

Cartografía de la vegetación potencial de Navarra a escala 1:25.000: Comarca Agraria I, noroccidental

J. Peralta de Andrés¹, F. del Barrio Arellano², I. Iturriaga Sáinz³

¹ Botánico Consultor, C/ Concejo de Sarriguren 6 1B, 31016 Pamplona (Navarra).

² Trabajos Catastrales S.A., C/ Cabárceno 6, 31621 Sarriguren (Navarra).

³ Sección de Registros Agrarios, Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Gobierno de Navarra, C/ González Tablas 9, 31005 Pamplona.

javier.peralta@telefonica.net, fbarrio@tracasa.es, isabel.iturriaga.sainz@navarra.es

RESUMEN: Se ha realizado la cartografía de la vegetación potencial del noroeste de Navarra (Comarca Agraria I; 190.358 ha), para describir el paisaje vegetal y su dinámica y como base para elaborar modelos de evaluación de tierras y planificar el uso del suelo. El territorio se encuentra en la región biogeográfica Eurosiberiana (sector Cántabro Vasconíco) y es montañoso, con un rango altitudinal de 1400 m, desde el piso colino junto al río Bidasoa, al piso altimontano de las sierras de la divisoria de aguas cántabro-mediterránea. El bioclima es templado, oceánico en la vertiente cántabro, próxima al mar, y con rasgos mediterráneos en su extremo meridional. La vegetación se ha caracterizado con 655 inventarios fitosociológicos realizados mediante un muestreo dirigido y estratificado y clasificados por comparación tabular y análisis multivariante (Twinspan, Canoco). Se han identificado 42 asociaciones y 55 subasociaciones o variantes, cuyas relaciones dinámicas y distribución han sido estudiadas con sistemas de información geográfica para definir las 21 unidades cartográficas (geoseries, series de vegetación) y 46 subunidades (faciaciones). La cartografía se ha realizado sobre ortofoto y se basa en los datos anteriores con apoyo de cartografía del relieve (modelo digital de elevaciones, orientación y pendiente) y temática (vegetación, clima, litología, suelo); también se ha modelado la distribución de algunas especies con Maxent. La vegetación potencial del territorio comprende hayedos, robledales (*Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Q. robur*), fresnedas, bosques mixtos, marojales de *Q. pyrenaica*, quejigales, carrascales, encinares, vegetación de ribera y complejos de vegetación de turberas y de roquedos.

Palabras-clave: fitosociología, clasificación de hábitats, series de vegetación, mapa.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la cartografía de la vegetación potencial de la Comarca Agraria I, correspondiente al territorio noroccidental de Navarra, con la que se concluye el proyecto de Vegetación Potencial de Navarra a escala 1:25.000 (Peralta, 2010). El objetivo de este proyecto es la descripción y cartografía de las series de vegetación de Navarra para su empleo en la elaboración de modelos de evaluación de tierras agrícolas y forestales y como una herramienta integradora de las características del paisaje, útil en la ordenación del territorio y para la conservación de la naturaleza (Peralta et al. 1997). La vegetación potencial de Navarra ya ha sido objeto de cartografía por diversos autores a escala menos detallada en el contexto del valle del Ebro (Montserrat, 1966), de España (Rivas-Martínez, 1987) o ceñida al territorio navarro (Bolòs et al., 1986; Loidi y Báscones, 2006).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La Comarca Agraria I se extiende por la Navarra húmeda del Noroeste de acuerdo con la zonificación geográfica de Floristán (1986), a excepción de los municipios de Oláibar y Ezcabarte que pertenecen a la Cuenca de Pamplona. Su extensión es de 190.308 ha, lo que supone un 18,3% de la superficie de Navarra. Es un territorio muy montañoso, con la mínima altitud de la vertiente cántabro en el Bidasoa, al sur de Bera (18 m), y de la mediterránea junto al río Arakil, al sur de Irurtzun (415 m); la máxima altitud se encuentra en la sierra de Aralar, con 1427 m. La mayor parte del territorio se encuentra entre 300 y 900 m de altitud (77%)

y sólo el 11% supera los 900 m. El 57% de la Comarca vierte sus aguas al cantábrico, sobre todo por la cuenca del Bidasoa, aunque también por las de los ríos Oria, Urumea y Adour; la otra parte va al mediterráneo por las cuencas de los ríos Arakil, Ultzama que a través del Arga llevan sus aguas al Ebro.

Desde el punto de vista biogeográfico toda la Comarca pertenece al sector Cántabro-Vascónico de la región Eurosiberiana, caracterizado por un clima templado; casi toda la vertiente cantábrica se incluye en el subsector Vascónico-Oriental, más oceánico, con un ombrotipo de húmedo a hiperhúmedo y un termotipo de colino inferior a altimontano (Rivas-Martínez et al., 2011); las rocas silíceas (esquistos, areniscas, arcillas, granito) ocupan la mayor parte de su territorio. Dominan el paisaje robledales de *Quercus robur*, brezales y matorrales de otea (*Ulex sp.pl.*) con el brezo *Erica ciliaris* en las zonas más oceánicas, pastizales acidófilos o mesófilos y hayedos; el clima y la litología hacen que sea muy escasa la flora y vegetación de afinidad mediterránea, como los bosques marcescentes de *Q. pubescens* o los esclerófilos de encina (*Q. ilex*) y su híbrido con la carrasca (*Q. x gracilis*), ligados a algunos enclaves calizos.

El territorio que queda al sur de la divisoria de aguas cantábrico-mediterránea se incluye en el subsector Navarro-Alavés; predominan los sustratos calcáreos (calizas, dolomías, margas, turbiditas) y contacta con la región Mediterránea al sur de las sierras de Urbasa-Andia y de la Cuenca de Pamplona; el ombrotipo es húmedo y los termotipos de colino a altimontano. La influencia mediterránea se muestra en la extensión de los bosques submediterráneos de roble pubescente (*Q. pubescens*, *Q. subpyrenaica*) y la presencia de bosques de carrasca (*Q. rotundifolia*), a los que acompañan en las zonas más secas tomillares y aliagares submediterráneos. También aparecen robledales de *Q. robur* y marojales de *Q. pyrenaica* ligados a suelos encharcadizos o afloramientos silíceos, respectivamente. Los hayedos, acidófilos o basófilos, dominan el piso montano de ambos subsectores, y ocupan una amplia banda en los montes que dividen las vertientes cantábrica y mediterránea desde los montes de Altzania y Aralar hasta los que quedan al este de Olagüe, haciendo que quede difuminado el tránsito entre ambas regiones biogeográficas. En el subsector Vascónico-Oriental estos hayedos alcanzan cotas muy bajas debido a la abundancia de precipitaciones.

La vegetación natural está bien representada y casi el 50% de la superficie está ocupada por bosques, la mayor parte hayedos (30%). Matorrales, helechales y pastizales constituyen un 20% del territorio; los matorrales más extendidos son los brezales y matorrales de otea, que suelen formar mosaico con pastizales acidófilos, aprovechados sobre todo por ganado ovino de raza latxa, además de caballo y bovino. Las plantaciones forestales, sobre todo pinares de pino de Monterrey (*Pinus radiata*) ocupan una notable extensión (8%), especialmente en el valle del Bidasoa. La superficie de cultivos agrícolas es reducida (1,5%); entre los herbáceos el maíz es el dominante, más algo de trigo, cebada y avena al sur de la divisoria de aguas; el principal cultivo leñoso es el manzano, aunque también se cultivan kiwis y algún otro frutal (Sección de Suelos y Evaluación de Recursos Agrarios, 2005).

2.2. Estudio de la vegetación

Para el estudio de la vegetación se han realizado inventarios fitosociológicos de las principales comunidades vegetales: bosques, matorrales y pastizales; generalmente no se ha muestreado la vegetación de ribera o humedales, respecto a la que se siguen los criterios de Biurrun y García-Mijangos (2013). El muestreo ha sido dirigido y estratificado, basado en cartografía temática de series de vegetación, vegetación actual, litología, suelos y clima, además de las características del relieve; también se han tenido en cuenta los estudios regionales de vegetación (Rivas-Martínez et al., 1991; Loidi et al., 1997; Peralta et al., 2013) y las referencias que figuran en estos trabajos sintéticos. Los inventarios se han incorporado a una base de datos y clasificado utilizando el método de comparación tabular (Westhoff y Van der Maarel, 1973) y técnicas multivariantes de ordenación y clasificación, con los programas Twinspan (Hill y Smilauer, 2007) y Canoco (Ter Braak y Smilauer, 1997). En la nomenclatura botánica se han seguido los criterios de Aizpuru et al. (1999) y Castroviejo (1986-2014) y en la fitosociológica y encuadre sintaxonómico los de Rivas-Martínez et al. (2001); el nombre común de las comunidades vegetales es el empleado en Peralta et al. (2013).

2.3. Cartografía

Una vez clasificadas las comunidades vegetales, se ha estudiado su distribución espacial mediante el sistema de información geográfica MiraMon (Pons, 2014) y sus relaciones dinámicas para definir las series y complejos de vegetación y sus faciasiones o subseries, que son la base de las unidades cartográficas; éstas forman unidades cartográficas simples o complejas cuando no es posible su delimitación precisa. La referencia básica para la definición de las series y subseries son los estudios previos de Rivas-Martínez (1987), Loidi y Báscones (2006) y la cartografía realizada en las restantes Comarcas Agrarias (Peralta, 2010). Los polígonos que constituyen la cartografía se han digitalizado directamente en pantalla sobre

ortofoto a escala entre 1:10.000 y 1:25.000, con apoyo de imágenes 3D generadas con un modelo digital de elevaciones del terreno (GlobalMapper Software, 2011). Se ha modelado la distribución de algunas especies (*Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Vaccinium myrtillus*, *Erica ciliaris*) con Maxent (Philips y col. 2006) para facilitar la delimitación de su área de distribución potencial allí donde se carecía de observaciones. En el transcurso del trabajo cartográfico se han realizado observaciones de campo para resolver dudas de la delimitación de las unidades cartográficas y su caracterización.

3. RESULTADOS

Se han realizado 655 inventarios y se han identificado 746 taxones; estos inventarios se corresponden con 42 asociaciones o comunidades y 55 subasociaciones o variantes y han servido para definir 21 unidades cartográficas y 46 subunidades. A continuación se describen de manera sintética las unidades cartográficas agrupadas por su tipología. En el anexo 1 figuran sus rangos bioclimáticos (terrotipo y ombrotipo) y distribución biogeográfica en el territorio estudiado. La cartografía realizada, junto a la de las restantes Comarcas Agrarias de Navarra, puede consultarse y descargarse en <http://idena.navarra.es/navegar/> en el apartado “Vegetación potencial” en “Biota/biodiversidad y ecología”.

3.1. Series de los carrascales y encinares

Son las que presentan un carácter más mediterráneo tanto en su etapa climática, un bosque esclerófilo, como en sus etapas de sustitución, tomillares y aliagares, pastizales, etc. Ocupan una superficie muy reducida (0,5% del territorio), los carrascales al sur de la divisoria de agua y los encinares al norte.

3.1.1. Serie de los encinares colinos, cantábricos (*Lauro nobilis*-*Quercus ilicis* S.) [*LnQi*]

Aparece en afloramientos rocosos calizos del valle del Araxes, en su límite oriental de distribución en la cornisa cantábrica. Aunque sólo se ha cartografiado una faciación por su escasa superficie, se distingue una variante de terrenos abruptos con matorrales de *Phillyrea latifolia* y otra de suelos más profundos y ácidos con matorrales de *Ulex europaeus*.

3.1.2. Serie de los carrascales meso-supramediterráneos y colino-montanos, subhúmedo-húmedos, castellano-cantábricos y navarro-alaveses (*Spiraeo obovatae*-*Quercus rotundifoliae* S.) [*SpQrtQrt*]

Está representada por la faciación supramediterránea, en la que *Quercus pubescens* o *Q. subpyrenaica* participan en su etapa climática. Se encuentra en su límite norte de distribución y tiende a ocupar biotopos rocosos o con suelo somero.

3.2. Series de los robledales submediterráneos, quejigales y tejedas

Estas series de vegetación están encabezadas por bosques marcescentes de roble peloso (*Quercus pubescens*) o quejigo (*Q. faginea*) en los que está también presente *Q. subpyrenaica*, de origen híbrido entre ambas; tienen su área de distribución principal al sur de la divisoria de aguas, en el territorio eurosiberiano que linda con la región mediterránea. La primera ocupa una mayor extensión (10,2%) mientras que la representación de la serie de los quejigales es testimonial (0,3%). Muestran preferencia por sustratos calcáreos (margas, calizas, turbiditas) y son muy semejantes en la composición florística de sus etapas.

3.2.1. Serie de los quejigales colino-montanos, cantábricos (*Pulmonario longiloliae*-*Quercus fagineae* S.) [*PlQf*]

Su distribución principal es mediterránea y en Navarra sólo se encuentra en las umbrías de la sierra de Urbasa, sobre sustratos margosos, donde resulta excepcional dado que en el Pirineo occidental y en su contacto con la Cordillera Cantábrica a través de los Montes Vascos domina la serie de los robledales de *Quercus pubescens*. De modo aislado también se conoce la presencia de *Q. faginea* en la vertiente cantábrica de Navarra y del País Vasco.

3.2.2. Serie de los robledales de roble peloso colino-montanos, subhúmedo-húmedos, navarro-alaveses y pirenaico occidentales (*Roso arvensis*-*Quercus humilis* S.) [*RosQh*]

La serie de los robledales de *Quercus pubescens* es un componente importante del paisaje de la parte eurosiberiana de Navarra que queda al sur de la divisoria de aguas, donde cede el terreno en las zonas con suelos encharcadizos o con sustratos silíceos a los robledales de *Q. robur* y a los marojales en las zonas más bajas o a los hayedos a mayor altitud. Al norte de la divisoria de aguas tan sólo se localiza en algunos afloramientos de calizas. Esta serie se encuentra cerca de su límite occidental de distribución en la Península

Ibérica, que alcanza en el País Vasco (Loidi et al. 2005). Está muy diversificada en nueve facitaciones, relacionadas con la profundidad del suelo y disponibilidad hídrica, mediterraneidad, continentalidad y altitud.

La faciación con tomillares y aliagares submediterráneos [RosQhBr1] que también puede presentar boj en sus etapas [RosQhBr2], más la faciación con pino albar y matorrales de otavera [RosQhPs1] se encuentran en la zona con un carácter mediterráneo más marcado, en contacto con la Cuenca de Pamplona, donde conviven con la serie de los carrascales. Son los tomillares y aliagares que la caracterizan el elemento de carácter más mediterráneo, con especies como *Thymus vulgaris*, *Lavandula latifolia*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Genista scorpius*, e incluso en algunos puntos *Brachypodium retusum*, comunes en los matorrales del valle del Ebro y buena parte del este peninsular.

Al disminuir la mediterraneidad los tomillares y aliagares se enrarecen o desaparecen y son reemplazados por matorrales de otavera (*Genista hispanica* subsp. *occidentalis*) y se hacen abundantes los pastizales mesoxerófilos en dos facitaciones [RosQhGo1, RosQhGo1], la segunda con boj.

En los suelos más someros sobre roquedos calizos aparecen dos facitaciones en las que los bosques suelen ser abiertos y son comunes los matorrales de otavera y los pastizales de *Helictotrichon cantabricum*; caracterizan la faciación sobre roquedos calizos con otavera [RosQhGo3] que muy raramente también presenta boj [RosQhBs]; también ligada a afloramientos rocosos se encuentra la faciación con pastos petranos [RosQhKv1] en algunos crestones calizos de la sierras del sur de la Comarca.

La faciación navarro-alavesa de suelos arcillosos profundos con olmos [RosQhUm1] se distribuye por algunos fondos de los valles del sur y el este de la Comarca y cuando la precipitación aumenta es sustituida por la serie de los robledales de *Quercus robur* neutrófilos.

3.2.3. Geoserie de bosques mixtos de pie de cantil y tejedas; faciación con tejedas [Tb]

Incluye las tejedas de Putteri (sierra de Aralar), localizadas en zonas kársticas con roca aflorante, en las que el tejo convive con arces (*Acer campestre*) y avellanos.

3.3. Series de los robledales atlánticos y marojales

En este grupo de series se incluyen las que son más características del piso colino de la Navarra atlántica, tanto sobre suelos neutros o ligeramente básicos como ácidos. Son encabezadas por bosques de *Quercus robur*, *Q. pyrenaica*, *Q. petraea* y en ocasiones por fresnos (*Fraxinus excelsior*). En el piso montano, o con mayor humedad ambiental, dan paso a los hayedos, y en suelos más secos sobre sustratos calizos a robledales de *Q. pubescens*, quejigales, carrascales o encinares.

3.3.1. Serie de los robledales de roble pedunculado colino-montanos, húmedos, neutrófilos, navarro-alaveses (Crataego laevigatae-Quercus roboris S.)

Se distribuyen por fondos de valle con suelos profundos al sur de la divisoria de aguas; hacia el sur es reemplazada por la faciación de suelos profundos de los robledales de *Q. pubescens*. Presenta dos facitaciones, una de suelos con encharcamiento más prolongado, con juncales [ClQrJu], y la más extendida de laderas con zarzales [ClQrPr]; en los suelos más secos, en terrenos donde afloran las calizas y en ocasiones karstificados, esta última faciación presenta matorrales de otavera y orlas de arcedas de *Acer campestre* con avellano.

3.3.2. Serie de las fresnedas colinas cantábricas (Polysticho setiferi-Fraxino excelsioris S.)

En la vertiente cantábrica ocupa biotopos semejantes a la anterior, en fondos de valle y laderas bajas, tanto en sustratos calizos como silíceos, aunque es más frecuente en los primeros. Se distinguen cinco facitaciones en función de la disponibilidad hídrica del suelo, las formas de relieve que ocupa y su composición florística. En los fondos de valle, en los suelos con encharcamiento prolongado, se encuentra una faciación donde son frecuentes los juncales [PsFeJu] y que es reemplazada por la faciación de laderas [PsFeFe] cuando el encharcamiento se reduce; esta última es la más extendida. En zonas con calizas karstificadas, con suelos más secos, la etapa climácica es menos diversa y abundan las avellanadas y espinares, y pastos de lastón (*Brachypodium pinnatum*) acompañados de *Origanum vulgare* y *Teucrium pyrenaicum* [PsFeCa]. También sobre afloramientos rocosos de caliza se encuentra la faciación con boj [PsFeBs], más localizada. Por último, se ha distinguido la faciación con carpe (*Carpinus betulus*) [PsFeCb], presente en la cuenca del río Arrata (Arantza-Igantzi) y junto al Bidasoa a la altura de Bera, únicas localidades donde se encuentra presente en la Península Ibérica, además de en otras próximas de Guipúzcoa.

3.3.3. *Serie de los robledales de roble pedunculado colinos, húmedo-hiperhúmedos, acidófilos, cantábricos* (Hyperico pulchri-Quercu roboris S.)

Ocupa un 23% del territorio y es la serie más extendida en la vertiente cantábrica. Se localiza en suelos ácidos desarrollados normalmente sobre sustratos silíceos, dando paso en los suelos más secos a los marojales; cuando la humedad ambiental es mayor, generalmente al subir en altitud, son reemplazadas por las series de los hayedos. Se han distinguido cinco faciaciones relacionadas con la profundidad del suelo, el grado de encharcamiento y la oceanidad. Las más extendidas son la faciación típica [HpQrQr] y la faciación cantábrica con brezos higrófilos [HpQrEc] caracterizada por la presencia de *Erica ciliaris* y localizada en las zonas más abiertas a la influencia oceánica de los montes de las Cinco Villas-Bortzirriak y los que quedan al norte del puerto de Otsondo y Gorramendi. También en zonas muy húmedas de la cuenca del Urumea y del Bidasoa se encuentran alisedas de ladera cuya dinámica respecto a los robledales acidófilos con los que conviven no se conoce, y que han sido incluidas en una faciación cantábrica con alisedas [HpQrAn]. En el valle del Bidasoa, entre Santesteban y Enderlatsa aparece el boj sobre sustratos silíceos (esquistos, areniscas, granitos), algo inusual, formando parte del robledal o matorrales, lo que permite definir una faciación de zonas rocosas con boj [HpQrBs1]; en el resto de la Comarca existe otra faciación de terrenos rocosos en la que son frecuentes brezales de *Erica cinerea* [HpQrCR].

3.3.4. *Serie de los marojales colino-montanos, subhúmedo-húmedos, acidófilos, cantábricos* (Melampyro pratensis-Quercu pyrenaicae S.)

Los marojales reemplazan a los robledales de *Quercus robur* allí donde los suelos retienen menos el agua, en terrenos más arenosos y laderas de solanas, tanto en la vertiente cantábrica como en la mediterránea. Además de la faciación cantábrica típica [MpQpyQpy] se ha distinguido otra con brezales higrófilos [MpQpyEc] que se encuentra en los montes de Cinco Villas, allí donde la influencia oceánica es mayor. También se ha observado en escasos puntos de Basaburua la presencia de *Quercus pyrenaica* sobre calizas karstificadas, siendo sustituido entonces por matorrales de otavera, algo poco común ya que se trata de una serie silicícola.

3.3.5. *Serie de los robledales de roble albar montanos, cantábricos* (Pulmonario longifoliae-Quercu petraeae S.) [PlQp]

Aunque el roble albar (*Quercus petraea*) suele observarse disperso en robledales y hayedos, es infrecuente que forme bosques extensos en Navarra, donde los mayores se encuentran en la zona pirenaica. En la Comarca, además de pequeños rodales dispersos, se conoce una mancha relativamente importante en la umbría de Altzania, en las proximidades de Alsasua.

3.4. Series de los hayedos

Las series de los hayedos son las que ocupan una mayor superficie en la Comarca (45%), sobre todo en el piso montano, aunque también descienden al colino en las zonas más oceánicas de la vertiente cantábrica. Se distinguen tres series, dos desarrolladas sobre sustratos calcáreos, una de ellas con cierto carácter xerófilo en un contexto biogeográfico eurosiberiano, y la tercera silicícola.

3.4.1. *Serie de los hayedos montanos y supramediterráneos, subhúmedo-húmedos, basófilos y xerófilos, cantábricos* (EPIPACTIDO helleborines-Fago sylvaticae S.)

Su representación es escasa en la Comarca (1,3%) y aparecen en el extremo sudoriental, el más desfavorable para el haya, donde la serie dominante es la de los robledales de *Quercus pubescens*, con la que comparten especies de la etapa climácica y de las etapas de sustitución. Se reconocen dos faciaciones una con pastizales mesoxerófilos [EpFsBr1] y otra que presenta boj en sus etapas seriales [EpFsBr2].

3.4.2. *Serie de los hayedos montanos, húmedo-hiperhúmedos, basófilos, cantábricos* (Carici sylvaticae-Fago sylvaticae S.)

Esta serie se extiende por los macizos calcáreos de la Comarca, sobre todo en las sierras de Urbasa, Andía y Aralar, más algunos afloramientos de filitas al norte de la divisoria de aguas. Los hayedos que constituyen su etapa climácica son los más diversos florísticamente; se han distinguido ocho faciaciones relacionadas con las características geomorfológicas y edáficas del terreno que ocupan. La faciación con prados mesófilos y acidófilos [CsFsCc] se localiza en los suelos más profundos; en las zonas más lluviosas es reemplazada por la faciación con matorrales de otea [CsFsUg] al acidificarse los suelos; en los suelos más someros de crestones, en ocasiones crioturbados, se distingue la faciación con pastos petranos [CsFsKv]. En los afloramientos rocosos karstificados se ha distinguido otra faciación [CsFsSx] donde además de pastos

petranos se encuentran comunidades rupícolas. En gleras estabilizadas y coluvios se desarrolla la faciación de pie de cantil [CsFsMu] con una variante de hayedo donde son frecuentes las gramíneas *Melica uniflora* o *Sesleria argentea*. La presencia del boj en el sotobosque, algo excepcional, se observa en algunos roquedos del sur de la divisoria y en suelos sobre filitas de la zona de Leurtza [CsFsBs]. En terrenos kársticos extensos alternan varias de las facitaciones citadas que se han agrupado en una unidad cartográfica de suelos de someros a profundos [CsFsTk]

3.4.3. Serie de los hayedos montanos, húmedo-hiperhúmedos, acidófilos, cántabro vascónicos (Saxifrago hirsutae-Fago sylvaticae S.)

La serie de los hayedos acidófilos es la dominante en la mitad norte de la Comarca y la más extendida (29,3%). Además de la faciación cantábrica típica con brezales con otea [ShFsFs], la más frecuente, se encuentran la faciación altimontana acidófila [ShFsNs] caracterizada por pastos de cerrillo (*Nardus stricta*) y la de afloramientos rocosos silíceos [ShFsSa], también situada generalmente en el piso altimontano, pero en zonas de bloques de arenisca, donde abundan pequeños rodales de *Sorbus aucuparia*.

3.5. Vegetación de ribera, de turbera, embalses

En este grupo se incluyen las geoserias riparias, los complejos de vegetación turbícola más los embalses, lagunas y balsas artificiales con vegetación ausente o escasa [A1]. En conjunto ocupan el 1,4% del territorio, la mayor parte correspondiente a la vegetación de ribera.

3.5.1. Geoserie de ríos y arroyos navarro-alavesa y castellano-cantábrica (Salico lambertiano-angustifoliae S.; Humulo-Alno glutinosae S.; Viburno-Ulmo minoris S.)

Su representación está limitada al tramo más meridional del río Arakil en la Comarca, en cuyas riberas se desarrollan dos de las tres series, las de las alisedas y las saucedas.

3.5.1. Geoserie de ríos y arroyos cantábrica (Salico lambertiano-angustifoliae S.; Hyperico-Alno glutinosae S.; Lonicero xylostei-Alno glutinosae S.; Carici pendulae-Fraxino excelsioris S.)

Se extiende por casi todo el territorio, tanto en su vertiente mediterránea, donde se encuentra la faciación navarro-alavesa [G5a] como en la cantábrica, con la faciación vascónica oriental [G5b]; la primera se caracteriza por las alisedas cantábricas (*Hyperico-Alnetum glutinosae*) y la segunda por las alisedas y fresnedas subcantábricas (*Lonicero-Alnetum glutinosae*, *Carici-Fraxinetum excelsioris*).

3.1.1. Complejos de vegetación de turberas [CT]

Aunque su representación superficial es exigua (0,01%) la vegetación de turbera está presente en varios enclaves como testimonio de otras épocas climáticas y se han podido mantener dado la abundancia de precipitaciones y la oceanidad de la mitad norte de la Comarca, en la que se encuentran algunos ejemplos notables de estas turberas como las de Gesaleta (Anue) o Belate (Ultzama y Baztán).

3.6. Complejos de vegetación de roca

Los complejos de vegetación rupícola y glareícola comprenden afloramientos rocosos con representación de diversas clases fitosociológicas (*Asplenieta trichomanis*, *Petrocoptido pyrenaicae-Sarcocapneta enneaphyllae*, *Thlaspietea rotundifolii*, *Sedo-Scleranthetea*) y en la Comarca se han distinguido tres facitaciones relacionadas con el piso bioclimático que ocupan, colina [CR3], montana [CR4] o altimontana-subalpina [CR5], siendo las dos últimas las más extendidas.

3.7. Áreas urbanas, industriales, explotaciones y servicios [IU]

En esta unidad, que ocupa el 1,1% del territorio se han incluido las zonas urbanizadas y explotaciones como canteras.

3.8. Otras unidades cartográficas

Además de las unidades ya comentadas, se han cartografiado otras tres, resultado de la combinación de varias de las anteriores, allí donde por las características del terreno no ha sido posible deslindarlas. Se trata de las geoserie de los robledales de roble pedunculado y los hayedos acidófilos cantábricos [HQr/SFs], de los hayedos acidófilos o basófilos húmedo-hiperhúmedos [Sh/CsFs2] y la de los robledales acidófilos de roble pedunculado y las fresnedas cantábricas [HQr/PFe]

4. DISCUSIÓN

Los patrones de distribución de las especies y la vegetación que éstas conforman dependen de factores ambientales que operan a distintas escalas (Pearson y Dawson, 2003). La distribución de las series de vegetación en la Comarca está condicionada primeramente por el clima, principal factor operante en el conjunto de Navarra, con dos gradientes principales, uno norte-sur de disminución de la disponibilidad hídrica y aumento de la mediterraneidad y otro este-oeste de aumento de la oceanidad, relacionado con la proximidad al mar Cantábrico y las perturbaciones atlánticas (Loidi et al., 1997).

Las series de los carrascales, quejigales y robledales de *Quercus pubescens* se encuentran en su totalidad, o en su mayor parte, en la mitad meridional, donde la mediterraneidad es mayor, así como los tomillares y aliagares submediterráneos, característicos de las faciaciones más xerófilas de estas series [PIQf, RosQhBr1, RosQhBr2, SpQrtQrt]. Los brezales higrófilos de *Erica ciliaris* se distribuyen por el extremo norte, más oceánico por su proximidad al mar y apertura a los frentes atlánticos y permiten caracterizar dos faciaciones de las series de los robledales de *Q. robur* y los marojales [HpQrEc, MpQpyEc]. En sentido opuesto, el boj se encuentra en la vertiente mediterránea en algunos biotopos con cierta xericidad edáfica, en poblaciones que se enrarecen hacia la porción occidental del territorio a la par que disminuye la continentalidad (Loidi y Herrera, 1990) y su presencia permite distinguir faciaciones en diversas series de vegetación [RosQhBr2, RosQhBs, RosQhGo2, EpFsBr2, CsFsBs, PsFeBs, HpQrBs1, HpQrBs2]. También la presencia del pino albar (*Pinus sylvestris*) en una de las faciaciones de los robledales pelosos en el extremo sureste de la Comarca [RosQhPs], donde esta especie presenta el límite de su distribución occidental en Navarra, es una muestra de la continentalidad decreciente que se produce en el tránsito de la zona prepirenaica a la cantábrica.

Por otra parte, los factores topográficos (altitud, pendiente, exposición) o edáficos (profundidad, contenido en bases, etc.) modulan localmente los parámetros del clima general condicionando el régimen térmico y los balances hídrico y de nutrientes. La acción de estos factores se refleja en la variabilidad interna de las series, con frecuencia más en las etapas de sustitución que en las climáticas ya que matorrales y pastos son más sensibles a los cambios de las condiciones del terreno (Swanson et al., 1988; Olano y Peralta 2001).

En las cotas más elevadas aparecen comunidades y especies de alta montaña que permiten distinguir una faciación con *Nardus stricta* en la serie de los hayedos acidófilos [ShFsNs]. Por otro lado el patrón general de aumento de la precipitación con la altitud, y el consecuente reemplazo de distintas series de robledales por las de los hayedos se ve invertido en ocasiones, allí donde la orientación o lo somero del suelo hacen que el haya no pueda competir con otros planifolios, como ocurre en algunas cumbres y solanas de montañas del valle de Baztán.

La influencia del desarrollo del suelo se manifiesta especialmente en varias faciaciones de las series de los hayedos húmedo-hiperhúmedos y basófilos [CsFsKv, CsFsBr, CsFsCc, CsFsUg] y de los robledales pelosos [RosQhKv, RosQhBr1, RosQhBr2, RosQhGo1, RosQhGo2, RosQhUm1]; se desarrollan diversos tipos de pastizal y matorral ligados a la profundidad del suelo, que en el caso de los hayedos también se refleja en la etapa climática.

Los relieves kársticos, en los que el desarrollo del suelo es muy variable, aunque suelen predominar las situaciones en las que la disponibilidad hídrica es escasa, también permiten distinguir varias faciaciones de vegetación en las series de los hayedos húmedo-hiperhúmedos y basófilos [CsFsSx, CsFsMu, CsFsTk], robledales pelosos [RosQhGo3] y fresnedas cantábricas [PsFeCa].

La litología, con un predominio de los materiales silíceos en la mitad norte de la Comarca y de los calcáreos en el sur, delimita claramente las series por sus afinidades edáficas: robledales, marojales y hayedos acidófilos frente a robledales pelosos, quejigales, encinares, carrascales y hayedos. No obstante, esta delimitación en base al sustrato se desdibuja cuando la precipitación es elevada y a partir del ombrotipo húmedo superior los carbonatos se lavan aun cuando un suelo se desarrolle sobre materiales calcáreos, al menos en superficie, y el suelo llega a acidificarse como sucede en las sierras más altas como Urbasa, Andia o Aralar. Por este motivo las series calcícolas de carácter mediterráneo o submediterráneo, como las de los quejigales, los robledales de *Quercus pubescens* o los bosques esclerófilos, se extienden sobre todo al sur de la divisoria de aguas; al norte de ésta aparecen en los biotopos más secos, en solanas, zonas rocosas y suelos muy pedregosos. Al mismo tiempo comunidades silicícolas participan en series basófilas como sucede con los matorrales de otea (*Ulex gallii*) en una de las faciaciones de los hayedos ombrófilos y basófilos [CsFsUg], allí donde los suelos se acidifican.

El encharcamiento del suelo condiciona la distribución de las geoseries riparias [G3, G5a, G5b] y también la de los robledales neutrófilos [CIQrJu, CIQrPr], únicas que soportan esas limitaciones edáficas.

También en zonas concretas con suelos permanentemente encharcados se desarrollan las turberas [CT], elementos singulares de carácter relicto algunas de las cuales se han mantenido durante más de 5.000 años a través de los sucesivos cambios climáticos que se han producido en el Holoceno (Peñalba, 1989).

Finalmente queremos destacar la utilidad del concepto de vegetación potencial en diversos campos relacionados con la ecología vegetal, a pesar del reciente debate sobre su fundamento (Loidi y Fernández-González, 2012). La cartografía de la vegetación potencial puede ser un instrumento para la descripción del paisaje de un modo sintético (Rivas-Martínez, 2002), una aproximación a la sectorización fitoclimática (Gonzalo Jiménez, 2010; Peralta et al., 1997) y puede ser utilizada en la ordenación del territorio (Nasursa, 2011) y en la planificación de usos forestales y agrícolas (Dumé, 1996; Montoya, 1989; Peralta et al., 1997). También es posible su empleo para establecer el área potencial de distribución de comunidades vegetales (Ihobe 2011), algo necesario en el marco de la conservación de la naturaleza en la Unión Europea para la evaluación periódica del estado de conservación de los hábitats de interés de la Directiva de Hábitats (Anónimo, 1992); para esta evaluación hay que considerar su área de referencia favorable, que se basa en el área de distribución potencial entre otros factores (Evans y Arvela 2011).

5. 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. Vitoria-Gasteiz. Gobierno Vasco.
- Anónimo. (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. D.O.C.E. Nº L 206, 22/07/1992.
- Biurrun, I., García-Mijangos, I. (2013): “Bosques y formaciones arbustivas de ribera”. En Peralta et al., Manual de interpretación de los hábitats de Navarra: 6-35. Pamplona. Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A. y Gobierno de Navarra, Servicio de Publicaciones.
- Bolòs, O. de, Montserrat, P., Bascónes, J.C., Creus, J. (1986) “Fitogeografía”. En Floristán (ed.). Gran Atlas de Navarra: 95-102. Pamplona. Caja de Ahorros de Navarra.
- Castroviejo, S. (coord.). (1986-2013): Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Madrid. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Dumé, G. (1996): “Dossier: 20 ans de typologie des stations forestières”. Forêt-entreprise 102, 25-31.
- Evans, D., Arvela, M. (2011): Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012. Paris. European Topic Centre on Biological Diversity.
- Floristán, A. (ed.). 1986. Gran Atlas de Navarra. Pamplona. Caja de Ahorros de Navarra.
- GlobalMapper Software. (2011). GlobalMapper 12. GIS.
- Gonzalo Jiménez, J. (2010): Diagnóstico fitoclimático de la España Peninsular. Hacia un modelo de clasificación funcional de la vegetación y de los ecosistemas peninsulares españoles. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Hill, M.O., Smilauer, P. (2007): TWINSPLAN for Windows. <http://www.canodraw.com/wintwins.htm>
- Ihobe. (2011): Primera evaluación del estado de conservación de los hábitats de bosque de interés comunitario en el País Vasco. Bilbao. Gobierno Vasco.
- Loidi, J., Bascónes, J.C. (2006): Memoria del mapa de series de vegetación de Navarra. Pamplona. Gobierno de Navarra.
- Loidi, J., Biurrun, I. Campos, J.A., García-Mijangos, I., Herrera, M. (2009): La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000. Gobierno Vasco.
- Loidi, J., Biurrun, I., Herrera, M. (1997): “La vegetación del centro-septentrional de España”. Itinera Geobotanica 9, 161-618.
- Loidi, J., Fernández-González, F. (2012): "Potential natural vegetation: reburying or reboring?". Journal of Vegetation Science 23, 1654-1103.
- Loidi, J., Herrera, M. (1990): “The *Quercus pubescens* and *Quercus faginea* forests in the Basque Country (Spain): distribution and typology in relation with climatic factors”. Vegetatio 90, 81-92.

- Montoya, J.M. (1989): "Aplicación forestal de los mapas de series de vegetación". *Ecología* 3, 117-119.
- Montserrat, P. (1966): "Vegetación de la Cuenca del Ebro". *Publicaciones del Centro pirenaico de Biología experimental* 1, 1-22.
- Nasursa. (2011): *Planes de ordenación Territorial de Navarra. POT 3 Área Central*. Pamplona. Gobierno de Navarra.
- Olano, J.M., Loidi, J., González, A., Escudero, A. (1998): "Relating variation in the understorey of beech forests to ecological factors". *Folia Geobotanica Phytotaxonomica* 33, 77-86.
- Olano, J.M., Peralta, J. (2001): "Modelos predictivos de distribución de especies comunes en matorrales basófilos de Navarra: aplicación en distintos escenarios climáticos". *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 12, 47-55.
- Pearson, R.G., Dawson, T.P. (2003): "Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?" *Global Ecology and Biogeography* 12, 361-371.
- Peñalba, M.C. (1989): *Dynamique de la végétation tardiglaciaire et holocène du Centre-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique*. Thèse doctoral, Université d'Aix-Marseille III.
- Peralta, J. (2010): *Mapa de Vegetación Potencial de Navarra 1:25.000*. Sección de Registros Agrarios. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local. Gobierno de Navarra. Pamplona. http://www.cfnavarra.es/agricultura/informacion_agraria/MapaCultivos/htm/index.htm
- Peralta, J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J., Campos, J.A. (2013): *Manual de interpretación de los hábitats de Navarra*. Pamplona. Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A. y Gobierno de Navarra, Servicio de Publicaciones.
- Peralta, J., Osácar, C., Donézar, M. (1997): *Cartografía de series de vegetación como base para la sectorización fitoclimática del territorio y la evaluación de recursos agroforestales*. Libro de Actas del I Congreso Forestal Hispano-Luso. Tomo II, 491-496. Pamplona. Gobierno de Navarra.
- Philips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. (2006): "Maximum entropy modelling of species geographic distributions". *Ecological Modelling* 190, 231-259.
- Pons, X. (2014): *MiraMon v. 7.2f*, Programa de visualización, consulta, edición y análisis de mapas de información geográfica. CREA. Bellaterra.
- Rivas-Martínez, S. (1987): *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Rivas-Martínez, S. (2002): "Fitosociología dinámico-catenal (fitosociología integrada o paisajista)". *Folia Botanica Matritensis* 19, 1-5.
- Rivas-Martínez, S. et al. (2011): "Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España [Memoria del mapa de vegetación potencial de España] Parte II". *Itinera Geobotanica* 18, 1-800
- Rivas-Martínez, S., Báscones, J.C., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Loidi, J. (1991): "Vegetación del Pirineo occidental y Navarra". *Itinera Geobotanica* 5, 5-456.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousa, M., Penas, A. (2001): "Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level". *Itinera Geobotanica* 14, 5-341.
- Sección de Suelos y Evaluación de Recursos Agrarios. (2005): *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra 1:25.000*. Dpto. de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Pamplona. Gobierno de Navarra.
- Swanson, F.J., Kratz, T.K., Caine, N., Woodmansee, R.G. (1988): "Landform effects on ecosystem patterns and processes". *BioScience* 38, 92-98.
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer, P. (1997): *Canoco for Windows v. 4.5*. Wageningen. Center for Biometry.
- Westhoff, V., Van der Maarel, E. (1973): "The Braun-Blanquet approach". En Whittaker, R.H. (ed.). *Ordination and classification of communities*. *Handbook of Vegetation Science* 5, 617-726. The Hague . Dr. W. Junk b.v.-Publishers.

Anexo 1. Características de las unidades cartográficas y superficie. TOB: separados por comas termotipos (am altimontano, c colino, m montano), ombrotipos (hh hiperhúmedos, h húmedo, sh subhúmedo) y biogeografía (n subsector navarro-alavés, v s. vascónco-oriental).

Unidades	Subunidades	TOB	ha
<i>Spiraeo obovatae-Quercro rotundifoliae S.</i>	f. supramediterránea: SpQrtQrt	c, sh-h, n	521
<i>Lauro nobilis-Quercro ilicis S.</i>	f. típica: LnQi	c, h-hh, v	398
<i>Pulmonario longiloliae-Quercro fagineae S.</i>	f. típica: PIQf	c-m, h, n	621
<i>Roso arvensis-Quercro humilis S.</i>	f. con tomillares y aliagares submediterráneos: RosQhBr1	c-m, sh-h, n	2.782
	f. con tomillares y aliagares submediterráneos con boj: RosQhBr2	c-m, h, n	1.169
	f. sobre roquedos calizos con boj: RosQhBs	c-m, h, n	29
	f. con pastizales mesoxerófilos: RosQhGo1	c-m, h-hh, n-v	10.395
	f. con pastizales mesoxerófilos y boj: RosQhGo2	c-m, h, n-v	363
	f. sobre roquedos calizos con otavera: RosQhGo3	c-m, h-hh, n-v	1.024
	f. con pastos petranos: RosQhKv1	m, sh-h, n	13
<i>Crataego laevigatae-Quercro roboris S.</i>	f. de suelos encharcadizos con juncales: CIQrJu	c-m, h, n	2.368
	f. de laderas con zarzales: CIQrPr	c-m, h, n-v	8.763
<i>Epipactido helleborines-Fago sylvaticae S.</i>	f. con pastizales mesoxerófilos: EpFsBr1	c-m, h, n	921
	f. con boj y pastizales mesoxerófilos: EpFsBr2	c-m, h, n	1.632
<i>Saxifrago hirsutae-Fago sylvaticae S.</i>	f. cantábrica con brezales con otea: ShFsFs	c-m, h-hh, n-v	55.398
	f. altimontana acidófila: ShFsNs	ms, hh, v	222
	f. de afloramientos rocosos silíceos: ShFsSa	c-m, h-hh, v	207
<i>Carici sylvaticae-Fago sylvaticae S.</i>	f. con pastizales mesoxerófilos: CsFsBr	c-m, h-hh, n-v	5.943
	f. de afloramientos rocosos con bojeriales: CsFsBs	c-m, h-hh, n-v	155
	f. con prados mesófilos y acidófilos: CsFsCc	c-m, h-hh, n	341
	f. con pastos petranos: CsFsKv	m, h-hh, n-v	576
	f. de pie de cantil: CsFsMu	m, h-hh, n-v	1.438
	f. de afloramientos rocosos karstificados: CsFsSx	m, h-hh, n-v	348
	f. de terrenos kársticos: CsFsTk	c-m, h-hh, n-v	6.689
f. con matorrales de otea: CsFsUg	c-m, h-hh, n-v	11.814	
<i>Melampyro pratensis-Quercro pyrenaicae S.</i>	f. cantábrica con brezales higrófilos: MpQpyEc	c, h-hh, v	1.127
	f. cantábrica típica: MpQpyQpy	c-m, h-hh, n-v	7.781
<i>Polysticho setiferi-Fraxino excelsioris S.</i>	f. con boj: PsFeBs	c, h, v	148
	f. de zonas rocosas con avellanos: PsFeCa	c, h-hh, v	1.958
	f. con carpe: PsFeCb	c, h-hh, v	854
	f. de laderas: PsFeFe	c, h, v	6.449
f. de fondos de valle: PsFeJu	c, h, v	953	
<i>Pulmonario longifoliae-Quercro petraeae S.</i>	f. típica: PIQp	c, h, n	21
<i>Hyperico pulchri-Quercro roboris S.</i>	f. cantábrica con alisedas: HpQrAn	c, h-hh, v	437
	f. de zonas rocosas con boj: HpQrBs1	c, h, v	67
	f. típica y de zonas rocosas con boj: HpQrBs2	c, h, v	359
	f. de zonas rocosas con brezos: HpQrCR	c-m, h-hh, v	268
	f. cantábrica con brezos higrófilos: HpQrEc	c, h-hh, v	12.978
f. típica: HpQrQr	c, h-hh, n-v	29.658	
<i>Poo nemoralis-Tilietum platyphylli S.</i>	f. con tejedas: Tb	m, h-hh, n	67
Complejos de vegetación de roca	roquedos colinos: CR3	c, h, n-v	73
	roquedos montanos: CR4	m, h-hh, n-v	669
	roquedos altimontano-subalpinos: CR5	ms, h-hh, n-v	383
Vegetación de ribera	geoserie navarro-alavesa y prepirenaica	c, CE, n	40
	geoserie cantábrica, f. navarro-alavesa: G5a	c-m, CE, n	1.458
	geoserie cantábrica, f. vascónca oriental: G5b	c, CE, v	1.051
Complejos de vegetación acuática	embalses y lagunas artificiales	c-m, CE, n-v	185
	vegetación de turberas: CT	c-m, CE, v	19
Áreas industriales y urbanas	IU	-, -, n-v	2.129
Unidades compuestas	<i>Saxifrago-Fageto sylvaticae S.</i> + <i>Carici-Fageto sylvaticae S.</i>	m, hh, v	546
	<i>Hyperico-Querceto roboris S.</i> + <i>Polysticho-Fraxineto excelsioris S.</i>	c, hh, v	446
	<i>Hyperico-Querceto roboris S.</i> + <i>Saxifrago-Fageto sylvaticae S.</i>	c, h-hh, n-v	2.484
			190.358