de murciélagos de Artikutza es también una oportunidad para la divulgación no sólo de los valores de este enclave sino también de la biología, diversidad y situación de los murciélagos, que frecuentemente son desconocidos o incluso temidos por buena parte de la sociedad.

6. Conclusiones generales

Artikutza acumula una notable diversidad de murciélagos, habiéndose encontrado 14 especies. Destaca el grupo de murciélagos arborícolas no sólo por su diversidad (6 especies) sino también porque se trata de especies en general escasas y poco conocidas en su área de distribución. Los quirópteros fisurícolas (4 especies) están asociados a los edificios de la zona y son taxones comunes en los alrededores. El tercer grupo está formado por las especies cavernícolas (4) que también utilizan principalmente los edificios como refugio, aunque también ocupan ocasionalmente alguna cueva y mina.

Cabe destacar la presencia de cuatro especies particularmente escasas y amenazadas, como el murciélago ratonero grande *M. myotis,* el ratonero forestal *M. bechsteinii*, el ratonero bigotudo pequeño *M. alcathoe*, y el nóctulo grande *N. lasiopterus*. Las dos primeras se catalogan "en peligro".

Se ha comprobado la reproducción de cuatro quirópteros en el lugar: *R. hipposideros*, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii* y *M. alcathoe*. Además, se sospecha que otros cinco puedan también

criar en Artikutza, aunque por el momento no se han encontrado hembras reproductoras: *P. pipistrellus*, *P. kuhlii*, *E. serotinus*, *B. barbastellus* y *P. auritus*.

La presencia de esta diversa quirópterofauna es el resultado de una gestión respetuosa con el medio natural y en la que destaca el mantenimiento de numerosos árboles viejos y muertos en pie, que ofrecen multitud de refugios para las especies arborícolas. Aunque los muestreos realizados hasta la fecha han sido intensivos, no se puede descartar la presencia de otras especies menos conspicuas.

Agradecimientos

Queremos agradecer la ayuda prestada por los guardas de la finca de Artikutza durante los muestreos y particularmente la de Iñaki Uranga y Aitor Goitia, así como las técnicas del Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián, Asun Yarzábal y Ana Juaristi. También nos han ayudado en el trabajo de campo Oskar Schwendtner, Ana Urtasun, Anika Meyer, Inmaculada Antón y otros compañeros de la Asociación Amigos de los Árboles Viejos – Zuhaitz Zaharren Lagunak. El muestreo de 2016 fue financiado por el Ayuntamiento de Donostia-San Sebastián.

Bibliografía

Alcalde, J. T. 2006. Primer censo de colonias de murciélagos amenazados de Navarra. Informe técnico. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. Pamplona-Iruña.

Alcalde, J. T. (Amigos de los Árboles Viejos – Zuhaitz Zaharren Lagunak). 2009. Murciélagos del bosque de Artikutza. Informe técnico. Pamplona-Iruña.

Alcalde, J. T., Cárcamo, S. 2016. Murciélagos de Artikutza: especies presentes y propuestas de gestión. Informe técnico. Donostiako Udala – Ayuntamiento de San Sebastián.

Entwistle, A. C., Harris, S., Hutson, A. M., Racey, P. A., Walsh, A., Gibson, S. D., Hepburn, I., Johnston, J. 2001. Habitat management for bats. A guide for land managers, land owners and their advisors. Joint Nature Conservation Committee, Peterboroug, Reino Unido. Disponible en: http://jncc.defra.gov.uk/pdf/Habitat_Management_for_bats.pdf

Galán, C., Rivas, J. M., Nieto, M. (Sociedad de Ciencias Aranzadi). 2014. Minas y cuevas de Elama (Artikutza): hidrogeología, fauna y evolución. Informe técnico. Laboratorio de Bioespeleología. San Sebastián-Donostia. Disponible en: http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1405337605TOTAL.Elama.pdf

Guixé, D., Camprodón, J. 2018. Manual de conservación y seguimiento de los quirópteros forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. Disponible en: http://secemu.org/manual-conservacion-seguimiento-los-quiropteros-forestales/

Kunz, T. H., Kurta, A. 1988. Capture methods and holding devices. En: Ecological and behavioral methods for the study of bats. Kunz T. H. (Ed.): 1-29. Smithsonian Institution Press. Washington. USA.

Nature Conservancy Council. 1987. The bat worker's manual. Ed. Mitchell-Jones, A. J. Peterborough. Reino Unido. Disponible en: http://jncc.defra.gov.uk/page-2861#download

Edukien koordinatzaileen oharra

2019ko urtean Artikutzako etxaldearentzat borobilak diren hainbat data betetzen dira: batetik, mende bat pasa da Donostiako Udalak etxaldea erosi zuenetik; bestetik, 30 urte igaro dira Artikutzako balio natural eta historikoak jorratzen dituen azken lana argitaratu zenetik. Azken lan hori, Udalak berak editatu eta Aranzadi Zientzia Elkarteak zuzendutako jakintza-alor anitzeko talde batek landu zuen. Argitalpenaren garaiko mugapenak direla eta, hainbat gai ez ziren orduko ikergaietan jorratu; hori kontuan hartuta, eta azken hiru hamarkadetan eginiko ikerketa berrien poderioz, beharrezkoa ikusi da lan horren eguneraketa burutzea, ehungarren urteurrenaren aitzakia profitatuz. Gainera, ikerketa berriek eman duten informazioa hainbeste ugaritu denez azken hamarkadetan, lan honetako bakoitza jorratzeko Artikutzan bertan lan ezberdinak burutu dituzten espezialistak bilatzeko ahalegina egin da.

Editore garen heinean, lan guztietan hainbat balore eta helburu jorratu direla ziurtatu dugu, baita Artikutzako ondare natural eta historikoaren ezaugarri garrantzitsuenak azpimarratu direla bermatu ere. Hala eta guztiz ere, agerikoa da ikergaien artean ezberdintasunak nabari direla orain arte gai bakoitzean pilaturiko jakintza kopuruagatik. Hori dela eta, espezialista bakoitzak askatasun osoa izan du bere ikergaiaren inguruko kapitulua informazio eta datu erabilgarriek eskainitako behar zehatzetara moldatzeko. Hainbat kapitulutan ere nolabaiteko errepikapenak ematen direla esan behar dugu, baina kasu guztietan beharrezkoak dira, kapituluak ez baitira konpartimentu itxiak eta errepikapen horiek gai ezberdinen arteko korrelazioa azaltzeko balio baitute.

Artikutza bisitatzen duenak egungo paisaiaren nolakotasuna ulertzeko hainbat gako aurkituko ditu lan honetan; izan ere, Artikutzako egungo paisaia mendeetan zehar gizakiaren eta naturaren arteko harremanaren fruitu da, eta aspektu hori azpimarratu nahi izan da behin eta berriz. Azkenik, esan behar dugu lan honetan ez direla Artikutza barneko ibilaldiak eskaini, orain arte buruturiko lanak dagoeneko asetzen dutelako aspektu hau, besteak beste: aipatutako 1989ko ikerketa lana, Donostiako Udalak argitaraturiko Eneko Agirreren 2003ko "Guía del Visitante de Artikutza" eta hainbat liburu, mapa eta Interneten aurki daitezkeen ibilaldiak.

Aipaturiko xehetasunak salbu, lan honek bere osotasunean ahalik eta errepaso sakon, zientifiko, tekniko eta historiko berritu bat biltzen du xede. Nahiz eta erreferentziaren bat kanpoan gelditu, etorkizuneko ikerketak izango dira hutsune horiek osatzeko ardura izango dutenak. Edozein kasutan, liburu honen helburua argia da: Artikutzari buruzko natura eta historiaren egungo ikerketen erreferentziazko lana bihurtzea, edota beste gai edo ikuspuntu batzuetatik erakarrita Artikutzara hurbiltzea.

Alberto Castro, Suberri Matelo.
Aranzadi Zientzia Elkartea

Nota de los coordinadores de los contenidos

En el año 2019 se cumplen algunas cifras redondas en la Finca de Artikutza. Por un lado, ha pasado un siglo desde su adquisición por el Ayuntamiento de Donostia / San Sebastián. Por otro lado, han transcurrido 30 años desde la última obra que versaba sobre sus valores naturales e históricos, editada por el mismo Ayuntamiento y autorizada por un equipo multidisciplinar de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Por las limitaciones propias de aquellos tiempos, algunos temas no encontraron cabida entonces. Y sobre todo por el conocimiento generado durante las últimas tres décadas, se ha considerado necesaria una actualización aprovechando la ocasión del centenario. La información se ha incrementado en tal magnitud, que para cada materia se ha recurrido, siempre que ha sido posible, a especialistas que hayan desarrollado trabajos en Artikutza.

Como editores hemos velado para que en todos los temas tratados haya primado el objetivo común de resaltar el patrimonio y eventos naturales e históricos más relevantes. Sin embargo, existen apreciables diferencias en cuanto al conocimiento acumulado para cada disciplina tratada. Por tanto, cada especialista ha tenido la libertad de completar el contenido de cada capítulo adaptándolo a la información y a los datos disponibles. Hay cierta repetición, pero necesaria, en algunos capítulos, pues las temáticas tratadas no son compartimentos estancos y por consiguiente se explican las intersecciones entre ellas. A este respecto, a quien visite Artikutza se le facilitan las claves para comprender que los paisajes actuales que observa son producto de una historia de interacciones entre procesos naturales y actividades humanas. Por último, aclaramos que no se incluyen recorridos por Artikutza. Esto se debe a que la mencionada obra de 1989, la "Guía del Visitante de Artikutza" de 2003 (Eneko Agirre. Publicada por el Ayuntamiento) y los numerosos libros, mapas e itinerarios disponibles en la red cubren esta parcela para cualquier persona interesada en la misma.

Con esta salvedad, prácticamente en su totalidad, esta obra es el producto de una profunda revisión científica, técnica e histórica que ha pretendido ser lo más exhaustiva posible. Aunque es posible que alguna referencia pueda haber quedado fuera, serán las investigaciones y estudios futuros los que vayan cubriendo las lagunas de conocimiento que hayan quedado en el presente trabajo. En cualquier caso, el presente libro pretende cumplir con el objetivo de convertirse en la actual obra de referencia sobre la naturaleza e historia de Artikutza, incluso para cualquiera que se acerque a este enclave desde la perspectiva de otros ámbitos.

Alberto Castro, Suberri Matelo.
Sociedad de Ciencias Aranzadi