



BIODIVERSIDAD FORESTAL EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Hernández Laura¹, Barrera Marcelo¹, Condés Sonia², Sandoval Vicente Jesús³, Vallejo Roberto³, Cañellas Isabel¹, Alberdi Iciar¹

1. INIA-CIFOR. Departamento de Selvicultura y Gestión de Sistemas Forestales, Ctra. La Coruña km. 7,5, 28040. Madrid.

2. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n. 28040. Madrid.

3. Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal. Subdirección General de silvicultura y montes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Calle Gran Vía de San Francisco, 4, 28005 Madrid.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. METODOLOGÍA

A. La parcela clásica del Inventario Forestal Nacional. Datos utilizados para el estudio de la biodiversidad.

B. Grupo de indicadores basados en la toma de datos de campo

2. 1. Tipificación de las formaciones arbóreas

2.2. Estructura de la masa

2.3. Madera muerta

2.4. Conservación de la flora: Especies amenazadas e invasoras

2.5. Tipificación del biotopo: cobertura del suelo y frecuencia de elementos singulares

3. FORMACIONES ARBOLADAS PROVINCIALES

3.1. Introducción a las formaciones arboladas de la provincia

3.2. Caracterización de las formaciones arboladas provinciales

3.2.1. Biogeografía de Asturias

3.2.2. Naturalidad de las masas forestales

3.2.3. Descripción de las formaciones arboladas provinciales del principado de Asturias

3.3. Tipificación arbórea. Composición de formaciones arboladas

A. Abundancia de especies arbóreas

B. Mezcla de coníferas y frondosas

C. Índices no paramétricos de biodiversidad

D. Curvas de R \acute{e} nyi

E. Caracterización específica arbórea de la riqueza media por parcela en las formaciones arboladas

3.4. Estructura de las formaciones arboladas

3.4.1. Estructura horizontal

Indicadores estructurales horizontales arbóreos

A. Desviación de la densidad arbórea

B. Rango diamétrico

C. Desviación típica de los diámetros

D. Asimetría diamétrica

E. Índice de Clark y Evans

F. Índice de uniformidad de Gadow

G. Índice de mezcla (Mingling)

H. Índice de equitatividad de Pielou

I. Índice de Byth y Ripley

3.4.2. Estructura vertical

Indicadores estructurales verticales arbóreos

- A. Porcentaje de parcelas con masas ocupadas con subpiso y sin subpiso
 - B. Porcentaje de parcelas con masas coetánea, regular, semirregular e irregular
 - C. Altura dominante
 - D. Desviación típica de la altura media
 - E. Índice de perfil de especies
- 3.4.3. Estructura vertical y horizontal combinadas arbórea y de matorral
 - A. Índice de Importancia arbóreo (IVI)
 - B. Índice de diversidad vertical SQRI
 - C. Complejidad estructural
- 3.4.4. Árboles añosos
- 3.5. Madera muerta
 - 3.5.1. Análisis global de la madera muerta
 - 3.5.2. Pies mayores muertos en pie
 - 3.5.3. Pies mayores muertos caídos
 - 3.5.4. Pies menores muertos (en pie y caídos)
 - 3.5.5. Ramas
 - 3.5.6. Tocones y tocones de brotes de cepa
 - 3.5.7. Acumulaciones
- 3.6. Tipificación arbustiva de las formaciones arboladas
 - 3.6.1. Composición arbustiva de las formaciones forestales
 - A. Riqueza de especies de matorral
 - B. Caracterización de las asociaciones de especies en las formaciones arboladas
 - 3.6.2. Estructura de las formaciones forestales
 - 3.6.2.1. Indicadores estructurales horizontales de matorral
 - A. Fracción de cabida cubierta del matorral respecto del total de la superficie muestreada
 - 3.6.2.2. Indicadores estructurales verticales y horizontales
 - A. Índice de importancia de matorral (IVI)
- 3.7. Conservación de flora
 - 3.7.1. Especies amenazadas
 - 3.7.2. Especies invasoras
- 3.8. Tipificación del biotopo
 - 3.8.1. Cobertura del suelo
 - 3.8.2. Frecuencia de elementos singulares
- 4. CONCLUSIONES
- 5. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO I. CLAVE DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN EL IFN-4

ANEXO II. CLAVE DE LAS ESPECIES DE MATORRAL EN EL IFN-4

ANEXO III. TARIFAS DE CUBICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, se ha producido un cambio de paradigma en la gestión forestal debido a una modificación de sus objetivos. Como consecuencia, una parte importante de los recursos forestales, gestionados tradicionalmente con objetivos de producción, de protección física y paisajística, o de recreo, están pasando a ser gestionados con un objetivo preferente de conservación de la biodiversidad. Además, los compromisos internacionales, requieren herramientas de estimación y valoración de la biodiversidad ágiles, versátiles y eficaces (Gordillo *et al.*, 2000).

Ante este cambio, se hace necesario evaluar la biodiversidad con el fin de poder realizar una gestión adecuada. Esta necesidad ha quedado patente en los últimos años, tal y como se refleja en el texto del Convenio de Diversidad Biológica, en los documentos que de él se derivan (UNEP, 1992, 1995), y en las conclusiones de la Conferencia Europea de Protección de los Bosques de Viena en cuanto a criterios e indicadores de biodiversidad (MCPFE, 2003).

En el campo de la biodiversidad forestal, aunque se cuenta con directrices generales acerca de los distintos parámetros que deben analizarse (UNEP, 1997, 2003), no existen metodologías concretas internacionalmente aceptadas para su medición. Existen numerosas iniciativas cuya finalidad es la armonización de los criterios y enfoques existentes para su estimación, como son los proyectos Biosoil (2004) y la acción COST E-43 (2004). Sin embargo, hasta el momento, en cada uno de los países europeos que participan en estas acciones internacionales se han desarrollado metodologías distintas para la evaluación de los diferentes elementos y procesos de los sistemas forestales.

La biodiversidad es un término que engloba aspectos tan diversos que es imposible su estimación completa. Por ello, en función de los objetivos de cada inventario, los estudios de biodiversidad pueden ser enfocados de muy diferentes maneras. En el ámbito de los Inventarios Forestales Nacionales, estos estudios denominados de “biodiversidad forestal” se centran principalmente en la estructura y composición florística, complementándose con otras mediciones.

En el marco del Inventario Forestal Nacional (IFN) Español, considerando nuestra realidad forestal actual, se diseñó una metodología de estimación de la biodiversidad, elaborándose además un método de evaluación de la misma por medio de la aplicación de índices y valores umbral, que permiten medir el estado de conservación de nuestras masas forestales.

Las metodologías y las variables medidas por los diferentes países fueron estudiadas en la acción COST E43 (2004) analizando las posibilidades de armonización de éstas. El número de variables consideradas es muy diferente pese a que la mayor parte de ellas son muestreadas en todos los países, puesto que están relacionadas con los nuevos requerimientos internacionales (como la contabilización del carbono o las relativas a los criterios e indicadores de gestión sostenible) (ver Figura 1.1). Además sus metodologías están condicionadas por las establecidas previamente en los IFN nacionales, proyectos en origen completamente independientes, para la medición de variables relacionadas con el volumen maderable que responden a muy diversas condiciones forestales. No obstante, para casi todas las variables estimadas en la gran mayoría de los países, la armonización es posible, estando en la actualidad analizándose las funciones de paso. Este es el caso de las variables de estructura de la masa o madera muerta.

El IFN español, perteneciente a la red de trabajo ENFIN (*European Network of National Forest Inventories*) ha desarrollado su metodología paralelamente a las propuestas de armonización, añadiendo incluso mediciones adicionales propuestas por el grupo de trabajo de biodiversidad del proyecto COST-43, formado por técnicos pertenecientes a esta red.

Las nuevas variables tomadas en campo además de las consideradas en el “inventario clásico” hacen posible la estimación de diversos indicadores relacionados con la cobertura del suelo, la composición, la estructura de la masa (tanto horizontal como vertical), la madera muerta, la abundancia de herbáceas y de helechos y la frecuencia de elementos singulares. Además se han considerado un grupo de indicadores relacionados con la acción antrópica.

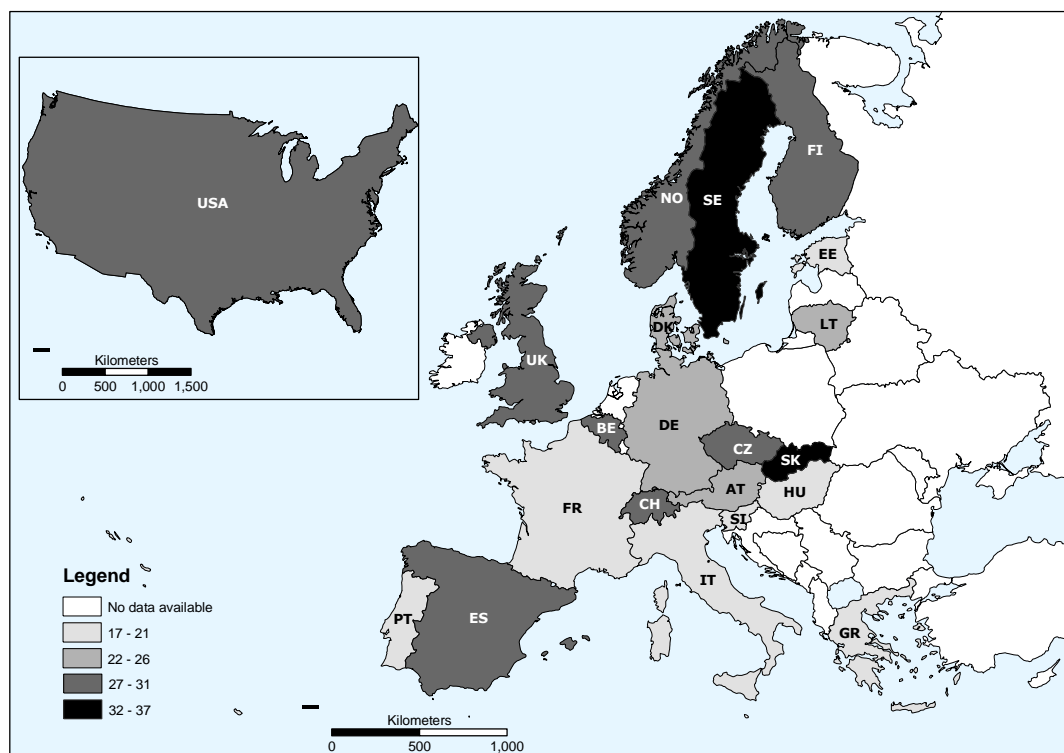


Figura 1.1. Número de variables de biodiversidad forestal consideradas actualmente en los diferentes países europeos y en EE.UU. según el estudio realizado en el proyecto COST E43 (Chirici *et al.*, 2010).

La gestión sostenible de los sistemas forestales exige un conocimiento profundo no sólo de las existencias en superficie arbolada o en existencias maderables, para considerar si la gestión que se realiza es la adecuada para la conservación de las funciones productivas de estos sistemas. También se debe analizar el efecto de esta gestión en la conservación e incremento de otras funciones de los sistemas forestales. Este trabajo nos permitirá evaluar la biodiversidad de los sistemas forestales de Asturias y permitirá en el futuro poder estudiar la evolución de la misma frente al cambio global al que todos estos sistemas forestales están sometidos.

2. METODOLOGÍA

El Inventario Forestal Nacional (IFN) está concebido como un inventario de periodicidad al menos decenal y con un muestreo estadístico sistemático. Las parcelas de muestreo se sitúan en las zonas arboladas sobre los vértices de la malla UTM de 1 km repitiéndose las parcelas levantadas en los sucesivos inventarios y añadiendo otras nuevas parcelas en ciertas ocasiones. El Mapa Forestal de España 1:25.000 (MFE 25) es la base de la información cartográfica del IFN4 (Vallejo, 2005, Robla *et al.*, 2009). En él, se consideran las teselas situadas en superficie forestal con una fracción de cabida cubierta (Fcc) superior al 10 %. Las teselas son recintos que definen superficies homogéneas en cuanto a tipo estructural de la vegetación, especies, Fcc total y Fcc arbolada, distribución de la vegetación arbórea, ocupación de las especies arbóreas, y estado de la masa (regenerado, monte bravo, latizal y fustal). El tamaño mínimo de las teselas arboladas considerada es de 1 ha.

En los ecosistemas forestales generalmente se pueden determinar tres componentes de la biodiversidad (Schulze y Mooney, 1994): composición, estructura y funcionalidad. El enfoque de la metodología del Cuarto Inventario Forestal se basa en la obtención de indicadores relativos a la composición y a la estructura debido a su facilidad de medición (Ferris y Humphrey 1999; Crow *et al.*, 1994) y a la objetividad de los datos obtenidos. Aunque el estudio de la funcionalidad no se está abordando específicamente, algunos de los indicadores estructurales pueden ser estimadores de índices funcionales, como es el caso de la madera muerta (indicador estructural) que es un buen estimador del proceso de descomposición (Ferris y Humphrey, 1999).

Hay tres niveles de biodiversidad aceptados: genética, de especies y de ecosistema (WRI, 1992). Estos tres niveles están lógicamente interrelacionados entre ellos. Dado que nuestra escala de muestreo es provincial, la aproximación que se ha considerado como la más oportuna es la de ecosistema, tanto por tamaño como por los conceptos que engloba. Los ecosistemas considerados serán los definidos en el IFN-4 como formaciones. En esta escala se consideran las tendencias de distribuciones de especies y de las comunidades, las especies indicadoras así como las diferentes interacciones del ecosistema. Por lo tanto, para realizar una aproximación práctica a la biodiversidad a nivel de ecosistema (Finegan *et al.*, 2001), se determinan distintas formaciones, en lugar de centrarse en especies.

Para la evaluación de la biodiversidad se han utilizado diferentes fuentes de información:

- a.) Datos procedentes del estadillo clásico: para estimar la riqueza de especies arbóreas y de matorral y para parte del estudio de la estructura horizontal y vertical de la masa.
- b.) Datos procedentes del estadillo específico de biodiversidad.

A continuación se realiza una descripción de la metodología de la toma de datos en las parcelas clásicas del IFN-4 que son utilizados para la evaluación de la biodiversidad. La metodología de la toma de datos específica de biodiversidad es explicada en cada apartado respectivo. En la Tabla 2.2 se presentan los grupos de indicadores de biodiversidad estimados. En estos análisis se establecen umbrales máximos y mínimos que puedan proporcionar al gestor una idea del estado de las masas forestales. Para ello, se calcularon para cada formación los valores máximos y mínimos alcanzados por cada indicador.

Tabla 2.2. Grupos de indicadores calculados para la estimación de la biodiversidad.

1.	Tipificación arbórea y de matorral de las formaciones arboladas
2.	Estructura de las formaciones arboladas
3.	Madera muerta
4.	Conservación de la flora: especies amenazadas e invasoras
5.	Tipificación del biotopo: cobertura del suelo y frecuencia de elementos singulares

A. La parcela clásica del Inventario Forestal Nacional. Datos utilizados para el estudio de la biodiversidad.

Pies mayores: Árboles cuyo diámetro normal (d) es mayor de 7,5 cm

Se muestrean todos los pies de cualquier especie arbórea, en función de su diámetro normal (diámetro a una altura de 1,3 m sobre el suelo, d) y de su distancia reducida al centro de la parcela. El muestreo se hace en parcelas circulares de radio múltiple, parcelas concéntricas con el siguiente criterio (Figura 2.1):

- $75 \text{ mm} \leq d < 125 \text{ mm}$: distancia del árbol al centro menor o igual a 5 m
- $125 \text{ mm} \leq d < 225 \text{ mm}$: distancia del árbol al centro menor o igual a 10 m
- $225 \text{ mm} \leq d < 425 \text{ mm}$: distancia del árbol al centro menor o igual a 15 m
- $425 \text{ mm} \leq d$: distancia del árbol al centro menor o igual a 25 m

La distancia se mide desde el centro de la parcela a un punto situado en la línea teórica del eje del árbol a 1,30 m del suelo.

En todos los árboles de la muestra se toman datos de rumbo, distancia, especie (código de especies arbóreas para el IFN-4), calidad, forma de cubicación, diámetro y altura total.

Las clases de calidades son las siguientes:

- Calidad 1: Árbol sano, vigoroso, óptimamente conformado, sin señales de vejez, capaz de proporcionar muchos y valiosos productos, no dominado y con excelentes perspectivas de futuro.
- Calidad 2: Árbol sano, vigoroso, no dominado, sin señales de vejez, con algún defecto de conformación y capaz de proporcionar bastantes productos valiosos.
- Calidad 3: Árbol no totalmente sano y vigoroso, o algo viejo o dominado, con bastantes defectos de conformación, pero capaz de proporcionar algunos productos valiosos.
- Calidad 4: Árbol enfermo y débil o viejo, con muchos defectos de conformación, solamente capaz de proporcionar productos de valor secundario.

- Calidad 5: Árbol muy enfermo, débil o viejo, con pésima conformación y aprovechamientos escasos y de poco valor.
- Calidad 6: Árbol muerto pero sin pudrir aún y capaz todavía de proporcionar algún bien aprovechable.

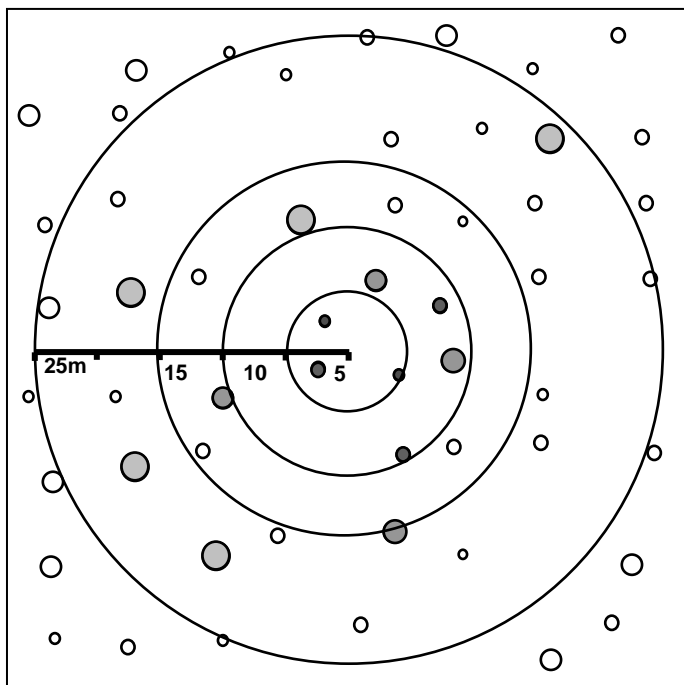


Figura 2.1. Diseño de las parcelas del IFN. En color oscuro aparece la muestra de pies muestreados dentro de circunferencia concéntrica.

El objetivo de la forma de cubicación, es separar los árboles de una misma especie en grupos más homogéneos con respecto a su forma de cubicación y así aplicarles distintas ecuaciones más ajustadas a cada perfil. El técnico observa cada pie y le asigna el número que más se ajuste de los citados a continuación:

- Forma 1: Árboles fusiformes prácticamente en todo su fuste, con troncos maderables, limpios y derechos de más de 6 m, flecha inferior al 1% de su longitud, veta no torcida y diámetro normal mayor de 20 cm.
- Forma 2: Árboles que cumplan las cuatro condiciones siguientes: ser fusiformes, tener troncos maderables de 4 o más metros, ramificarse por la parte superior y no pertenecer a la forma 1.
- Forma 3: Árboles fusiformes generalmente pequeños, en los que el diámetro del fuste de 75 mm queda por debajo de los 4 m de altura.
- Forma 4: Árboles cuyo tronco principal se ramifica antes de los 4 m de altura y que pertenezcan a algunas de las siguientes especies 07, 12, 16, 23, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 55, 56, 57, 66, 67, 71, 72, 74, 75, 79 y 94 (códigos de especies del IFN-4).

- Forma 5: Árboles cuyo tronco principal es tortuoso, está dañado o es muy ramoso, por lo que no admite la clasificación en formas 1, 2 ó 3. También pies de altura de fuste menor de 4 m si son de especies diferentes a las de los códigos de forma 4 y 6.
- Forma 6: Árboles descabezados o trasmochos a los que se les ha cortado la parte superior del tronco y las ramas en puntos próximos a su inserción en el tronco y que pertenezcan a algunas de las siguientes especies: 41, 42, 43, 55, 56, 71, 72 y 94 (códigos de especies del IFN-4).

Las variables que se emplearán en el estudio de la biodiversidad serán la especie, calidad, forma de cubicación (se emplean las mismas tarifas para cubicar la madera muerta, ver metodología de madera muerta), diámetro y altura.

Matorral

Se relacionan las especies de matorral presentes en la parcela circular de 10 m de radio. Se consideran sólo aquellas que aparecen en el listado de especies de matorral (código de especies de matorral para el IFN-4). Para cada especie se calcula la fracción de cabida cubierta en tanto por ciento (%) y la altura media en decímetros.

B. Grupo de indicadores basados en la toma de datos de campo

2.1. Tipificación de las formaciones arboladas. Composición de especies arbóreas y de matorral

Composición arbórea

Para la estimación de la composición de especies leñosas se consideran índices de biodiversidad que combinan los parámetros riqueza de especies y heterogeneidad.

Se analizan los siguientes indicadores:

- Abundancia de especies arbóreas (riqueza)
- Mezcla de coníferas/frondosas
- Índices no paramétricos de diversidad
- Curvas de Rènyi
- Caracterización de las asociaciones de especies en las formaciones arboladas

A. La riqueza de cada formación se caracteriza contando el número total de especies diferentes encontradas en cada parcela de muestreo. Se incluyen las especies pertenecientes al estrato de regeneración. Este estimador tan fácil de interpretar muestra en diversos estudios buenas correlaciones con distintos taxones, especialmente con las comunidades aviares y las mariposas (Vessby *et al.*, 2001; Margalef, 1998; Gil-Tena *et al.*, 2007, 2009). Los indicadores considerados para determinar la riqueza son el máximo y mínimo número de especies presentes en las

parcelas que caracterizan cada formación, así como la media, desviación típica e intervalo de confianza (95%) y, por último, el número total de especies en cada formación.

B. El indicador **mezcla de coníferas/frondosas** es un indicador del reparto proporcional entre estos grupos de especies. Por una parte se calcula la superficie y porcentaje de superficie de las masas de coníferas, las masas de frondosas, las masas mixtas y las de matorral con arbolado ralo o disperso. Estas divisiones son muy generales ya que se han realizado reclasificando en estas cuatro clases las formaciones y no las parcelas.

En un análisis más detallado se determinan las relaciones coníferas/frondosas a partir del área basimétrica, y del número de pies por hectárea como informaciones complementarias. En este caso la base de cálculo es la parcela.

C. Como la riqueza, aunque sencilla de interpretar, es muy sensible al tamaño muestral y puede ocultar cambios en la dominancia/uniformidad (referente al número de especies y al número de individuos de cada una de ellas), se consideran otros índices matemáticos que se calculan para cada formación. Los **índices no paramétricos de diversidad** son, pese a ser criticados con frecuencia por su difícil interpretación biológica, muy populares, por incorporar las abundancias relativas de las especies y por su facilidad de cálculo (Bravo-Núñez, 1991).

Dentro de este grupo de indicadores se calculan las densidades de especies (número de especies respecto al área muestreada) para cada formación y los siguientes índices de riqueza: Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1948), Margalef (Clifford y Stephenson, 1975 modificado por Margalef, 1998) y Menhinick (Whittaker, 1977), y los siguientes índices de dominancia: Berger-Parker (Berger y Parker, 1970) y Simpson (Simpson, 1949; modificado por Magurran, 1988) (Tabla 2.3).

Tabla 2.3. Índices de riqueza o dominancia de especies		
Índice	Fórmula	Variables
Shannon-Weaver	$H = \sum_i^S (-\ln p_i) p_i$	S: nº especies p_i : proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos
Margalef	$D_{MG} = \frac{S-1}{\ln N}$	S: nº especies N: nº de árboles
Menhinick	$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$	S: nº especies N: nº de árboles
Berger-Parker	$1 - D_{BP} = 1 - \frac{N_{\max}}{N}$	N_{\max} : nº de árboles de la especie más representada N: nº de árboles totales
Simpson	$1 - D = 1 - \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$	n_i : número de árboles de la especie i N: nº de árboles totales

D. Se realiza una comparación de las distintas formaciones a través de la **familia de curvas de Rényi** (1961), basado en el concepto de entropía, que se define como:

$$H_{\alpha} = \frac{\left(\log \sum_{i=1}^s p_i^{\alpha} \right)}{(1 - \alpha)}$$

donde α es el orden ($\alpha \geq 0$) y p_i es la abundancia proporcional de la especie i .

Para comparar comunidades diferentes, se calcula H_{α} para un rango de valores de α generándose numerosos valores de indicadores de diversidad de especies. Rényi demostró que cuando α toma los valores 0, 1 y 2 se obtienen los índices del número total de especies, el índice de Shannon-Weaver y el índice de Simpson respectivamente. El resultado es una curva para cada formación, en donde en el eje de abscisas se representan los valores del parámetro α y en el eje de ordenadas, los valores de los indicadores de diversidad.

Por lo tanto, si una comunidad toma valores más altos a lo largo de todos los puntos de la curva H_{α} que el resto de las formaciones con las que se está comparando, se puede considerar que es más diversa. Si las curvas de las dos formaciones se cruzan, no serán comparables en cuanto a riqueza se refiere al depender del valor de α que estos indicadores de composición resultantes sean mayor o menor.

Estos análisis se han realizado con el paquete estadístico “*Species Diversity & Richness*” (PISCES Conservation Ltd, 2002).

E. Caracterización específica arbórea de la riqueza media por parcela en las formaciones arboladas.

Con el objetivo de caracterizar la riqueza de las formaciones arboladas se realiza el cálculo tanto de la riqueza media por parcela arbórea como de matorral de las parcelas en las que se observa la presencia de una especie arbórea concreta. De este modo se analiza la tendencia de las especies a formar masas mixtas con mayor o menor número de especies o por el otro lado, la tendencia a formar masas puras.

Composición de matorral

La riqueza de especies de matorral, en términos de composición, se evalúa a través del el **número de taxones presentes** (se habla de taxones ya que no se puede hablar de especies, puesto que se muestrean sólo las especies enumeradas en el Anexo 2 y en muchos casos, no son especies, sino géneros) y se considera el temperamento y características de las especies presentes. Esta información es de gran ayuda tanto para la caracterización de las masas forestales como para el análisis del grado de evolución de la formación.

También se calcula la **densidad de matorral** media de dichos taxones (enumerados en el Anexo 2) como el número de taxones encontrados dividido por la superficie muestreada.

Finalmente se analizan las **asociaciones de especies arbóreas y de matorral** de las diferentes formaciones arboladas considerando la composición arbórea dominante de cada una de ellas. En las figuras que se exponen en los resultados se representa el porcentaje del número de parcelas en las que aparecen las diferentes especies de matorral presentes en cada una de las formaciones forestales arboladas con la presencia de las especies arbóreas dominantes de la formación. Se ha considerado la presencia de las especies arbóreas dominantes aquellas con una presencia en las parcelas superior al 50% en la formación arbolada.

2.2. Estructura de la masa

La estructura de la masa forestal es uno de los objetivos clásicos de los Inventarios Forestales Nacionales. Resulta fácil de medir y es importante a la hora de abordar nuevas medidas de gestión y conservación. En la estimación de la biodiversidad se consideran además algunos indicadores complementarios a los descritos en el inventario clásico. Se consideran índices tanto de estructura vertical como de estructura horizontal, además de algunos que combinan ambos conceptos. Estos índices se calculan para especies arbóreas y especies de matorral. En el caso de las especies arbóreas, los datos utilizados son los referidos a los pies mayores ($d \geq 7,5$ cm).

Estructura horizontal

Indicadores de estructura horizontal arbórea

Los indicadores de estructura horizontal arbórea considerados son los siguientes:

- A. Desviación de la densidad arbórea
- B. Rango de variación de los diámetros
- C. Desviación típica de los diámetros
- D. Asimetría diamétrica
- E. Índice de Clark y Evans
- F. Índice de Uniformidad de Gadow
- G. Índice de Mingling
- H. Índice de equitatividad de Pielou
- I. Índice de Bith y Ripley

Para el cálculo de estos indicadores se ha utilizado la información de los pies mayores en las parcelas clásicas del Inventario Forestal Nacional.

El número de árboles añosos puede ser considerado como parte de la estructura horizontal (debido a los diámetros alcanzados por estos pies) o como componente de la biodiversidad funcional.

A continuación se detallan los datos de campo adicionales que se han medido específicamente para el cálculo de indicadores de vecindad.

A. La densidad arbórea se presenta como el número de pies por hectárea de la formación, calculado como media del número de pies por hectárea en cada parcela. Para su cálculo se deben tener en cuenta los factores de expansión puesto que se trata de parcelas de radio variable. Estos factores de expansión son coeficientes que multiplicados adecuadamente convierten los datos de las parcelas concéntricas en estimaciones referidas a una superficie de referencia. Por lo tanto, éstos deben considerarse en el caso de la estructura horizontal en los indicadores enumerados como B, C, D y E. El factor de expansión (f_i) se define como la relación que existe entre la superficie de referencia (en este caso se considera la hectárea) y la superficie de la parcela. La fórmula empleada es la siguiente:

$$f_i = \frac{10.000}{\pi \cdot R_i^2}$$

donde R_i es el radio de la parcela. Puesto que las parcelas concéntricas consideradas son de 5, 10, 15 y 25 m de radio, midiéndose en ellas tal y como se comentó anteriormente los pies mayores con diámetros mínimos inventariables de 75, 125, 225 y 425 mm respectivamente, se calcula un factor de expansión para cada una de estas parcelas concéntricas (f_5 , f_{10} , f_{15} y f_{25}). El último paso es el de multiplicar los factores de expansión por el número de pies correspondiente a cada uno de los intervalos definidos por los diámetros mínimos inventariables.

La **desviación de la densidad arbórea** sí que puede ser considerada como indicador de biodiversidad forestal indicando la homogeneidad o heterogeneidad de las masas.

B. Para cada formación forestal arbolada se calcula el **rango de variación de los diámetros** de cada parcela, es decir, la diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo. Esta información puede dar una idea de diversidad de diámetros y de edades, y es un buen indicador para conocer el estado de evolución de las masas. Interesa que esta distribución sea lo más diversa posible, creando así oportunidades de alimentación y refugio a numerosas especies animales, es decir distintos nichos ecológicos. Se deben considerar también para su cálculo los factores de expansión.

C. Otra medida de variación del tamaño de los árboles es la **desviación típica (S)** de los diámetros recomendada por Neumann y Starlinger (2001). Obteniéndose como la raíz cuadrada de la cuasivarianza:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

donde n representa el número total de árboles en la parcela, d_i el diámetro de cada árbol y \bar{d} el diámetro medio. Se deben aplicar los factores de expansión para su estimación.

D. El cálculo de la **asimetría diamétrica** se calcula con el coeficiente de Charlier:

$$\beta_{Ch} = \frac{m_3}{s^3} \quad m_3 = \frac{\sum_i^n (d_i - \bar{d})^3}{n-1}$$

siendo m_3 el momento de orden 3 de la distribución diamétrica, n representa el número total de árboles en la parcela, d_i el diámetro normal de cada árbol, \bar{d} el diámetro normal medio y s es la desviación típica de la misma.

La asimetría, al igual que el número de pies, pese a no ser reconocido como indicador de biodiversidad, se calcula por su relevancia al describir la estructura de la masa. Se deben considerar para su cálculo los factores de expansión.

E. Una de las características de la diversidad estructural no tenida en cuenta hasta ahora por el diseño del muestreo de las parcelas concéntricas, es la distribución espacial de los pies mayores. Con el muestreo de los árboles vecinos detallado anteriormente, se calculan este tipo de índices. El **índice de Clark y Evans** se define como:

$$I_{CE} = \frac{\text{Media de la distancia mínima observada entre árboles}}{\text{Distancia media esperada entre árboles}} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_{it}}{0,5 \cdot \sqrt{10000/N}}$$

donde D_{it} representa la distancia entre un árbol elegido al azar y su vecino más próximo, n el número de árboles muestreados y N el número de pies por hectárea. La distancia media esperada corresponde a una distribución de Poisson.

En el caso del IFN debido a las restricciones propias del muestreo, se seleccionan un máximo de 5 árboles ($n \leq 5$).

Si el valor del índice es menor que 1 indica una distribución con tendencia a agregados, si es cercano a 1 indica una distribución aleatoria y si es mayor de 1 una distribución con tendencia a la regularidad (Clark y Evans 1954).

F. El **índice de uniformidad de ángulos de Gadow (para cuatro árboles)** permite hacer una estimación de la distribución espacial sin medir distancias. El método se basa en medir los ángulos w_{ij} desde el árbol i a los vecinos n y analizar si son mayores o menores del ángulo esperado w . Gadow *et al.* (1998) plantean utilizar el método de inventario de los 4 árboles propuesto por Földner (1995) (Del Río *et al.*, 2003) para calcular el índice. En este caso particular seleccionado por el IFN, el índice se calcula según la fórmula siguiente:

$$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 w_j$$

donde w_j toma los valores 0 ó 1 dependiendo del valor del ángulo entre los árboles vecinos: 1 si el ángulo es menor que 100 g (centesimales) y 0 en caso contrario, y 4 es el número de árboles considerados.

Cuando este índice es 0, indica estricta regularidad, cuando es 0,25 regularidad; 0,5 aleatoriedad; 0,75 irregularidad (en agregados) y 1 alta irregularidad.

G. Para tener información sobre la estructura espacial de la distribución de diferentes especies Gadow (1993) definió un índice de mezcla de especies o **índice de Mingling (para tres árboles)** que tiene en cuenta a 3 vecinos. Se estima por lo tanto, la mezcla de especies considerando las especies de los tres árboles vecinos más próximos. La ecuación para su cálculo es la siguiente:

$$M_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 v_{ij}$$

donde v_{ij} toma el valor 1 cuando el árbol vecino es de una especie diferente que el árbol objeto, y el valor 0 cuando son de la misma especie.

El valor de este índice varía por lo tanto de 0 a 1, cuanto más próximo a 1 más mezcladas se encuentran las especies y cuanto más cercano a 0 más se agrupan las especies.

H. El índice de Pielou (1977) refleja la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima teórica, siendo una medida de la uniformidad en la diversidad de una formación forestal. Un mayor valor indica que el máximo de especies de la formación se encuentra en un mayor número de parcelas reflejando una diversidad homogénea. Se calculó de la siguiente manera:

$$I_p = \pi \times \left(\frac{1}{n} \sum_1^n D_{pt}^2 \right) \times N$$

que tiene en cuenta la distancia entre puntos y el árbol más cercano (D_{pt}) y la densidad o el número de pies de la masa (N).

I. El índice de Byth y Ripley se trata de un índice utilizado para la diferenciación de la estructura espacial de pies arbóreos en sistemas forestales. En el caso de distribuciones con agregados el índice tomará valores mayores a 0,5. Para distribuciones regulares el índice toma valores inferiores a 0,5. En el caso de masas irregulares, tomará valores cercanos a 0,5. Se calcula de la siguiente forma:

$$I_{BR} = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{D_{pt}^2}{D_{tt}^2 + D_{pt}^2}$$

Donde n es el número total de pies por parcela y D_{pt} es la distancia entre un punto seleccionado aleatoriamente y el árbol vecino más cercano.

Indicadores estructurales horizontales de matorral

El indicador estructural horizontal de matorral que se ha considerado es la fracción de cabida cubierta, por lo que se muestran los valores de porcentaje de superficie muestreada (parcelas) ocupadas por matorral con las diferentes clases de fracción de cabida cubierta.

A. Se ofrecen los resultados de la **Fcc** ocupados por las clases de Fcc: de 0 a 9%, de 10 a 39%, de 40 a 69%, y mayor o igual que 70%. Este dato se calcula sumando las fracciones de cabida cubierta de todas las especies. Debe considerarse que el solape entre especies no se puede detectar, excepto en el caso de que la Fcc sea mayor de 100. Los datos más indicativos son el porcentaje de superficie con matorral en cada formación y el porcentaje de la superficie con una Fcc superior a 100 (existencia segura de solape arbustivo).

Estructura vertical

Indicadores estructurales verticales arbóreos

La estructura vertical se ha estimado mediante indicadores que tienen en cuenta únicamente los datos de los pies mayores del estadillo clásico del IFN-4.

Los indicadores considerados son los siguientes:

- A. Porcentaje de parcelas ocupadas por masas con subpiso y sin subpiso
- B. Porcentaje de parcelas con masas coetánea, regular, semirregular e irregular
- C. Altura dominante (Assmann, 1970)
- D. Desviación típica de la altura media
- E. Índice de perfil de especies (Pretzsch, 1996)

A. El objetivo del cálculo del **porcentaje de parcelas ocupadas por masas con subpiso y sin subpiso** es una primera descripción de la estructura vertical arbórea. Sin embargo, este indicador entraña en muchas ocasiones complicaciones debidas a la compleja definición y diferenciación de los pisos verticales. Si el número de pisos es mayor, el bosque presenta una mayor complejidad estructural, por lo que se considera un buen indicador de biodiversidad. Se considera masa con subpiso aquella masa forestal en la que convive un rodal de la especie principal con otro rodal regular de una especie más tolerante y de menor porte que forma el subpiso. Una masa con varios pisos es aquella formada por un rodal regular principal, un rodal de reserva y un subpiso (Serrada *et al.*, 2008). En el IFN-4 las masas arbóreas se clasifican en dos categorías: sin subpiso y con subpiso o varios pisos.

B. Para la determinación del **porcentaje de parcelas con masas coetáneas, regular, semirregular e irregular**, se usan los diámetros como estimadores puesto que en el Cuarto Inventario Forestal Nacional se han tomado edades únicamente de las masas coetáneas y regulares.

Los datos estimados se calculan en función de las formas principales de masa. Las definiciones consideradas son las siguientes:

- Coetánea: Cuando al menos el 90% de sus pies tienen la misma edad individual. Ejemplo típico las repoblaciones.
- Regular: Cuando al menos el 90% de sus pies pertenecen a la misma clase artificial de edad o misma clase diamétrica en su defecto.

- Semirregular: Cuando al menos el 90% de sus pies pertenecen a dos clases artificiales de edad cíclicamente contiguas o dos clases diamétricas contiguas en su defecto.
- Irregular: Cuando no se cumplen las condiciones anteriores, es decir, cuando en cualquier parte de la masa existen pies más o menos mezclados, de todas las clases de edad o de varias clases diamétricas en su defecto.

C. La **altura dominante** de Assmann se calcula como la altura media de los 100 pies más gruesos por hectárea. Se determinan las especies con mayor ocupación en cada parcela (hasta un máximo de tres) y para cada especie y en función del orden relativo de ocupación en ésta (uno, dos o tres) se seleccionan los 100 pies más gruesos por hectárea considerando los factores de expansión en las parcelas de muestreo. Con estos valores por parcela se calcula la altura dominante promedio y su desviación por especie y por orden de ocupación para cada formación forestal. Esta variable dasométrica tiene un gran interés en el análisis de la biodiversidad puesto que refleja la calidad de estación.

D. También se calcula para cada parcela la **desviación típica de la altura media** de los pies mayores. Tras el análisis de estos indicadores se deducen los valores promedios para cada formación forestal. La medida de la desviación es un buen indicador de la diversidad estructural de la masa.

F. El **índice de perfil de especies** (índice de Shannon de estructura vertical) se calcula a partir de la proporción de árboles en diferentes estratos de altura en cada parcela, y como media de todas las parcelas de la formación.

En primer lugar se estima la altura máxima del arbolado como la altura máxima de los pies de la parcela, y se divide dicha altura máxima en 3 estratos de altura:

- piso 1: 80-100% de la altura máxima
- piso 2: 50-80% de la altura máxima
- piso 3: 0-50% de la altura máxima

A continuación se determina el estrato en que se encuentra cada árbol, contabilizando la proporción del número de árboles de cada especie en cada piso: $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{N}$,

donde n_{ij} es el número de árboles de la especie i en el piso j y N el número total de árboles en la parcela.

El índice se calcula como:

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^B \begin{cases} p_{ij} \cdot \ln p_{ij} & \text{si } p_{ij} > 0 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

donde S es el número de especies y $B=3$ el número de pisos.

El valor de este índice aumenta cuando se incrementa el número de especies y cuanto más homogéneamente están repartidos los pies en los tres estratos verticales definidos. Se debe tener en cuenta que la diferente definición de los pisos cambia significativamente los resultados de este indicador de estructura vertical.

Al calcularse el índice de Shannon en cifras absolutas, éste puede normalizarse en función del valor teórico máximo posible, a partir del Índice de Shannon de estructura vertical relativo:

$$A' = 100 \frac{A}{máxA}$$

Indicadores de estructura vertical y horizontal combinados

En este apartado se calculan indicadores que combinan datos de la estructura horizontal y la vertical de las especies arbóreas y de matorral. Los indicadores calculados son los siguientes:

- A. Índice de Importancia arbóreo (IVI)
- B. Índice de Importancia de matorral (IVI) (Gordillo *et al.*, 2000)
- C. Índice de diversidad vertical SQRI (Barbeito *et al.*, 2009)
- D. Complejidad estructural vertical

El índice de importancia IVI (*Importance Value Index*), atribuido a Curtis y MacIntosh (1951) se calcula para cada especie arbórea y para cada taxón de matorral con el fin de obtener información sintética y clara acerca de la importancia de un taxón en un ecosistema.

La información que se puede extraer de este índice es útil para la caracterización de las masas forestales, para analizar la dominancia de unas especies sobre otras e incluso analizar la dinámica de algún taxón en una formación concreta. Un valor alto del índice de una determinada especie indica una mayor dominancia. Dependiendo del peso de sus distintos componentes analizados, puede que esta dominancia sea debida a la presencia de la especie, a la ocupación de sus individuos o al volumen que ocupan. Este indicador puede ser considerado de composición o de estructura, puesto que combina valores de variables relacionados con ambos grupos.

- A.** Para el cálculo del **IVI de la vegetación arbórea** (referido a los pies mayores), se suman los siguientes componentes para cada especie en cada formación:
- el porcentaje de presencia (de cada especie) en las parcelas (IVI-1),
 - el porcentaje del número de pies mayores por hectárea de dicha especie respecto al número de pies por hectárea total (IVI-2) y
 - Porcentaje del área basimétrica por hectárea de la especie considerada respecto al área basimétrica total (IVI-3).

Se denominan respectivamente a estos tres sumandos: IVI-1, IVI-2 e IVI-3. Así pues el IVI puede oscilar entre 0 y 300%. Los datos que se presentan en esta publicación son los obtenidos para el IVI-1 y el IVI (resultado final).

B. Para el cálculo del **índice de importancia de matorral**, se consideran para cada especie o género (listado en el Anexo 2), los tres sumandos siguientes:

- El porcentaje de presencia (de cada especie) en las parcelas (IVI-1),
- El porcentaje de la fracción de cabida cubierta de dicha especie respecto a la fracción de cabida cubierta total del matorral (IVI-2)
- El porcentaje del volumen aparente de matorral de dicha especie (resultado de multiplicar la Fcc de la especie por su altura media) respecto al total de volumen aparente de todas las especies (IVI-3).

Al igual que en el caso anterior, se denominan respectivamente a estos tres sumandos: IVI-1, IVI-2 e IVI-3; oscilando el IVI resultante entre 0 y 300%. Los datos que se presentan en esta publicación son los obtenidos para el IVI-1, IVI-2, IVI-3 y el IVI (resultado final).

C. El índice de diversidad SQRI definido por Barbeito *et al.* (2009) está basado en la raíz cuadrada de la suma de las diferencias en alturas de los pies de una parcela. Cuanto mayor es el valor del índice, mayor es la diversidad estructural vertical de la parcela en cuestión. Se calcula de la siguiente manera:

$$SQRI = \sum_{j=1}^n p_j \sqrt{|H_j - \bar{H}|}$$

donde p_j es el ratio entre el área basal del árbol j y el área basal total de la parcela, y H_j es la altura del árbol j .

D. Un estimador estructural adicional, resultado de la combinación de los datos de la estructura arbórea y arbustiva, es la **complejidad estructural vertical**. Es la consecuencia de clasificar en 10 clases, en función del número de estratos arbóreos, la Fcc arbolada y la Fcc arbustiva (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Definición de clases de complejidad estructural vertical.

Clase	Fcc matorral	Nº estratos arbóreos
Clase 10	mayor de 40	por lo menos 2
Clase 9	entre 0 y 40	2 estratos
Clase 8	mayor de 70	1 estrato. Fcc arbolada > 50
Clase 7	entre 40 y 70	1 estrato. Fcc arbolada > 50
Clase 6	entre 10 y 40	1 estrato. Fcc arbolada > 50
Clase 5	menor de 10	1 estrato. Fcc arbolada > 50
Clase 4	mayor de 70	1 estrato. Fcc arbolada < 50
Clase 3	entre 40 y 70	1 estrato. Fcc arbolada < 50
Clase 2	entre 10 y 40	1 estrato. Fcc arbolada < 50
Clase 1	menor de 10	1 estrato. Fcc arbolada < 50

Árboles añosos

Se determina la **cantidad de árboles añosos** en razón de su importancia como factor que proporciona refugios de fauna y biodiversidad (Ranius y Jansson, 2000; Nilsson y Baranowski, 1997). Además se puede considerar como indicador de la naturalidad o de la gestión forestal de una región. La definición de “árboles añosos” se ha particularizado para cada especie, aunque atendiendo a la longevidad de éstas algunas han quedado excluidas, como es el caso de muchas especies alóctonas (ej: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle). Se ha determinado cada uno de los diámetros críticos atendiendo a la longevidad de la especie, el turno de corta, bibliografía especializada, así como los datos obtenidos en el Tercer Inventario Forestal Nacional. Siendo los árboles con diámetro normal superior a ese valor crítico los considerados árboles añosos. Estos diámetros críticos varían desde 42,5 cm hasta 100 cm dependiendo de la especie. En lo referente a este indicador se proporciona:

- Calidad y diámetro del pie añoso más grueso de cada formación.
- Número de pies de cada especie así como distribución espacial de los pies añosos con un diámetro normal mayor de 100 cm en cada formación y en la comunidad.
- Número de pies por hectárea y diámetros mínimo, máximo y medio por especie de los árboles añosos de cada comunidad.
- El dato de la calidad, estimado en el estadillo clásico del IFN-4, considera el estado sanitario, la conformación con respecto al ideal de la especie de que se trate, la posibilidad de suministrar productos con valor de mercado, el rebasamiento de la edad madura y la situación del ecosistema.

2.3. Conservación de la flora: Especies amenazadas e invasoras

Se realiza un análisis de la presencia en las parcelas del inventario de especies de especial interés desde el punto de vista de la conservación y la diversidad biológica por varios motivos: por su escasez e importancia biogeográfica, y por su carácter invasor. Para ello se seleccionaron una serie de especies susceptibles de encontrarse en áreas forestales de la comunidad y de ser fácilmente identificadas, basado en diferente bibliografía relacionada: Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras de España (Sanz *et al.*, 2004), Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada (Bañares *et al.*, 2004; Bañares *et al.*, 2007; Bañares *et al.*, 2009), Catálogo Español de Especies Amenazadas y catálogos de flora amenazada e invasora.

El objetivo de este estudio es realizar un seguimiento de estas especies, para así conocer su evolución a través de los sucesivos inventarios. De esta manera se podrán por un lado predecir los efectos de la invasión de especies alóctonas sobre la flora nativa y su agresividad, así como conocer el estado de conservación en el caso de las especies de especial conservación.

En el caso de la flora nativa de especial conservación, se clasifican en varias categorías por su grado de amenaza o por su interés tanto ecológico como humano.

- Especies "sensibles a la alteración de su hábitat", referida a aquéllas cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado.
- De "interés especial", en la que podrán incluir las que, sin estar contempladas en ninguna de las precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad.

En la Tabla 2.4 se muestra el listado de especies de la flora amenazada clasificada por categorías elaborado para Asturias y en la Tabla 2.5 se muestra el listado de especies de flora invasora.

Tabla 2.4 Lista de especies amenazadas y de especial interés elaborada en el IFN4 para Asturias. Siendo las categorías de interés: SAH (especie sensible a la alteración de su hábitat), EI (especie de interés especial).

Especie	Categoría de amenaza
<i>Pentaphylloides fruticosa</i> subsp. <i>floribunda</i>	SAH-Decreto 65/95
<i>Fraxinus angustifolia</i>	IE-Decreto 65/96
<i>Gentiana lutea</i>	IE-Decreto 65/97
<i>Ilex aquifolium</i>	IE-Decreto 65/98
<i>Pistacea terebinthus</i>	IE-Decreto 65/99
<i>Olea europaea</i>	IE-Decreto 65/100
<i>Quercus faginea</i>	IE-Decreto 65/101
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>	IE-Decreto 65/102
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	IE-Decreto 65/103
<i>Quercus suber</i>	IE-Decreto 65/104
<i>Salix salviifolia</i>	IE-Decreto 65/105
<i>Taxus baccata</i>	IE-Decreto 65/106
<i>Woodwardia radicans</i>	IE-Decreto 65/106

Tabla 2.5 Lista de especies invasoras elaborada en el IFN4 para Asturias.

<i>Acacia melanoxylon</i>
<i>A. dealbata</i>
<i>A. longifolia</i>
<i>Agave americana</i>
<i>Acer negundo</i>
<i>Ailanthus altissima</i>
<i>Arundo donax</i>
<i>Baccharis halimifolia</i>
<i>Buddleja davidii</i>
<i>Cortaderia selloana</i>
<i>Reynoutria japonica</i>
<i>Fallopia baldschuanica</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>
<i>Tritonia crocosmiflora</i>

Proceso de toma de datos

En las especies que no son muestreadas por no pertenecer al listado de especies del IFN-4, se realiza una toma de datos complementaria. La presencia de cada una de ellas en la parcela de 25 m es anotada. Además se registra el número de individuos de cada especie avistados en el interior de una parcela de radio de 10 m si es una especie arbórea, de 5 m si se trata de una especie arbustiva y de 1 m si se trata de una especie herbácea. En los dos primeros casos el centro de las parcelas coincide con el centro de la parcela de 25 m, pero en el último, (especies herbáceas), para evitar el efecto del pisoteo, el centro se desplaza 4 m al Norte del centro de la parcela de 25 m.

Los indicadores calculados de las especies seleccionadas considerando tanto los datos obtenidos con la toma de datos clásica del IFN-4 como de esta toma de datos adicional son los siguientes:

- Estimación del número medio de pies por hectárea en cada formación forestal de las especies amenazadas y de interés consideradas en el análisis.

- Número medio de pies por hectárea de especies de especial conservación.
- Comparación entre inventarios (IFN-3, IFN-4) del número de parcelas donde se registraron especies arbóreas amenazadas y de interés consideradas en el análisis.
- Número medio de pies por hectárea y por formación de las especie invasoras consideradas en el análisis.
- Número medio de pies de especies invasoras por hectárea en cada formación.
- Porcentaje de parcelas donde se ha registrado la presencia de cada una de las especies analizadas en las parcelas muestreadas.
- Número medio de pies por hectárea de las especies invasoras en el IFN.
- Comparación entre inventarios (IFN-3, IFN-4) del número de parcelas donde se registraron especies arbóreas de carácter invasor.

También se realiza por su alto nivel informativo un mapa con la distribución de las parcelas con diferente densidad de pies por parcela de especies invasoras registradas en Asturias. En el mapa también se indican la distribución de las carreteras principales y núcleos de población de la comunidad.

Para la estimación del número medio de pies por hectárea y formación de las diferentes especies seleccionadas y el número medio de pies por hectárea provincialse utilizan los datos obtenidos del muestreo de las parcelas de biodiversidad Sin embargo, para realizar la comparación entre inventarios (IFN-3, IFN-4) del número de parcelas donde se registraron especies arbóreas seleccionadas se ha trabajado con todas las parcelas del inventario clásico seleccionando especies que hayan sido muestreadas tanto en el IFN-3 como en el IFN-4.

2.4. Madera Muerta

La presencia de madera muerta es para muchos autores un aspecto crucial de la conservación de la biodiversidad y de la naturalidad por ser un elemento fundamental para el buen funcionamiento del ecosistema, siendo altamente beneficioso contar con un cierto porcentaje de madera muerta dentro del sistema forestal (Schuck *et al.*, 2004; Butler *et al.*, 2002; Roman-Amat *et al.*, 2001; Ferris-Kaan *et al.*, 1993). Pero hay que tener en cuenta que en nuestros ecosistemas mediterráneos la cantidad de madera muerta no debe sobrepasar un umbral que favorezca la aparición de plagas y aumente la peligrosidad de los incendios forestales.



Foto 1. Ejemplo de un árbol muerto en pie. Autor: Iciar Alberdi

Todos los datos se recogen para cada especie en una subparcela con el mismo centro que la parcela clásica del IFN-4 y de radio 15 m.

Las categorías de madera muerta consideradas, son una adaptación de las propuestas por el proyecto ForestBIOTA (Travaglini y Chirici, 2006). Las categorías de madera muerta consideradas han sido las siguientes:

1. Pies mayores muertos en pie ($d \geq 7,5$ cm)
2. Pies mayores muertos caídos (diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste, mayor de 7,5 cm)
3. Pies menores muertos en pie ($2,5 \leq d \leq 7,5$ y $h \geq 1,3$ m)
4. Pies menores muertos caídos ($2,5 \leq$ diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste $\leq 7,5$ cm y $l \geq 1,30$ m)
5. Ramas y leñas gruesas (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $l \geq 0,3$ m)
6. Tocones (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $h \leq 1,3$ m)
7. Tocones de brotes de cepa (tocones procedentes de una cepa totalmente muerta y con diámetro medio de ésta mayor o igual a 7,5 cm y altura máxima de 1,3 m), y
8. Acumulaciones (con diámetro a la mitad de su longitud del tronco o troza media superior o igual a 7,5 cm)

En el caso de los tocones de brotes de cepa su cubicación entraña complicaciones, por lo que se presentan únicamente los resultados del número de cepas por hectárea y en el caso de las acumulaciones, se presenta el porcentaje de parcelas con acumulaciones presentes, así como las especies que las conforman.

Asimismo se mide la madera muerta procedente del matorral siempre y cuando cumpla los criterios de dimensiones descritos.

En cada caso se identifica la especie y se miden las variables necesarias para su posterior cubicación. Estas variables medidas se muestran en la Tabla 2.7. Además se consideran los cinco grados de descomposición (Figura 2.3) (GD) de la madera propuestos por Hunter (1990) y se añaden dos categorías nuevas, la de madera recién cortada, que permite dependiendo de los casos hacer una estimación de la madera que probablemente será extraída del monte, facilitando las comparaciones con posteriores inventarios de madera muerta y la de madera (tocones, troncos, etc.) hueca en su interior que evita sobrestimaciones de su volumen. Con estos datos se pueden por ejemplo realizar estudios de mortalidad de los sistemas forestales.

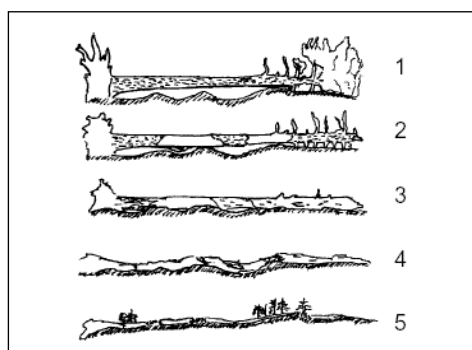


Figura 2.3. Grados de descomposición de árboles muertos (Stockland *et al.*, 2003).

Los grados de descomposición de madera muerta considerados son los siguientes:

- GD 1: Corteza intacta, presencia de pequeñas ramillas (menores de 3 cm), textura de la madera intacta. En el caso de árboles muertos en pie, tronco arraigado con firmeza.
- GD 2: Corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que puede moverse ligeramente.
- GD 3: Rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que se puede desarraigar.
- GD 4: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos.
- GD 5: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura pulverulenta.
- GD 6: Madera verde, cuando acaban de realizarse las cortas o podas y la madera está cortada pero aún no ha comenzado a descomponerse.
- GD 9: Hueco en su interior debido a su estado de descomposición.

Tabla 2.7. Variables medidas en cada clase de madera muerta

Tipologías de madera muerta	Variables dendrométricas	
	Diámetro	Altura - Longitud
Pies mayores muertos en pie	d (diámetro normal árbol)	h (altura total de cada árbol)
Pies mayores muertos caídos	d (diámetro normal árbol)	l (longitud total de cada árbol)
Pies menores muertos en pie	d (diámetro normal medio por especie)	h (altura total media por especie)
Pies menores muertos caídos	d (diámetro normal medio por especie)	l (longitud total media por especie)
Ramas	d ₁ (diámetro máximo) y d ₂ (diámetro mínimo)	l (longitud de cada rama)
Tocones	d _t (diámetro a la mitad de su altura)	h (altura total de cada tocón)

Los pies mayores y menores caídos, se registran siempre y cuando la parte con un mayor diámetro esté dentro de esta subparcela. En este caso se mide siempre la totalidad del árbol. En el resto de los elementos (árboles mayores y menores en pie, ramas, tocones y acumulaciones), se miden cuando están dentro de la subparcela de radio 15 m en más de un 50%.

En el caso de tocones destococonados totalmente fuera del suelo, serán considerados leñas y como tales se realizará su medición.

Para cubicar la madera de los pies mayores muertos en pie o caídos, se utilizan las ecuaciones de cubicación del IFN4, considerando la especie, altura y forma de cubicación (Anexo 3). Para cubicar la madera muerta de los pies mayores muertos en pie, se suman los valores obtenidos al utilizar las ecuaciones de cubicación del fuste y de las leñas del IFN-4 (Anexo 3) considerando la especie, el modelo y la forma de cubicación.

Se debe señalar la existencia de pies muertos no identificados a nivel de especie, pero clasificadas como frondosas o coníferas ("FNI", frondosa no identificada y "CNI", conífera no identificada). En el caso de los matorrales la especie no es identificada y el código de matorral aparece como "Mat".

La madera muerta de los pies menores en pie o caídos se cubica, suponiendo que el árbol tiene una forma cónica, utilizando la siguiente fórmula:

$$v = \left(\frac{d^2 \cdot h^2}{4 - 1,37} \right) \times \left(\frac{\pi \cdot h}{12} \right)$$

donde: v = volumen; d = diámetro normal; h = altura (si están en pie) o longitud (si están caídos).

Las ramas o trozas se cubican según la fórmula de Smalian:

$$v = \frac{s_1 + s_2}{2} \cdot l = \frac{\pi}{8} (d_1^2 + d_2^2) \cdot l$$

donde: v = volumen; s_1 = área basimétrica máxima ; s_2 = área basimétrica mínima; d_1 = diámetro máximo; d_2 = diámetro mínimo; l = longitud.

La cubicación de los tocones se realiza mediante la fórmula de Huber:

$$v = \frac{\pi}{4} d_t^2 \cdot l$$

donde: v = volumen; d_t = diámetro a la mitad de la longitud; l = longitud.

De los tocones, si es posible, se anota además si el árbol ha sido derribado por el hombre o por otras causas (tormentas, viento, etc.).

Así para cada clase de madera muerta, se calcula en cada parcela, para cada especie y para cada grado de descomposición, tanto el número de elementos (pies mayores, tocones, etc.) como el volumen con corteza por hectárea y sus respectivas desviaciones típicas (con las excepciones anteriormente detalladas). Se calcula por lo tanto para cada comunidad:

- Volumen de madera muerta por formación, por especie y por grado de descomposición.
- Porcentaje de las clases de madera muerta en cada formación.
- Pies mayores muertos en pie: volumen y número de pies por hectárea en cada formación; volumen y número de pies por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen y número de pies por hectárea en cada formación por especie.
- Pies mayores muertos caídos: volumen y número de pies por hectárea en cada formación; volumen y número de pies por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen y número de pies por hectárea en cada formación por especie.
- Pies menores muertos en pie: volumen y número de pies por hectárea en cada formación; volumen y número de pies por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen y número de pies por hectárea en cada formación por especie.
- Pies menores muertos caídos: volumen y número de pies por hectárea en cada formación; volumen y número de pies por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen y número de pies por hectárea en cada formación por especie.
- Ramas o trozas: volumen por hectárea en cada formación; volumen por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen por hectárea en cada formación por especie.
- Tocones: volumen y número de tocones por hectárea en cada formación; volumen y número de tocones por hectárea en cada formación según grados de descomposición; volumen y número de tocones por hectárea en cada formación por especie.
- Tocones procedentes de brotes de cepa: número de tocones de brotes de cepa por hectárea en cada formación; número de tocones de brotes de cepa por hectárea en cada formación según grados de descomposición; y número de tocones de brotes de cepa por hectárea en cada formación por especie.
- Acumulaciones: porcentaje de parcelas donde aparecen acumulaciones y especies presentes. También se estima el número de acumulaciones el volumen de las acumulaciones por especie y por formación.

2.5. Tipificación del biotopo: cobertura del suelo y frecuencia de elementos singulares

Cobertura del suelo

El análisis de coberturas de suelo junto al de la vegetación de un territorio puede desvelar diferentes patrones de biodiversidad, reflejando la existencia de diferentes asociaciones de especies en función del micrositio determinado por la coberturas.

Para su estimación se cuantifica en una escala de cero a cien, la superficie ocupada por:

- Roca madre
- Piedras
- Suelo desnudo
- Turberas
- Encharcamientos
- Agua
- Materia orgánica
- Vegetación herbácea
- Helechos
- Líquenes y musgos

Para los helechos y vegetación herbácea, la cobertura que se estima es la parte aérea de la planta ligeramente por encima de su inserción en el suelo (Figura 2.2).



Figura 2.2. Ejemplo de estimación de área basal considerada en la medición de la cobertura del suelo.

Para la estimación del porcentaje de cobertura en las diferentes formaciones forestales el procedimiento en la toma de datos es la estimación de la cobertura de cada una de las clases consideradas enumeradas anteriormente, presentes en la parcela de menor a mayor cobertura. De manera que la última (y más abundante) es la que incluye la cobertura de los elementos no considerados (los árboles) al calcularse como la diferencia entre 100 (porcentaje de cobertura máxima) y la suma de las demás coberturas existentes en el resto de la parcela.

A partir de estas medidas se calculan los siguientes indicadores:

- a) Porcentajes de cada tipo de cobertura del suelo
- b) Índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1948) calculado a partir de las coberturas de las mismas. Este índice se calcula como:

$$H = \sum_i^{N_e} (-\ln p_i) p_i$$

donde N_e es el número de clases de cobertura presentes en la parcela (pudiendo ser las once enumeradas y el área basimétrica) y p_i es la abundancia relativa de cada una de ellas. El logaritmo utilizado es el neperiano.

De ambos indicadores se realiza el cálculo para cada una de las parcelas y el valor medio y la desviación típica correspondiente a cada formación.

Como información adicional se detalla:

- c) El porcentaje de parcelas donde aparecen turberas, encharcamientos o aguas, (información de especial interés de la biodiversidad debido a las microformaciones arboladas que se crean y las posibles comunidades vegetales que se pueden encontrar asociados a los mismos).
- d) El número de parcelas con una cobertura de alguna de las doce clases mencionadas superior a un 75% de la superficie total de la parcela.

Finalmente como complemento a los valores estimados de las coberturas del suelo, se consideran las fracciones de cabida cubierta de las especies leñosas. Considerando como indicador:

- e) El porcentaje de la Fcc arbórea y la Fcc de matorral por formación respecto a la superficie total muestreada y la Fcc total de la parcela.

Frecuencia de elementos singulares

El análisis de la frecuencia de aparición de nidos, huellas de animales, excrementos y otros rastros originados por la fauna es un indicador del grado de conservación o naturalidad y de la biodiversidad de los ecosistemas (Lehmkuhl, 2007; Gibbons 2002). Bosques con gran diversidad estructural y diversidad de especies darían cobijo y alimento a diversas especies de fauna no solo terrestre sino ornitológica.

Se determina en cada parcela de radio 25 m, la presencia de los siguientes elementos indicadores de naturalidad:

- | | |
|---------------|-------------|
| - Nidos | - Cavidades |
| - Toperas | - Cuevas |
| - Madrigueras | - Otros |

Los siguientes elementos indicadores de la presencia humana:

- | | |
|-----------------------------|------------|
| - Montones de ramas o leñas | - Terrazas |
| - Muros | - Setos |
| - Caminos | |

Y la presencia de diferentes tipos de ganado:

- | | |
|-----------|------------|
| - Caprino | - Colmenas |
| - Ovino | - Otros |
| - Vacuno | |

Se presenta como indicador el porcentaje del número de parcelas respecto al total de parcelas muestreadas en el hábitat en los que aparecen los elementos anteriores.

3. FORMACIONES ARBOLADAS DE LA PROVINCIA

3.1. Introducción a las formaciones arboladas provinciales

Para facilitar el análisis de la biodiversidad en la superficie forestal de la comunidad, se ha realizado una caracterización de las formaciones forestales arboladas provinciales (FAP) definidos en el análisis de IFN. Para ello se combina la división en estratos y formaciones forestales que relaciona el tipo de especie arbórea dominante, su ocupación, el estado de masa y su fracción de cabida cubierta (Fcc) (Tabla 3.1.1.) así como información sobre otras especies de interés tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo.

En Asturias se definieron 16 formaciones forestales provinciales (FAP) que se indican en la Tabla 3.1.1. en la que se incluye el número de parcelas y superficie ocupada por cada una de ellas. Además, en el Mapa 3.1.1. se muestra la localización de las parcelas inventariadas para cada una de estas formaciones.

Los bosques mixtos atlánticos de frondosas con avellanos, castaños, acebos y robles son las formaciones forestales de mayor superficie en el principado, llegando a ocupar más del 20 % de su superficie forestal (Figura 3.1.1.). Le siguen en importancia otras dos formaciones dominadas por frondosas como son los castañares y los hayedos que ocupan entre el 15 % y el 17,8 % del total. Todas estas formaciones se distribuyen por la mayor parte de la superficie de la comunidad, siendo más frecuentes en los valles del interior.

Por otro lado, las óptimas condiciones para la producción forestal de esta región hacen que las plantaciones forestales para la producción ocupen más de un 25 % de la superficie forestal asturiana, distribuyéndose principalmente en las zonas cercanas a la costa con una mayor influencia oceánica. Destaca con más del 13 % de esta superficie ocupada por eucaliptales, así como en menor medida por plantaciones de coníferas como son las de *Pinus radiata*, *Pinus pinaster* subsp.*maritima* y *Pinus sylvestris*.

La importante presión histórica del hombre en esta región, con usos como el pastoreo extensivo, la agricultura, la minería o el carboneo, han hecho que formaciones autóctonas como robledales de roble carballo (*Quercus robur*) y roble albar (*Quercus petraea*), que potencialmente podrían ser más extensas, ocupen una escasa superficie en la actualidad, llegando a ocupar tan solo un 6,35 % de la superficie forestal de la comunidad. Pero son las riberas arboladas, junto con las formaciones relicticas de los encinares de la España eurosiberiana, relegados a algunas zonas de la costa y del interior, así como las singulares acebedas y avellanedas, las formaciones forestales de menor superficie en Asturias.

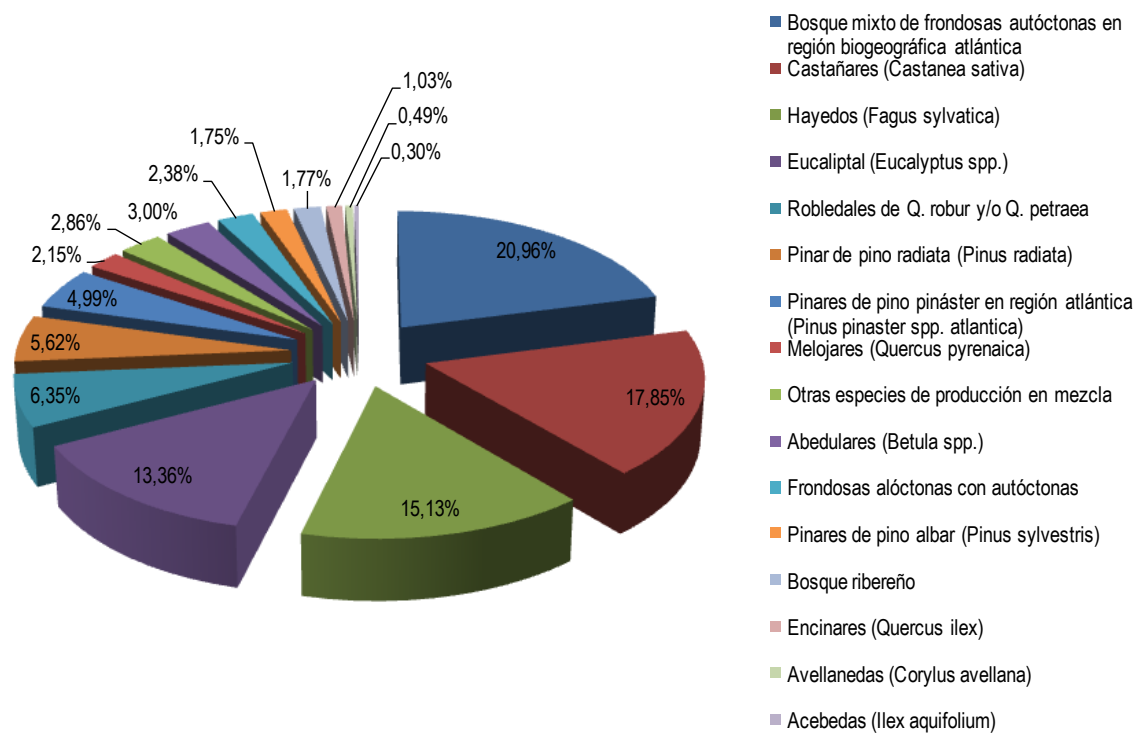
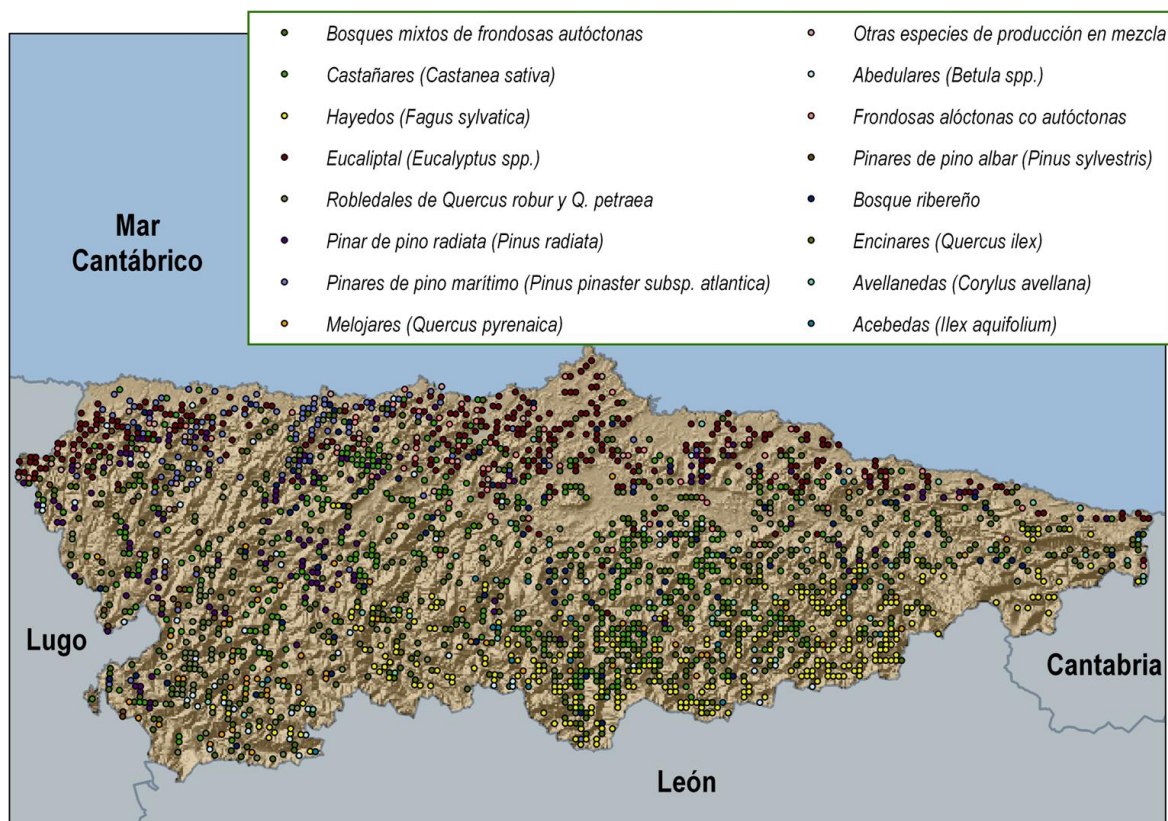


Figura 3.1.1. Porcentaje de parcelas en cada una de las formaciones definidas en Asturias.



Mapa 3.1.1. Distribución general de las formaciones a través de las parcelas del inventario en Asturias.

Tabla 3.1.1. Número de parcelas, superficie (ha) y proporción de la superficie ocupada por cada formación forestal arbolada provincial (FAP) en el principado de Asturias.

FAP	NOMBRE DE LA FORMACIÓN ARBOLADA	Nº PARCELAS	SUPERFICIE	SUPERFICIE (%)
1	Bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica	566	94.606,67	20,96
2	Castañares (<i>Castanea sativa</i>)	365	80.560,04	17,85
3	Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>)	303	68.287,84	15,13
4	Eucaliptal (<i>Eucalyptus spp.</i>)	304	60.311,67	13,36
5	Robledales de <i>Q. robur</i> y/o <i>Q. petraea</i>	157	28.663,99	6,35
6	Pinar de pino radiata (<i>Pinus radiata</i>)	135	25.385,99	5,62
7	Pinares de pino pináster en región atlántica (<i>Pinus pinaster spp. atlantica</i>)	95	22.523,05	4,99
8	Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>)	63	9.694,14	2,15
9	Otras especies de producción en mezcla	33	12.889,68	2,86
10	Abedulares (<i>Betula spp.</i>)	61	13.520,57	3,00
11	Frondosas alóctonas con autóctonas	68	10735,84	2,38
12	Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>)	29	7.916,63	1,75
13	Bosque ribereño	139	7.975,68	1,77
14	Encinares (<i>Quercus ilex</i>)	16	4.653,58	1,03
15	Avellanedas (<i>Corylus avellana</i>)	51	2.223,01	0,49
16	Acebedas (<i>Ilex aquifolium</i>)	15	1.368,92	0,30

3.2. Caracterización de las formaciones arboladas provinciales

3.2.1. Biogeografía de Asturias

Del conjunto de características que pueden definir el medio físico que limita la presencia y distribución de la vegetación en una región, el clima, el sustrato y la orografía son los más importantes.

Asturias se localiza en la región Eurosiberiana de la Península Ibérica, climatológicamente caracterizada por la influencia húmeda del mar Cantábrico. La proximidad a esta masa de agua enmarca a la comunidad en un clima oceánico con temperaturas suaves y abundantes precipitaciones bien distribuidas a lo largo de todo el año. Pero se pueden distinguir dos zonas bien diferenciadas geográficamente en Asturias, la depresión pre-litoral y una zona de grandes relieves hacia el interior. Aunque el Principado está caracterizado por presentar una abrupta geografía, en los primeros kilómetros próximos a la costa se localizan zonas de lomas y llanuras con temperaturas suaves todo el año sin posibilidad de heladas, que son lugares propicios para los prados de siega, los prados permanentes y plantaciones forestales de gran producción. Además esta zona alberga los mayores núcleos de población e industrias. Hacia el interior el gradiente altitudinal y la influencia continental aumenta. Así, encontramos hacia el sur primero una zona de sierras, de modesta altitud, como la del Suevo (rondando los 1.000 m), muy próximas a la costa y después la Cordillera Cantábrica con un clima de montaña más pronunciado, con posibilidad de nevadas frecuentes durante todo el año por encima de los 2.000 m de altitud. Estas zonas altas tienen una menor densidad de población y su principal actividad

económica es el pastoreo extensivo, siendo más escasas aquí las plantaciones forestales por presentar menor producción que en el litoral.

La Cordillera Cantábrica se extiende de este a oeste paralela a la costa por la zona más meridional del principado. Consta de dos importantes formaciones montañosas, las Montañas Asturianas más occidentales, de naturaleza ácida y cuya montaña más alta es Peña Ubiña (2.417 m) y los Picos de Europa al oriente, mayoritariamente de naturaleza básica y donde se encuentra las cimas de mayor altitud como Torre Ceredo (2.648 m), Peña Vieja (2.619) y el Pico Urriellu (2.450 m).

La gran riqueza botánica, faunística y paisajística del principado asturiano hizo de esta comunidad una de las pioneras en materia de conservación de la naturaleza, siendo la Montaña de Covadonga, el primer Parque Nacional declarado en 1.918. Hoy en día forma parte de un espacio de mayor superficie, el Parque Nacional de Picos de Europa, que junto a otras figuras de protección como los Parques Naturales de Redes y Somiedo o la Reserva Natural de Muniellos entre otros, conforman una de las redes regional de espacios naturales protegidos más amplias de España, que supone casi un 22 % de su territorio.

La gran variedad geográfica de Asturias desde la zona del litoral al interior más montañoso tiene como resultado una gran variedad de formaciones boscosas. Aunque las formaciones forestales más representativas del principado son los bosques atlánticos de frondosas, típicos de la región eurosiberiana de la península, estos se distribuyen por toda su geografía, siendo más abundantes en los fondos de valle del interior y en los pisos colino y montano de los diferentes sistemas montañosos. En estos bosques dominan especies de frondosas como el roble carballo, el castaño y el avellano entre muchas otras. Hacia los relieves occidentales, más ácidos, es más frecuente la mezcla con especies como el abedul, mientras que hacia el oriente, con suelos de naturaleza más básica, aparece con cada vez mayor frecuencia el haya. Además en zonas de mayor contraste térmico y menor humedad edáfica, como en barrancos de las diferentes sierras, encontramos a la encina, una especie de mayor ámbito mediterráneo, que junto con otros taxones como el alcornoque, el madroño, el laurel, la olivilla o el aladierno, constituyen una orla de vegetación de carácter mediterráneo muy escasa en la región Eurosiberiana y de enorme interés geobotánico. Por último, destaca en la zona litoral una importante superficie de plantaciones forestales para la producción dominadas en la zona central y oriental por el eucalipto, y en la más occidental, por el pino marítimo y el radiata.

3.2.2. Naturalidad de las masas forestales

Se analiza que porcentaje de superficie forestal de la comunidad pertenece a alguna de las categorías de bosques según la naturalidad de la masa definidas por la FAO: bosques naturales alterados (Categoría 2), bosques semi-naturales (Categoría 3), plantación forestal para la producción (Categoría 4), plantación forestal para la protección (Categoría 5), ya que no existen los bosques primarios en la comunidad (Categoría 1).

Como indica la Tabla 3.2.1 las categorías de bosque más escasas en la comunidad son las de plantaciones forestales para la producción y plantaciones forestales para la protección que sólo suman el 10 % para esta categoría de bosques de la FAO. La primera de estas categorías (Cat. 4), más común en Asturias, ha sido asignada a un porcentaje muy alto de las parcelas de plantaciones de eucaliptales, pinares de pino albar, pinares de pino radiata, pinares de pino marítimo y otras plantaciones de producción en mezcla (FAP 4, 12, 6, 7 y 9). Solo aparecen

clasificadas como plantaciones para la protección (Cat. 5) un porcentaje muy pequeño de parcelas de formaciones como plantaciones de pino radiata, pino marítimo y especies autóctonas en mezcla (FAP 6, 7 y 9). Estas plantaciones han podido ser usadas como herramientas para la contención de taludes o para la protección de suelo en zonas de fuertes pendientes y riesgo de erosión.

Tabla 3.2.1. Superficie (ha) y porcentaje de superficie respecto del total de cada formación arbolada provincial (FAP) definida según las distintas categorías de bosque de la FAO.

FAP	CATEGORIA 2		CATEGORIA 3		CATEGORIA 4		CATEGORIA 5		SIN CATEGORÍA	
	Sup.(ha)	Sup. (%)	Sup.(ha)	Sup. (%)	Sup.(ha)	Sup. (%)	Sup.(ha)	Sup. (%)	Sup.(ha)	Sup. (%)
1	42.957,45	45,41	28.248,28	29,86	0,00	0,00	0,00	0,00	23.400,94	24,73
2	41.714,65	51,78	24.057,66	29,86	662,14	0,82	0,00	0,00	14.125,60	17,53
3	30.425,28	44,55	25.917,83	37,95	0,00	0,00	0,00	0,00	11.944,74	17,49
4	8.927,71	14,80	10.713,26	17,76	28.370,29	47,04	0,00	0,00	12.300,41	20,39
5	13.145,27	45,86	8.398,37	29,30	0,00	0,00	0,00	0,00	7.120,35	24,84
6	2.632,62	10,37	4.513,06	17,78	12.410,93	48,89	1.128,27	4,44	4.701,11	18,52
7	5.215,86	23,16	5.690,03	25,26	5.927,12	26,32	474,17	2,11	5.215,86	23,16
8	6.155,01	63,49	1.384,88	14,29	0,00	0,00	0,00	0,00	2.154,25	22,22
9	4.296,56	33,33	1.952,98	15,15	5.077,75	39,39	390,60	3,03	1.171,79	9,09
10	6.427,81	47,54	3.324,73	24,59	0,00	0,00	0,00	0,00	3.768,03	27,87
11	2.526,08	23,53	4.104,88	38,24	2.052,44	19,12	0,00	0,00	2.052,44	19,12
12	1.091,95	13,79	272,99	3,45	3.548,83	44,83	0,00	0,00	3.002,86	37,93
13	2.409,92	30,22	1.778,75	22,30	57,38	0,72	0,00	0,00	3.729,63	46,76
14	2.035,94	43,75	2.035,94	43,75	0,00	0,00	0,00	0,00	581,70	12,50
15	828,18	37,25	915,36	41,18	0,00	0,00	0,00	0,00	479,47	21,57
16	730,09	53,33	365,04	26,67	0,00	0,00	0,00	0,00	273,78	20,00

Sin embargo, la mayor parte del territorio forestal asturiano queda enmarcado en las categorías 2 y 3 de la FAO, como bosques naturales alterados, y bosques seminaturales, lo que refleja una gran naturalidad en sus masas forestales. La categoría de bosque más extensa, que supone casi un 40 % del total, es la de bosque natural alterado. En esta categoría se encuadra más del 50 % de la superficie de formaciones arboladas como castañares, melojares o acebedas (FAP, 2, 8 y 16). Son bosques de especies tanto nativas como en vía de naturalización en donde los procesos ecológicos han sido alterados por actividades humanas como la explotación de la castaña en el caso de los castañares, el carboneo y la explotación de leñas en el caso de los melojares, o el pastoreo extensivo en las acebedas. Los bosques seminaturales son la segunda categoría de bosque más importante en el principado con más del 25 % de la superficie forestal total y que aunque tienen regeneración natural, han sido gestionados por el hombre. Destaca la superficie categorizada como bosques seminaturales en formaciones como hayedos, mezcla de frondosas autóctonas y autóctonas, encinares y avellanadas (FAP, 3, 11, 14 y 15).

Como se explica en el apartado de metodología, la toma de datos de Biodiversidad no se realiza en todas las parcelas del IFN, sino en aproximadamente un 70-80 % del total de parcelas inventariadas, de hecho la clasificación se ha realizado en el 77.3 % de las parcelas del IFN4 en Asturias. Este es el principal motivo de que algunas formaciones tengan un porcentaje de entre un 20 y un 30 % de parcelas sin clasificar como bosque de la FAO (Figura 3.2.1).

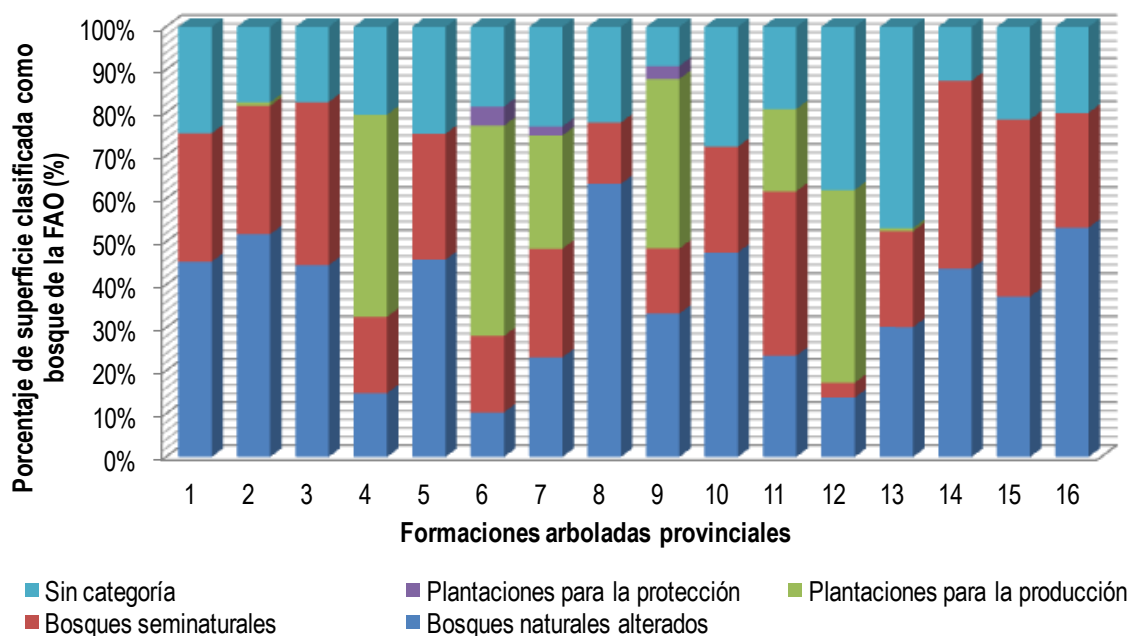


Figura 3.2.1. Porcentaje de superficie clasificada según las categorías de bosque de la FAO y porcentaje sin clasificar en las formaciones arboladas provinciales del principado de Asturias.

3.2.3. Descripción de las formaciones arboladas provinciales del principado de Asturias

1. Bosques mixtos de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica

Conforman la formación arbolada de mayor superficie del principado. Se extienden por muchos de los angostos valles del interior de la comunidad, así como en los fondos de valle y pie de monte de las laderas principalmente en umbría de la Cordillera Cantábrica desde las occidentales sierras de Muniellos y Bobio, a los orientales Picos de Europa. Son las formaciones climácicas del piso colino, normalmente sobre sustratos carbonatados, húmedos y ricos. Estas características han hecho que muchos de sus potenciales nichos ecológicos fueran transformados en prados de siega y diente, maizales o huertas, por lo que la extensión actual de estos bosques debe ser un pequeño ejemplo de lo pudo haber sido en el pasado.

Esta formación, además de comprender a los diferentes estratos de bosques mixtos de frondosas atlánticas, reúne varias formaciones arboladas nacionales, muy escasas en esta región, como son madroñales y fresnedas.

De esta manera, los bosques de esta formación tienen una gran variedad de especies, sobre todo de frondosas de carácter eurosiberiano. Es difícil hablar de dominancia en estos bosques, aunque son más frecuentes especies como los avellanos (*Corylus avellana*), los castaños (*Castanea sativa*), los acebos (*Ilex aquifolium*), el roble carballo (*Quercus robur*), el abedul

(*Betula alba*) y el fresno norteño (*Fraxinus excelsior*), acompañados por un rico cortejo arbóreo más escaso con especies como el haya (*Fagus sylvatica*), sicomoros (*Acer pseudoplatanus*), el roble albar (*Quercus petraea*), melojares (*Quercus pyrenaica*) o alisos (*Alnus glutinosa*), entre otros.

En el estrato de matorral, también muy diverso, dominan especies de sotobosque generalmente umbroso como son las especies del género de las zarzamoras (*Rubus* spp.), la hiedra (*Hedera helix*), el arándano (*Vaccinium myrtillus*), madreselvas (*Lonicera* spp.) o el brezo (*Erica arborea*), así como otras especies adaptadas a mayor exposición a la luz y que pueden formar paisaje como son los tojos y algunas especies de la familia de los brezos como es *Daboecia cantabrica*, el majuelo (*Crataegus monogyna*) o la rosa silvestre (*Rosa* spp.).

2. Castañares (*Castanea sativa*)

Se trata de la segunda formación arbolada de mayor extensión en el principado de Asturias, ocupando casi un 18 % de su superficie forestal. Comprende varios estratos forestales dominados por el castaño con diferentes estados de masa y fracción de cabida cubierta (Fcc).

Esta formación se distribuye por los pisos colino de la mayor parte del interior de la comunidad, donde la tradicional explotación de la castaña desde tiempos históricos ha favorecido en muchos casos su extensión. A diferencia de la formación anterior su presencia es más frecuente hacia el occidente del principado donde dominan sustratos de naturaleza ácida.

Aunque el castaño es la especie arbórea dominante en sus bosques, los avellanos, el acebo y el roble carballo tienen una presencia notable. Además, de manera menos frecuente le acompañan otras especies de frondosas eurosiberianas como fresno norteño, el melojo o el sicomoro. El estrato arbustivo o de matorral está dominado sobre todo por zarzas, aunque otras especies como la hiedra, la *Erica* y géneros como el de las madreselvas y los tojos, son muy habituales en sus sotobosques.

3. Hayedos (*Fagus sylvatica*)

Los hayedos son los bosques más característicos de las montañas de la Iberia húmeda (Costa *et al.*, 1997). Esta formación ocupa en el IFN4 de Asturias más del 15 % de la superficie forestal. Es una especie típica eurosiberiana que se extiende por mayores latitudes en Europa, por lo que en la Península Ibérica, donde algunas de sus poblaciones son las más meridionales de su distribución, se trata de una especie montana. En la Península Ibérica se distribuye principalmente por la mitad septentrional, siendo las poblaciones de Asturias algunas de las más occidentales y siendo esta especie mucho más escasa en Galicia.

En Asturias se distribuye de mayor a menor frecuencia de oriente a occidente principalmente en el piso montano de las sierras que comprenden algunos de los espacios protegidos más importantes de la región como son el Parque Nacional de los Picos de Europa y los Parques Naturales de Redes y Somiedo.

Los hayedos son bosques monoespecíficos muy umbrosos donde el haya ejerce una gran dominancia sobre el resto de especies arbóreas. En estos bosques tan densos el sotobosque está conformado por especies umbrófilas como el acebo y, en ocasiones, avellanos y majuelos. En el estrato de matorral muy escaso, aparecen arándanos, zarzas y el brezo *Erica arborea*.

4. Eucaliptal (*Eucalyptus* spp.)

Se tratan de las extensas plantaciones forestales de eucaliptos, en su mayor parte de la especie *Eucalyptus globulus*, que cubren sobre todo la superficie forestal más cercana a la costa del principado. Esta formación arbolada comprende varios estratos forestales con diferentes Fcc, ocupaciones y estados de masa.

Aunque generalmente son formaciones arboladas mono-específicas para la producción de pasta, en muchos casos, flora autóctona como el roble carballo, el castaño, el abedul o el laurel (*Laurus nobilis*), empiezan a colonizar sus bosques. Tiene una importante cobertura de matorral, donde dominan géneros como el de los tojos, las zarzas, las madreselvas y la especie *Daboecia cantabrica*.

5. Robledales de *Quercus robur* y *Quercus petraea*

Los robledales son junto con los bosques mixtos de frondosas atlánticos, las formaciones arboladas típicas del piso montano y colino de la España eurosiberiana. Estos bosques se asientan en zonas de suelos muy ricos de gran valor pascícola y agrícola, que junto a la explotación histórica de la madera de roble debido a su gran calidad, ha propiciado que sus poblaciones se hayan visto diezmadas a lo largo de la historia.

Esta formación arbolada está formada por varios estratos y formaciones nacionales de robledales con diferentes estados de edad y coberturas.

Estos robledales se distribuyen principalmente en las laderas oligotróficas al pie de los sistemas montañosos o en las colinas del interior de la Cordillera Cantábrica. Estos bosques tienen como especies dominantes al roble carballo (*Quercus robur*) y el roble albar (*Quercus petraea*). Habitualmente los bosques del primero de ellos se distribuyen por las zonas más bajas de los pie de monte, ocupando el segundo, más escaso, los cinturones de vegetación más montanos. Pero en muchos casos en Asturias, ambas especies forman masas mixtas, algunas tan conocidas como el robledal de la Reserva Integral de Muniellos o los bosques del que fue primer Parque Nacional, Covadonga, hoy vinculado al de los Picos de Europa.

La especie dominante en esta formación arbolada es el roble carballo, a quién le acompañan frecuentemente un buen número de especies de frondosas como el acebo, el castaño, el avellano, el roble albar, o el abedul, entre otros. Con menor frecuencia aparecen en sus bosques hayas, fresnos, serbales, etc. El estrato arbustivo queda dominado por el brezo (*Erica arborea*) y las zarzas, así como por otros taxones oligotróficos como el arándano o los tojos. También son frecuentes en sus sotobosques el arraclán (*Frangula alnus*), y algunas especies trepadoras como la hiedra, las madreselvas o las zarzaparrillas (*Smilax aspera*).

6. Pinar de pino radiata (*Pinus radiata*)

El pino radiata, también llamado pino insigne o pino de Monterrey, representa a las plantaciones de coníferas más extensas del principado. Este pino alóctono, fácilmente diferenciable del resto de pinos ibéricos por la unión de sus acículas de tres en tres, proviene de la zona sur-costera de California (López, 2007). Es una especie de crecimiento rápido cuya madera se usa principalmente como madera de sierra. Normalmente sus plantaciones se pueden encontrar en zonas de baja a mediana altitud (0-600 m) cercanas a la costa, donde la influencia atlántica

permite unas condiciones óptimas para el crecimiento de la especie, aunque también es frecuente ver plantaciones en algunas laderas del interior.

Esta formación arbolada comprende todos los estratos y formaciones de esta conífera y de otros géneros de menos extensión en la comunidad como *Larix*, *Pseudotsuga*, *Cupressus* o *Cedrus*, en diferentes estados de edad y densidad.

Los bosques que caracterizan las plantaciones más productivas dan como resultado masas muy umbrosas con escaso sotobosque. Pero en plantaciones en desuso o con menor densidad de plantación, empiezan a aparecer especies autóctonas como el roble carballo, el castaño o el abedul, mientras que en el sotobosque dominan tojos y zarzas.

7. Pinares de *Pinus pinaster* de la región atlántica (*Pinus pinaster* subsp. *atlantica*)

Aunque parecen existir algunos reductos de masas naturales de esta especie de pino en la cornisa Cantábrica, la mayor parte de las poblaciones actuales de esta especie provienen de plantaciones. Aunque todavía hay cierta controversia con las dos supuestas subespecies del pino resinero (*Pinus pinaster*) en la Península Ibérica, debido a la dificultad para diferenciarlas morfológicamente, las formaciones de este pino en Asturias corresponderían a la subespecie adaptada al un clima más atlántico, caracterizado por presentar mayores crecimientos. Estos pinares se extienden mayormente en los biotopos más occidentales cercanos a la costa, cerca del límite con Lugo, donde la especie está ampliamente distribuida.

Esta formación engloba varios estratos y formaciones forestales donde esta especie domina con diferentes estados de masa y densidades.

Esta formación arbolada dominada por el pino, en Asturias tiene una elevada presencia de especies de frondosas como el roble carballo, el abedul y el castaño. En el estrato arbustivo el tojo parece dominar acompañado de la especie de brezo (*Daboecia cantábrica*), zarzas y brechina (*Calluna vulgaris*).

8. Melojares (*Quercus pyrenaica*)

El melojo es una especie marcescente de *Quercus* ampliamente distribuida por las montañas Ibéricas. En Asturias esta formación arbolada ocupan los pisos de vegetación de media montaña de entre 600-1000 m del Cantábrico más meridional en las zonas menos húmedas y expuestas, dejando las orientaciones y pisos de mayor influencia atlántica y humedad a formaciones más exigentes como robledales y hayedos.

Esta formación comprende diferentes estratos forestales y formaciones nacionales donde domina esta especie con diferentes estados de edad de la masa, densidades y ocupaciones.

Aunque es una especie que ejerce una gran dominancia en sus masas, normalmente en monte bajo, suelen acompañarle especies de frondosas como avellanos o castaños. En el sotobosque acebos, majuelos, y especies de matorral como zarzas, *Erica arborea*, tojos y *Deboecia cantabrica* son frecuentes.

9. Otras especies de producción en mezcla

Esta formación arbolada comprende varios estratos de especies de producción en mezcla con diferentes estados de edad y densidades. En Asturias se distribuyen por los relieves de modesta altitud de las regiones más septentrionales cercanas a la costa.

Las especies que presenta una mayor dominancia en sus masas son la especie de eucalipto, *Eucalyptus globulus*, el pino, *Pinus pinaster* y la especie de roble americano, *Quercus rubra*. A estas especies le acompañan otras como el roble carballo, el abedul y el castaño. En el estrato de matorral dominan los tojos, las zarzas, *Daboecia cantabrica*, *Erica arborea* y *Calluna vulgaris*.

10. Abedulares (*Betula alba*)

Como hemos visto en la caracterización previa de otras formaciones provinciales, el abedul suele aparecer mezclado con otras especies de carácter eurosiberiano en los bosques mixtos atlánticos o robledales. Pero en ocasiones esta especie puede formar bosques como los que presenta en las zonas más altas de la Cordillera Cantábrica, en riberas, o como etapas de sustitución tras una alteración en hayedos o robledales así como en terrenos higroturbosos. En Asturias sus bosques, no muy extensos, se encuentran distribuidos tanto por los fondos de valle del interior, actuando como especie riparia, o como representante de la etapa de vegetación arbórea terminal en altura en las zonas más alta de las montañas de la Cordillera Cantábrica, pudiendo formar bosques a 1.700 m de altitud.

El abedul ejerce una clara dominancia en sus bosques donde se puede mezclar con especies de los pisos de vegetación inferior como robles, castaños, acebos y hayas, o en las zonas de ribera con avellanos, sauces (*Salix* spp.) y alisos. El estrato de matorral queda dominado por *Erica arborea*, a quien acompaña frecuentemente zarzas, arándanos, tojos, *Daboecia cantabrica* y *Calluna vulgaris*.

11. Frondosas alóctonas con autóctonas

Esta formación arbolada ocupa una pequeña extensión en la comunidad, distribuyéndose por las zonas más cercanas a la costa asturiana, escaseando hacia el oeste. Estos bosques incluyen varios estratos con diferentes estructuras de edad y densidades. Quedan caracterizados por ser masas mixtas de especies alóctonas y autóctonas sin una clara dominancia de unas sobre otras.

Entre las especies más frecuentes destacan entre las alóctonas la especie de eucalipto *Eucalyptus globulus* y entre las autóctonas, el castaño, el roble carballo y el abedul. En el estrato de matorral dominan zarzas, tojos y hiedras.

12. Pinar de pino albar (*Pinus sylvestris*)

El pino albar, pino silvestre o pino de Valsain (*Pinus sylvestris*) es una especie característica de las montañas ibéricas donde se distribuye por tres zonas principalmente, el Pirineo Central, el Sistema Ibérico y el Sistema Central. Aunque los estudios paleobotánicos confirman una distribución Holocena más amplia de esta especie en la Cordillera Cantábrica, hoy en día sólo quedan unas cuantas poblaciones relictas en los montes vasco-cantábricos y palenciano-leoneses (Costa et al., 1997).

Es una especie muy frugal y con muy buena calidad de madera, por lo que se ha usado con frecuencia en plantaciones y reforestaciones forestales por lo que aunque la presencia de esta formación en Asturias no es muy amplia, el origen de estos bosques es actualmente antrópico. Se distribuye sobre todo por los relieves más oligotróficos en la frontera con Galicia, donde en ocasiones desplaza en estaciones de menor calidad y latitud a otras plantaciones de coníferas más exigentes y de mayor producción como el pino radiata o el pino marítimo.

El pino ejerce una clara dominancia en sus bosques, donde le acompaña un rico cortejo florístico de especies arbóreas mayormente oligotróficas del piso colino y montano como el acebo, el roble carballo o el abedul. En el sotobosque dominan matorrales como la *Erica arborea*, las zarzas, el tojo o la *Daboecia cantabrica*.

13. Bosque ribereño

Los bosques de galería son formaciones de gran riqueza de especies que se asientan en los fértiles suelos asociadas a los diferentes cursos de agua del principado. Al ser zonas muy productivas, en muchos casos estas zonas fueron elegidas para el emplazamiento de grandes núcleos de población y cultivos. Como resultado, se produjo una merma generalizada de estos sistemas forestales asociados a ríos, sobre todo en la región septentrional donde se concentran los mayores núcleos de población.

Los bosques de galería característicos de Asturias vienen representados por alisedas. Esta especie acompaña a los ríos del norte peninsular desde el nivel del mar hasta los 1200 m (Costa *et al.*, 1997). Junto a este taxon podemos encontrar sauces en la banda más cercana al río, y alejándose de ésta, fresnos (*F. excelsior*), avellanos, tilos, sambucos (*Sambucus nigra*) y algunas especies de bosques mixtos atlánticos como el roble carballo, el castaño o arces. En las riberas de ríos a mayor altitud, el aliso va siendo paulatinamente sustituido por mayor cantidad de sauces (*Salix* spp.), castaños, robles carballos, y sobre todo, abedul. Son formaciones arboladas con una gran diversidad y cuya conservación es importante. Además de todos los taxones descritos previamente, encontramos asociados a estos bosques especies de gran interés biogeográfico y humano como el laurel (*Laurus nobilis*) o el escaso olmo de montaña, *Ulmus glabra*.

El estrato arbustivo y de matorral en estos bosques de galería es a veces exiguo debido a que son formaciones muy umbrosas. Entre el resto de taxones domina el de las zarzamoras, al que le acompañan otros géneros y especies como la hiedra, la rosa silvestre, madreselvas, tojos o arraclanes entre otros.

Debido a la gran fertilidad que presentan los suelos ribereños, estas zonas han sido usadas tradicionalmente para la implantación de plantaciones forestales intensivas. Aunque en Asturias no es tan común como en otras regiones españolas, se pueden encontrar algunas plantaciones de chopos (*Populus nigra*), *Eucalyptus globulus* o pino radiata en biotopos asociados a las diversas cuencas de la región.

14. Encinares (*Quercus ilex*)

Los encinares de *Quercus ilex* son los bosques esclerófilos más característicos de la Iberia seca mediterránea. En Asturias estas formaciones tienen gran importancia biogeográfica al tratarse de islas de vegetación mediterránea en la región eurosiberiana ibérica. Se pueden diferenciar dos tipos de encinar en la región asturiana. Los situados en zonas basales y del litoral, donde aunque pueden aparecer en mezcla las dos subespecies de encina, *Quercus ilex* subsp. *ballota* y la subsp. *ilex*, domina la segunda de ellas. Y los localizados en zonas montanas en orientaciones de solana y desfiladeros sobre suelos poco desarrollados y en lugares escarpados tanto en sustrato calizo como silíceo, donde vive la subespecie *ballota*, mucho más frecuente.

Tanto los encinares basales o del litoral como los montanos suelen ser formaciones con gran diversidad de estratos arbustivos y arbóreos.

La encina ejerce una gran dominancia en sus bosques donde aparecen especies de pisos de vegetación cercanos como los avellanos, acebos, fresnos, castaños o robles de los bosques mixtos atlánticos y robledales, así como otras especies de naturaleza lauroide como *Laurus nobilis*. El estrato de matorral de esta formación difiere mucho del característico de las otras formaciones más atlánticas que le rodean. Destaca la dominancia en sus bosques de especies también perennifolias con cierta influencia mediterránea como la zarzaparrilla, aladierno (*Rhamnus alaternus*), rusco (*Ruscus aculeatus*). Junto a estas especies también están presentes otras especies de matorral con una influencia mediterránea menos patente como las zarzas, la hiedra, la rosa silvestre o los brezos.

15. Avellanedas (*Corylus avellana*)

Es una de las formaciones de menor extensión en la comunidad ya que no llega a suponer ni el 1 % de la superficie forestal total. El avellano es una especie principalmente eurosiberiana que puede aparecer en las montañas de la Iberia más meridional. Está presente en las formaciones mixtas planocaducifolias atlánticas y riberas arboladas distribuidas por toda la comunidad. Además, en ocasiones puede formar pequeños rodales y masas puras como etapa de sustitución de otras frondosas como hayas y robles, o formar bosques en ciertas situaciones litológicas límites como en cejas calizas si las condiciones de humedad lo permiten, y sobre todo como especie ripícola en cursos de agua de diferente caudal.

En estas masas puras de avellano, otras especies eurosiberianas como el fresno norteño, el roble carballo, el acebo o el sicomoro le pueden acompañar. Además aunque el sotobosque es muy umbroso, en el estrato de matorral pueden aparecer zarzas, hiedras, zarzaparrillas, etc.

16. Acebedas (*Ilex aquifolium*)

Como en el caso anterior, esta formación arbolada no supone ni el 1 % de la superficie forestal asturiana, pero tienen un importante valor biogeográfico por su singularidad y escasez. Se distribuye sobre todo por la mitad septentrional de la Península, siendo muy frecuente en la vertiente cantábrica donde encuentra condiciones de humedad y temperatura óptimas para vivir. Suele ser una especie que vive aislada o en pequeños bosquetes, que conforman buena parte del sotobosque de muchos bosques peninsulares, desde las masas mixtas atlánticas a pinares montanos mediterráneos o eurosiberianos, y con menos frecuencia en bosques de especies marcescentes.

Además, aunque no es frecuente, es posible encontrar bosques de acebo puros en áreas relativamente extensas, en zonas muy ricas como vaguadas con un alto nivel freático. Suelen conformar masas muy densas con tangencia entre copas en las que no entra la luz, por lo que han sido muy usadas en la temporada estival como refugio para el ganado. En Asturias se encuentran buenos ejemplos de acebedas bien conservadas como la de la Sierra de Gamonal.

3.3. Tipificación arbórea. Composición de las formaciones arboladas.

En este apartado se analizan los siguientes indicadores de biodiversidad:

- A. Abundancia de especies arbóreas
- B. Mezcla de coníferas y frondosas
- C. Índices no paramétricos de diversidad
- D. Curvas de Rényi

Los indicadores que componen cada subgrupo son los siguientes:

A. Abundancia de especies arbóreas

Con intención de caracterizar la biodiversidad en cuanto a la composición, se determina la *riqueza* presente en cada formación arbolada. Así mismo, se calculan: los valores máximo y mínimo del número de especies por parcela, la media, la varianza y el intervalo de confianza (Tabla 4.3.1. y Figura 3.3.1).

Tabla 3.3.1 Valores máximo y mínimo del número de especies por parcela, media, varianza, intervalo de confianza y riqueza.

FAP	Máximo de especies	Mínimo de especies	Media de especies	Varianza	Riqueza
1	15	1	6,91	6,28	64
2	14	1	6,78	5,98	52
3	14	1	4,57	5,34	36
4	14	1	4,89	4,35	49
5	13	1	5,08	8,92	44
6	13	1	5,13	6,37	45
7	10	1	4,54	3,55	30
8	11	1	4,10	5,86	30
9	8	2	5,27	2,95	20
10	10	1	5,05	6,65	32
11	13	1	6,85	5,41	34
12	6	1	2,93	2,71	13
13	18	2	7,54	7,86	51
14	8	1	5,06	4,33	23
15	13	3	7,25	5,43	38
16	6	1	3,87	2,12	13

Según los resultados de la Tabla 3.3.2, las formaciones que suman un mayor número de especies en el total de superficie que ocupan en Asturias son los bosques mixtos de frondosas,

los castaños, los bosques ribereños, los eucaliptales y los pinares de pino radiata, con valores de riqueza entre 64-45 especies. Pero hay que tener en cuenta que son muchas de estas formaciones forestales las que más superficie ocupan en el principado. Si analizamos los valores medios de riqueza, son los bosques ribereños, las avellanedas, los bosques mixtos de frondosas atlánticas y los castaños (FAP, 13, 15, 1, 2) los que reflejan un mayor número medio de especies por parcela como así lo corrobora también los histogramas de riqueza por superficie de la Figura 3.3.2.

En cambio, las formaciones arboladas de menor riqueza de especies arbóreas en Asturias son con menos de 20 especies registradas en el total de su superficie, formaciones con una importante monoespecificidad u origen antrópico como las acebedas, los pinares de pino albar y las formaciones de especies de producción en mezcla. Si analizamos los valores medios de riqueza y por parcela y superficie, además de estas formaciones, reflejan una valor de riqueza florística bajo otras formaciones como los hayedos, los melojares y los pinares de pino marítimo (FAP, 12, 16, 9, 8, 7, 3).

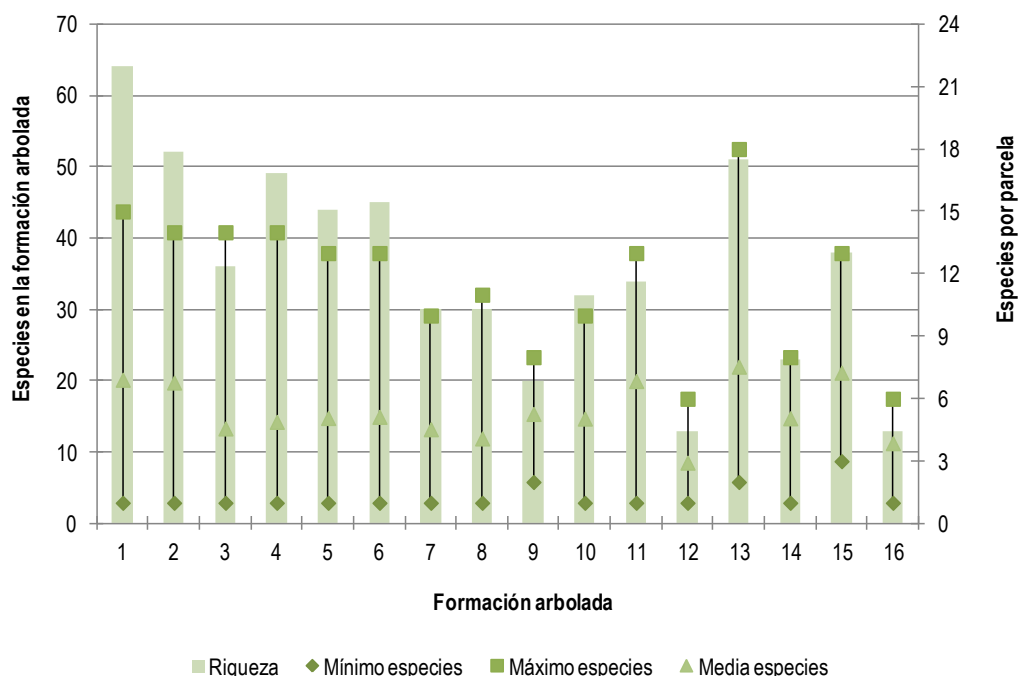
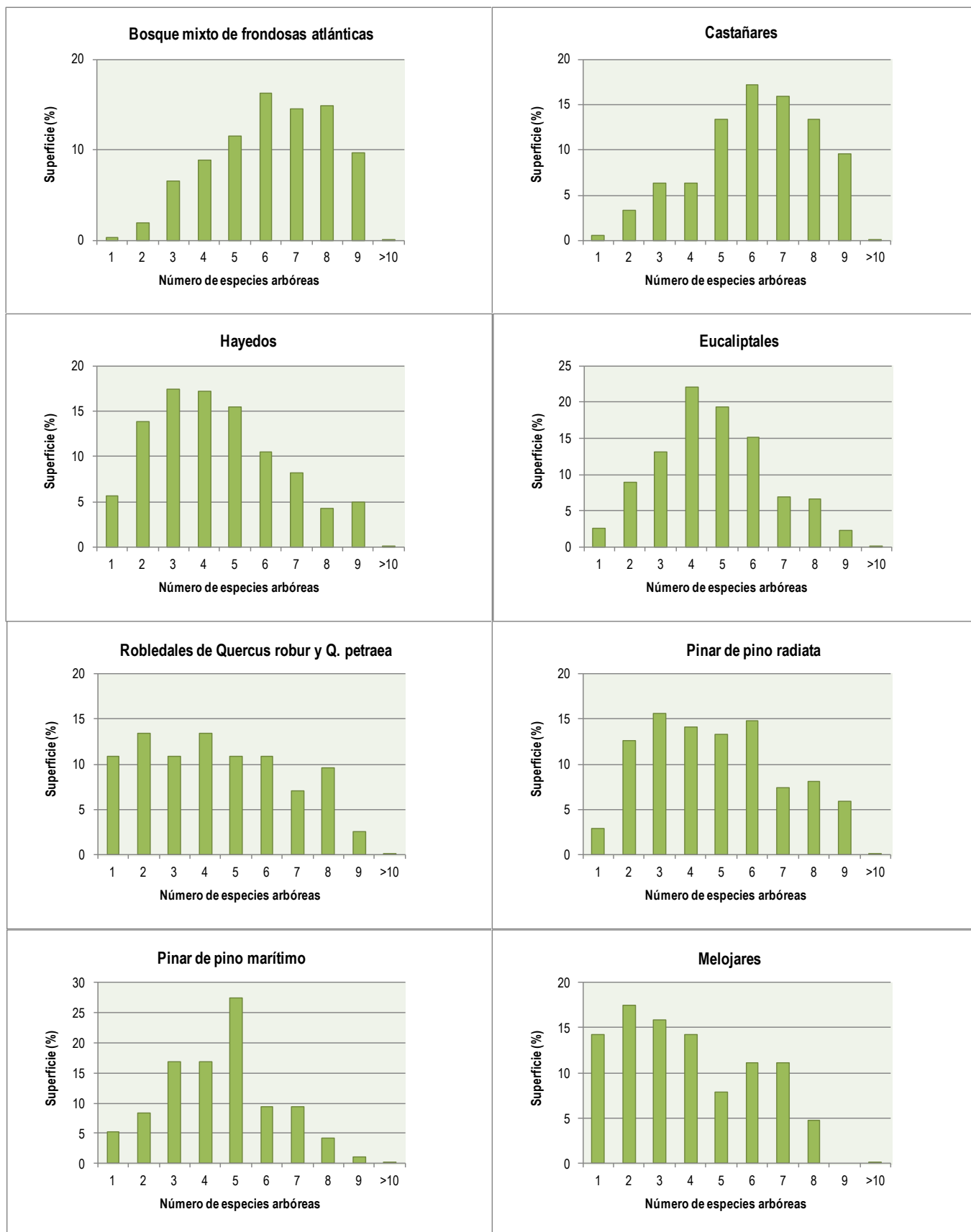


Figura 4.3.1. Riqueza de especies arbóreas por formación arbolada en Asturias. Valores mínimo, máximo y media de especies por parcela.

A continuación, se ofrecen los histogramas de la frecuencia de parcelas con 1, 2, 3, 4, 5, etc. especies arbóreas en cada formación forestal arbolada (Figura 3.3.2).



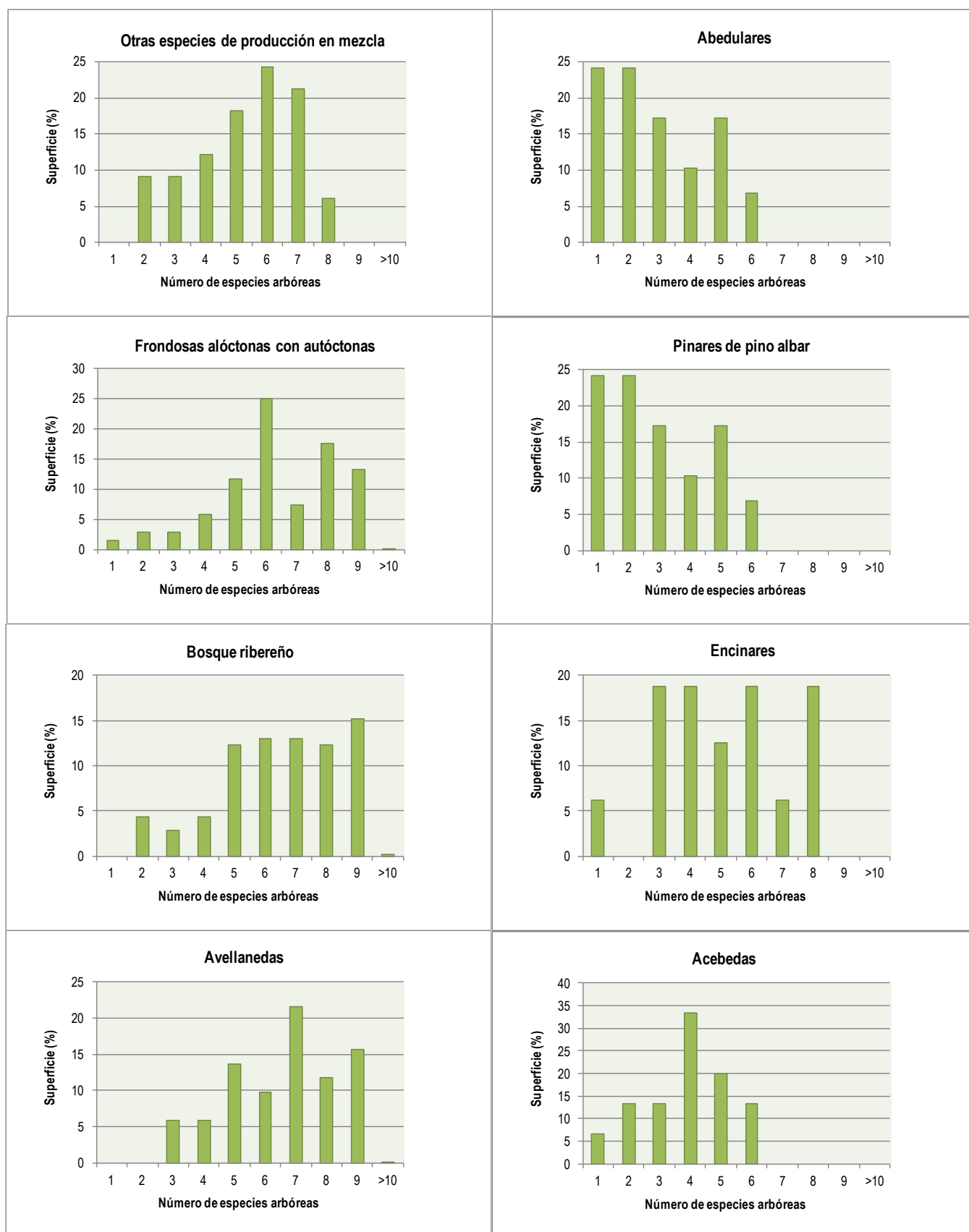


Figura 3.3.2. Histogramas de la frecuencia de parcelas con 1, 2, 3, etc. especies arbóreas para cada formación arbolada en Asturias.

B. Mezcla de coníferas / frondosas

Es interesante a la hora de abordar nuevas medidas de gestión y conservación estudiar las características de la estructura de las masas forestales. En la Tabla 3.3.2. se estima la superficie total y porcentual que ocupan las masas forestales formadas solamente por coníferas, las formadas por frondosas y las mixtas de conífera y frondosa. En estas divisiones se han tenido en cuenta las formaciones definidas para la comunidad y no las parcelas.

Los resultados corroboran la importancia de las formaciones arboladas representadas por frondosas (84,77 %) respecto a las coníferas (12,37 %) y a las formaciones mixtas de coníferas y frondosas (2,86 %) en Asturias (Tabla 3.3.3.).

Tabla 3.3.2 Superficie ocupada por masas forestales de coníferas, frondosas y mezclas de conífera-frondosa y los porcentajes de su superficie respecto del total en la comunidad.

Tipo de bosque o formación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Masas de coníferas	55.825,66	12,37
Masas de frondosas	382.601,95	84,77
Mezcla de coníferas y frondosas	12.889,68	2,86

Tabla 3.3.3. Relación conífera-frondosa respecto al número de pies por hectárea y al área basimétrica (Ab) para cada formación definida en Asturias.

FAP	Relación de nº pies/ha C/F	Relación de Ab C/F	FAP	Relación de nº pies/ha C/F	Relación de Ab C/F
1	-	0,01	9	0,88	1,39
2	-	0,01	10	0,01	0,02
3	-	-	11	0,01	0,02
4	0,03	0,05	12	12,97	19,84
5	0,00	0,01	13	0,00	0,00
6	3,98	6,21	14	-	-
7	2,29	5,53	15	-	-
8	-	-	16	-	-

La relación conífera/frondosa es mayor que la unidad tan sólo en las formaciones representadas por las plantaciones de pino radiata, pino marítimo y pino albar, siendo en esta última la que mayor porcentajes de este ratio se obtienen. Esto confirma la gran dominancia que existe de las especies de frondosas sobre las coníferas en los bosques asturianos (Tabla 3.3.3.)

C. Índices no paramétricos de biodiversidad

Los índices no paramétricos de diversidad de especies considerados se presentan en la Tabla 3.3.4.

Tabla 3.3.4 Densidad de especies, índice de diversidad de Margalef, Berger-Parker, Simpson y Shannon-Weaver para las parcelas del IFN-4 de Asturias.

FAP	Densidad de Especies	Diversidad Margalef	Diversidad Berger-Parker	Diversidad Simpson	Diversidad Shannon-Weaver	Diversidad relativa Shannon-Weaver (%)
1	12,86	2,91	0,22	9,46	2,68	0,68
2	10,60	2,04	0,79	1,58	1,02	0,28
3	7,45	1,44	0,79	1,57	1,01	0,31
4	10,25	1,24	0,88	1,29	0,62	0,20
5	9,87	1,96	0,39	4,04	1,90	0,54
6	10,22	1,57	0,73	1,83	1,18	0,36
7	6,89	1,11	0,65	2,28	1,42	0,48
8	7,53	1,04	0,88	1,28	0,59	0,21
9	4,87	0,51	0,43	3,35	1,40	0,64
10	7,75	1,24	0,75	1,74	1,12	0,37
11	8,43	1,41	0,35	4,50	1,90	0,61
12	3,33	0,39	0,98	1,05	0,15	0,08
13	13,07	2,55	0,31	6,32	2,38	0,65
14	6,27	0,65	0,61	2,37	1,25	0,52
15	11,35	2,25	0,49	3,91	2,21	0,64
16	4,14	0,36	0,88	1,27	0,50	0,28

Los resultados de los índices de diversidad no paramétricos corroboran los que reflejaban el análisis de riqueza de especies. Los bosques de frondosas atlánticas, los bosques ribereños, las avellanadas y los robledales (FAP, 1, 13, 15, 5 y 7) son las formaciones de mayor diversidad florística arbórea, mientras que los más pobres en especies son los pinares de pino albar, las acebedas, los melojares, los eucaliptales y los hayedos (FAP, 12, 16, 8, 4 y 3).

D. Curvas de Rényi

Estos resultados anteriores quedan también corroborados si se analiza la distribución de los distintas formaciones en la ordenación de diversidad de especies siguiendo la familia de curvas de Rényi (1961) (ver Figura 3.3.3.).

Estas curvas tratan de relacionar todos los índices no paramétricos de biodiversidad calculados previamente. Si la curva que representa a un hábitat queda siempre por encima del resto, se puede considerar que es más diverso. Si las curvas de las dos formaciones se cruzan, no son comparables.

En la Figura 3.3.3. se observa cómo las curvas que representan la diversidad de especies arbóreas de los bosques ribereños y los bosques mixtos de frondosas atlánticas (FAP 13 y 1) están por encima del resto de las otras formaciones, lo que refleja una mayor diversidad. Las curvas de los pinares de pino albar y acebedas (FAP 12 y 16) quedan por debajo del resto y corroboran la menor diversidad de especies de estos bosques en comparación con los demás.

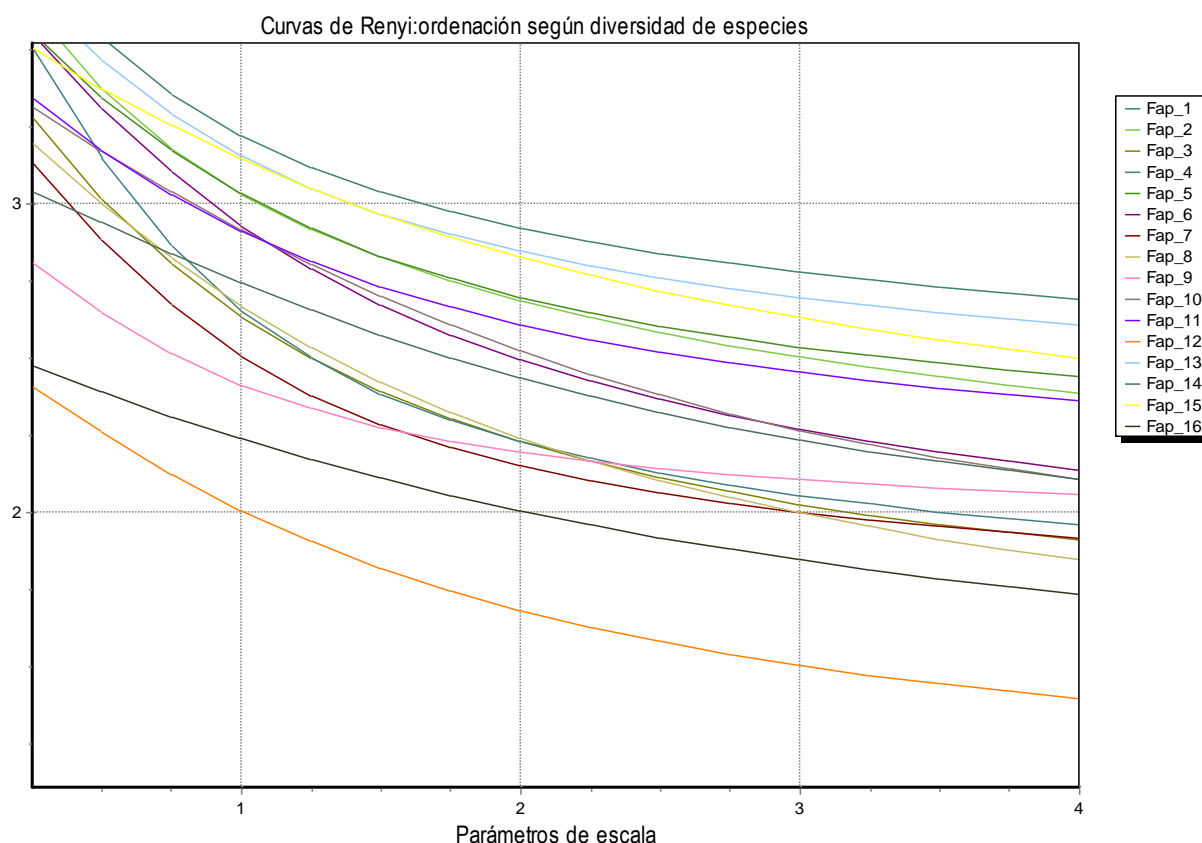


Figura 3.3.3. Curvas de Rényi para algunos de las formaciones más características por su diversidad arbórea.

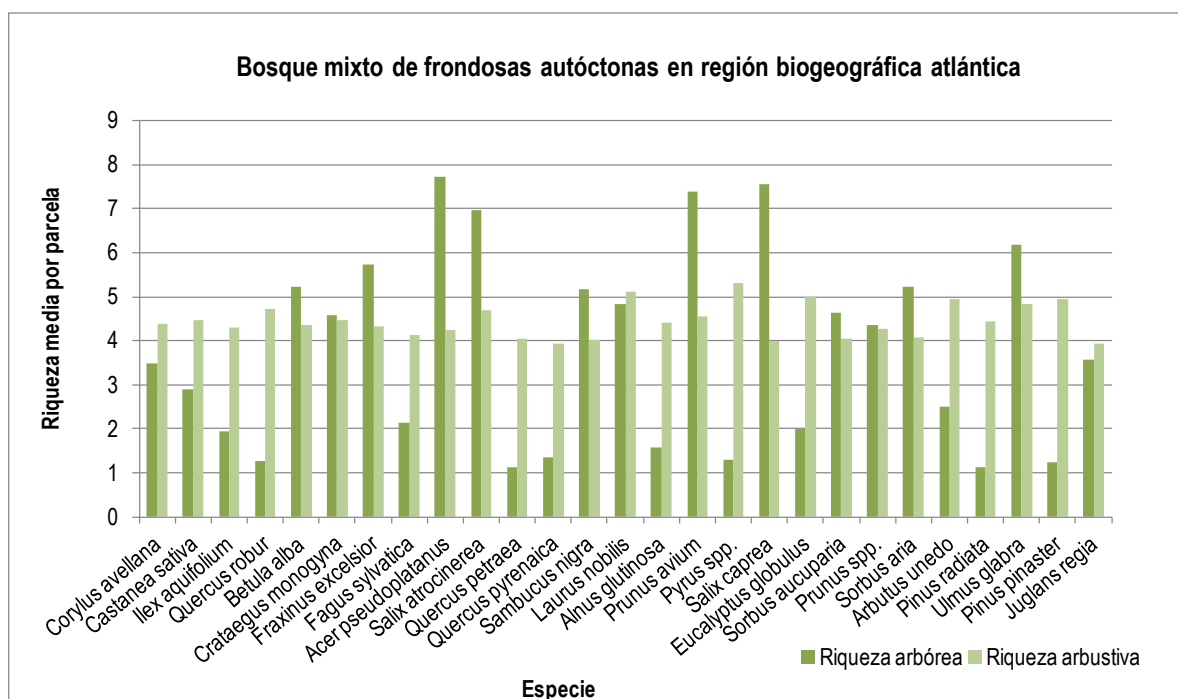
E. Caracterización específica arbórea de la riqueza media por parcela en las formaciones arboladas

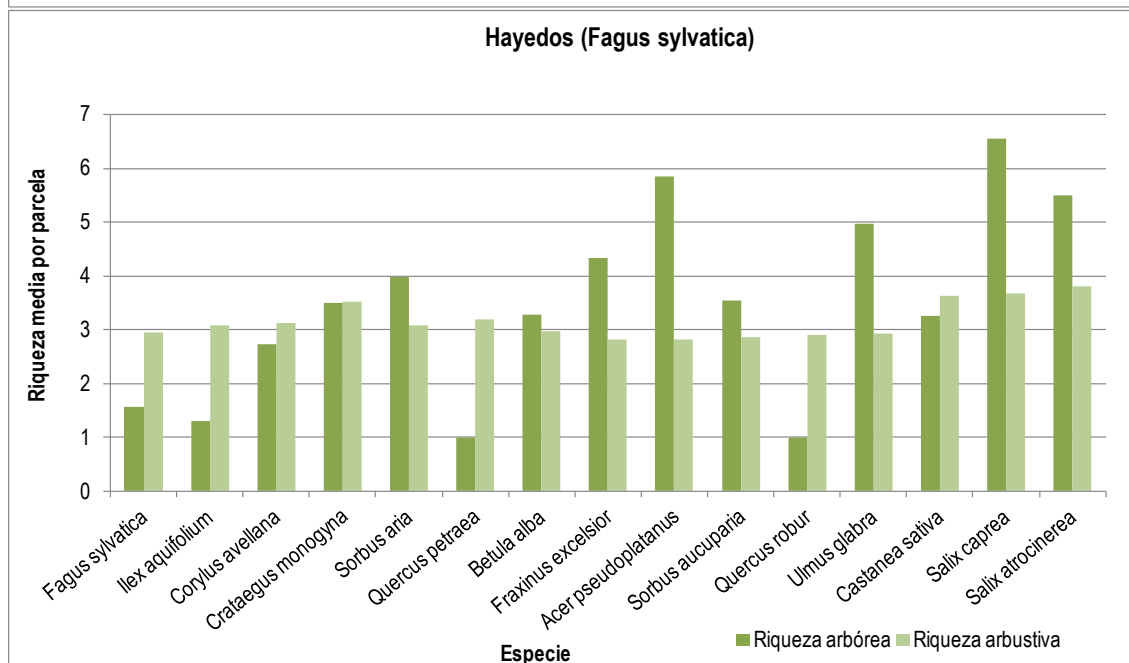
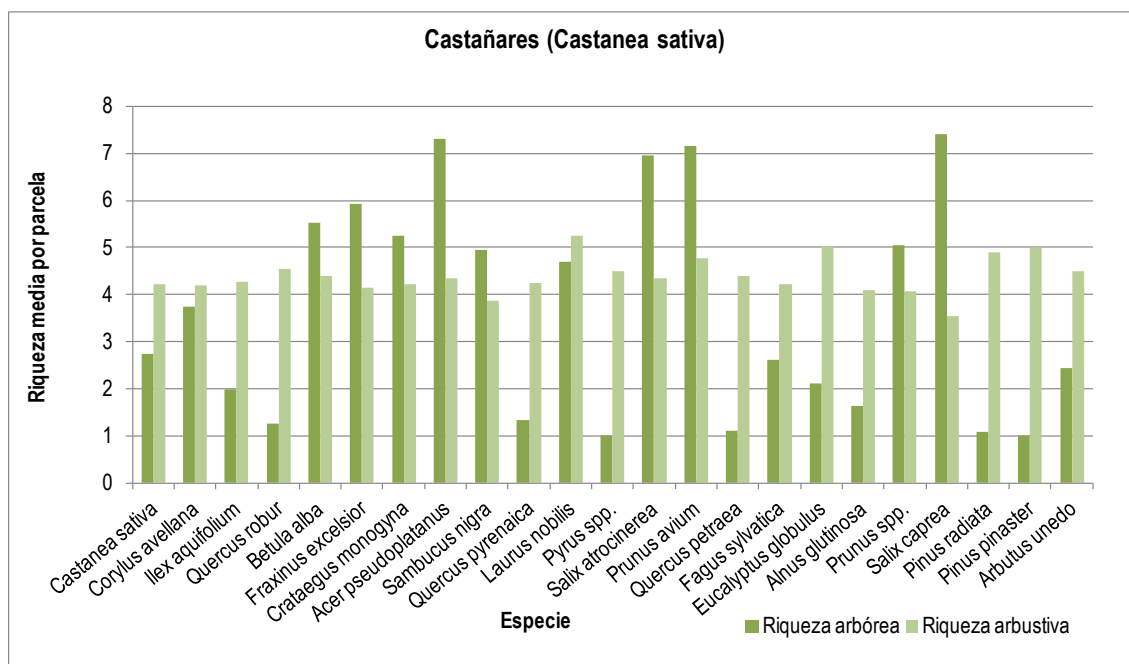
En las siguientes figuras se muestra la interacción entre la riqueza media arbórea y arbustiva por parcela y la composición específica arbórea de la parcela en cada formación forestal arbolada.

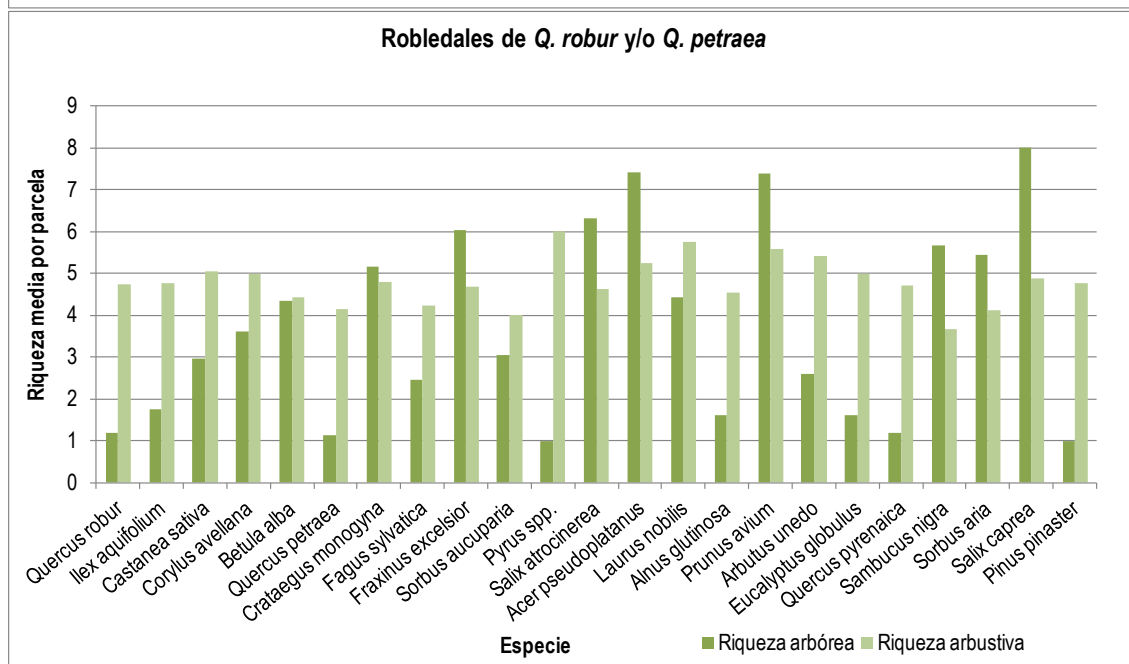
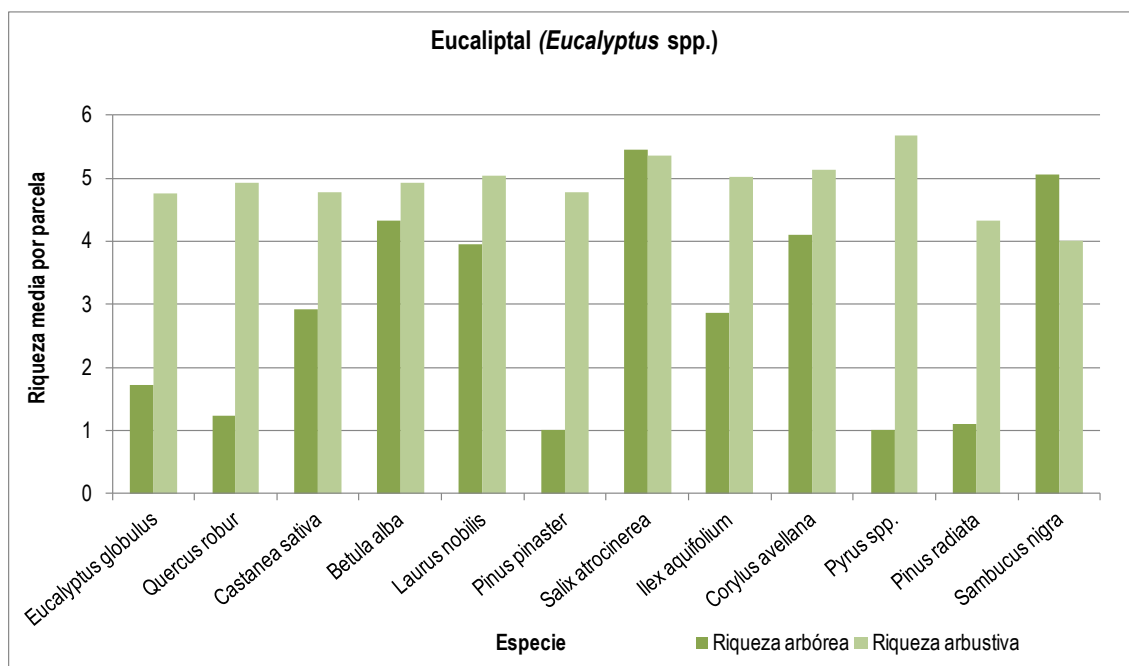
Estas figuras muestran como por ejemplo la presencia de algunos taxones acompañantes y escasos como algunas especies de sauces (*Salix atrocinera*, *Salix caprea*), sicomoro, cerezo u olmo de montaña hacen que aumente considerablemente la riqueza arbórea media por parcela en algunas de las formaciones de mayor riqueza (6-8 especies por parcela de media) como son los bosques mixtos de especies de frondosas atlánticas (FAP 1), castañares (FAP 2), hayedos (FAP 3) o robledales (FAP 5). En estas formaciones la riqueza media arbustiva es más o menos homogénea y no parece depender de la presencia de taxones arbóreos, aunque parece aumentar en parcelas con presencia del peralillo (*Pyrus* spp), también en los melojares (FAP 8).

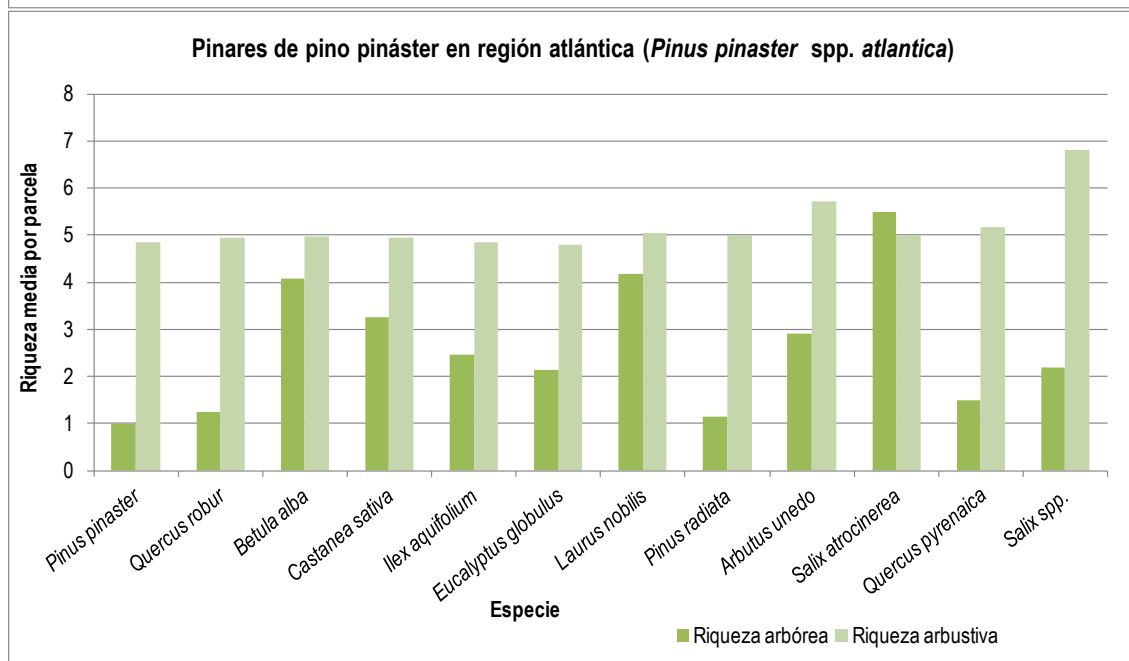
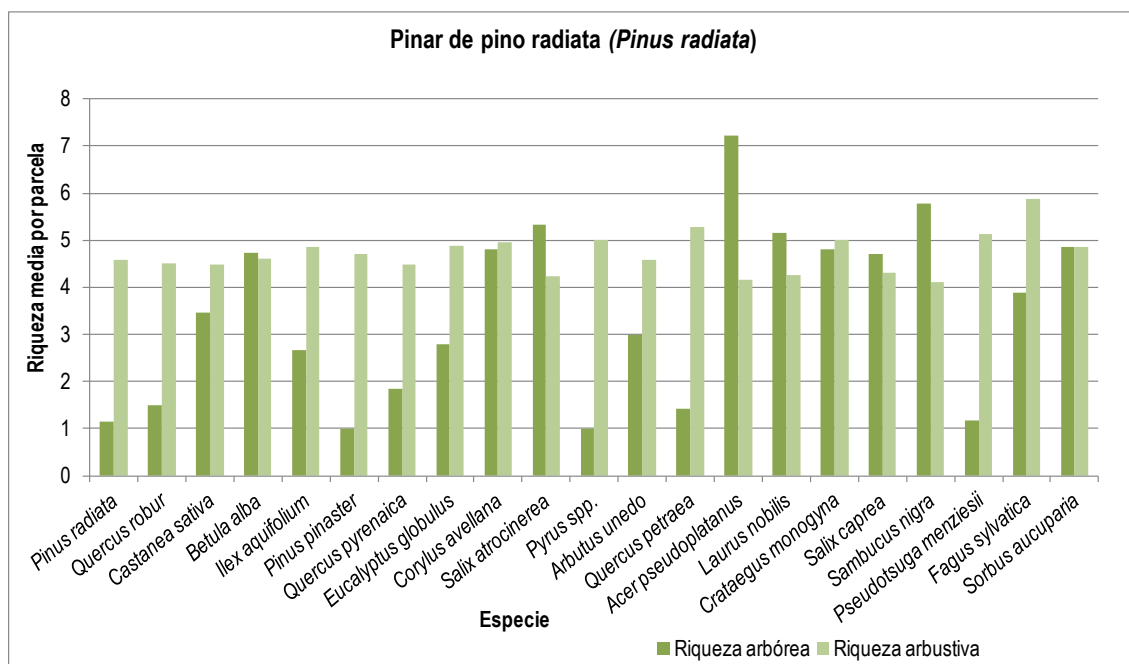
En cambio en algunas plantaciones como la de eucaliptos (FAP 4), la riqueza arbórea y arbustiva si presenta cierta variabilidad dependiendo de la presencia de diferente flora arbórea. En la figura 3.3.4. para esta formación se observa como la riqueza arbórea aumenta considerablemente con la presencia de especies autóctonas como abedul, laurel, sauces, avellanos o saúcos, mientras que es menor cuando están presentes especies más dominantes como roble carballo, el pino radiata, el pino marítimo y el eucalipto. La riqueza arbustiva en cambio es más o menos homogénea.

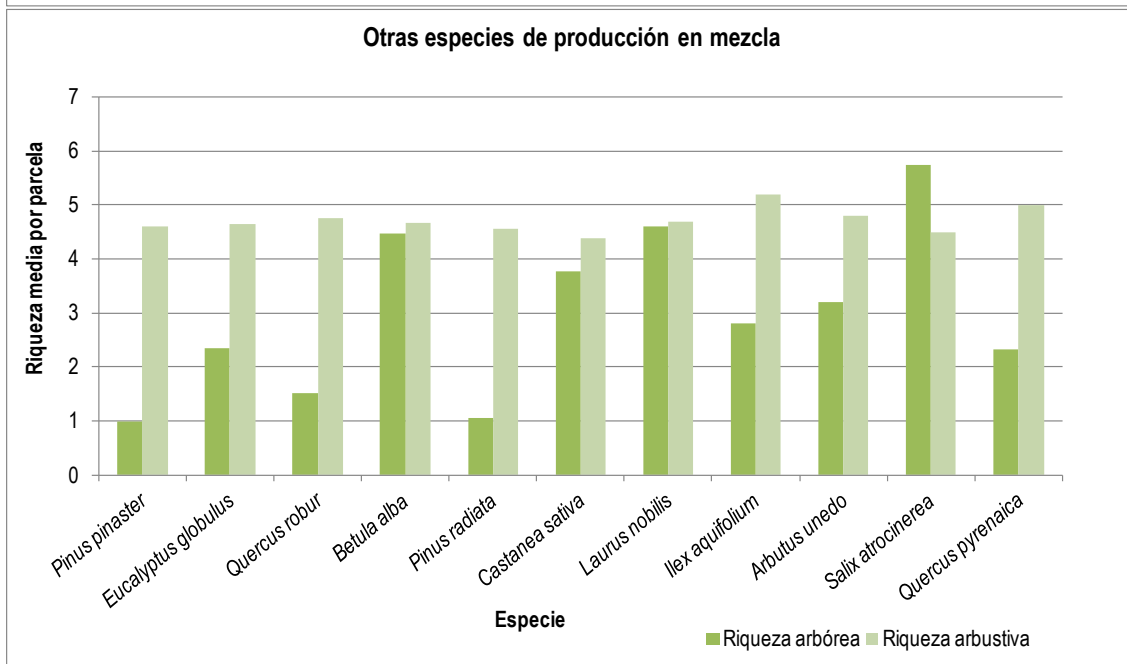
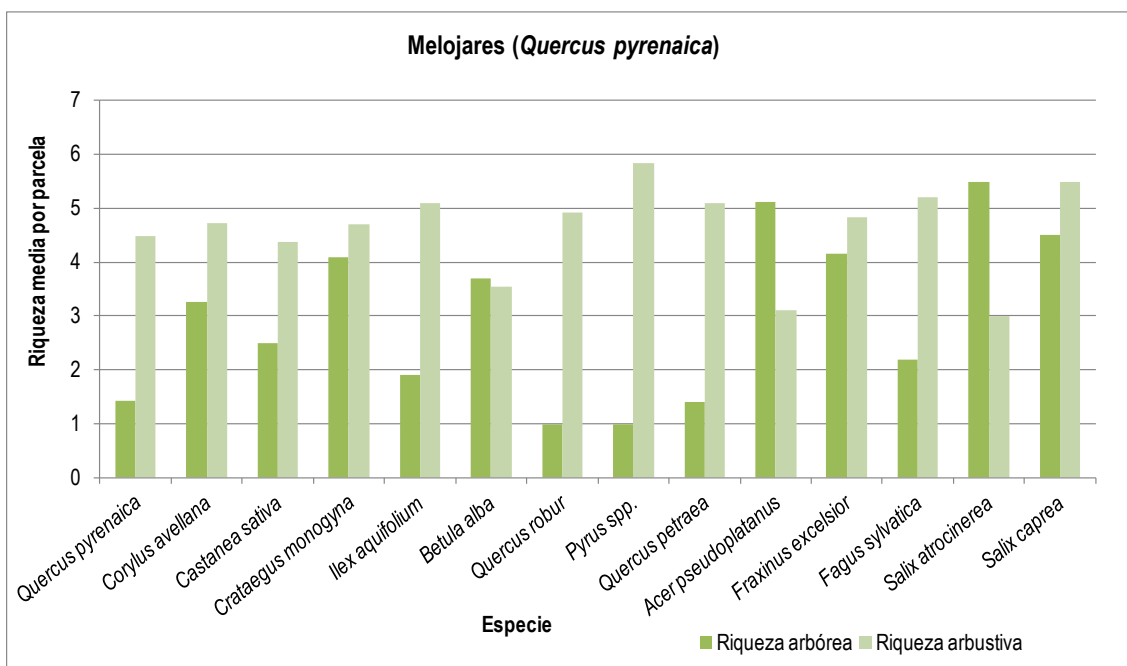
Aunque la mayoría de las formaciones cuentan con una riqueza media de entre 4-5 especies de sotobosque distintas (FAP 1, 2, 4, 6, 8, 9, 11), si hacemos un análisis general se encuentran ciertas divergencias. Por ejemplo, en el caso de los hayedos y acebedas (FAP 3 y 16) este número medio de especies arbustivas por parcela desciende a 2- 3 taxones. Y en otros casos este número aumenta con la presencia de especies arbóreas como el eucalipto, en formaciones como encinares, avellanadas y abedulares (FAP 10, 14 y 15), o con la presencia de sauces en el caso de los pinares de pino marítimo (FAP 7) o de castaño en los pinares de pino albar (FAP 12).

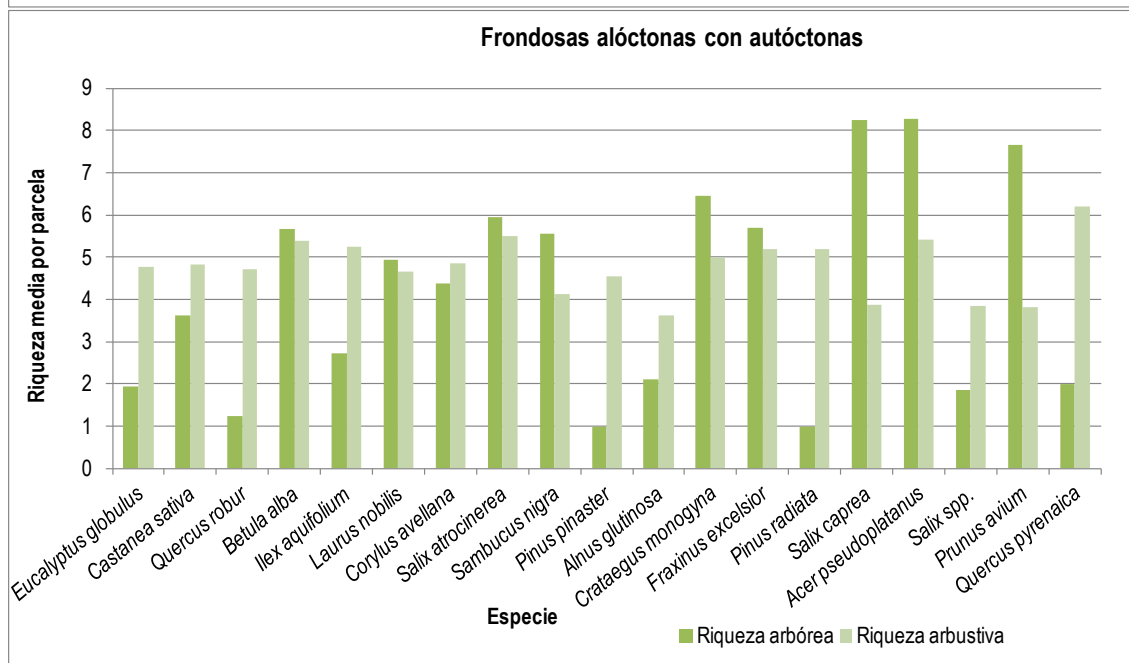
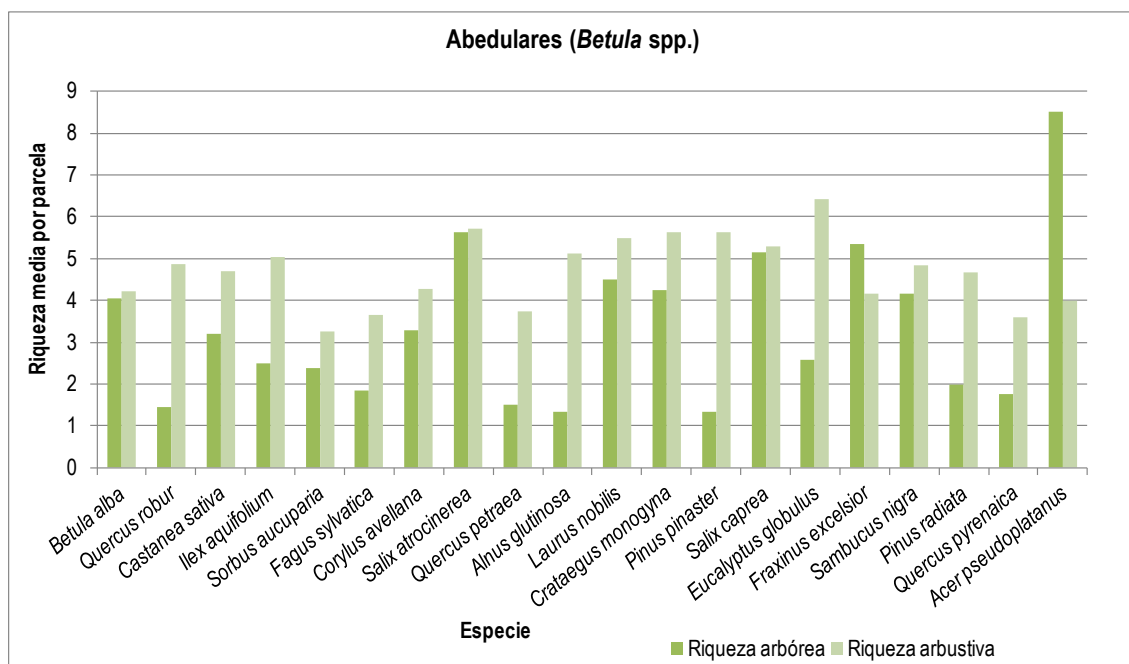


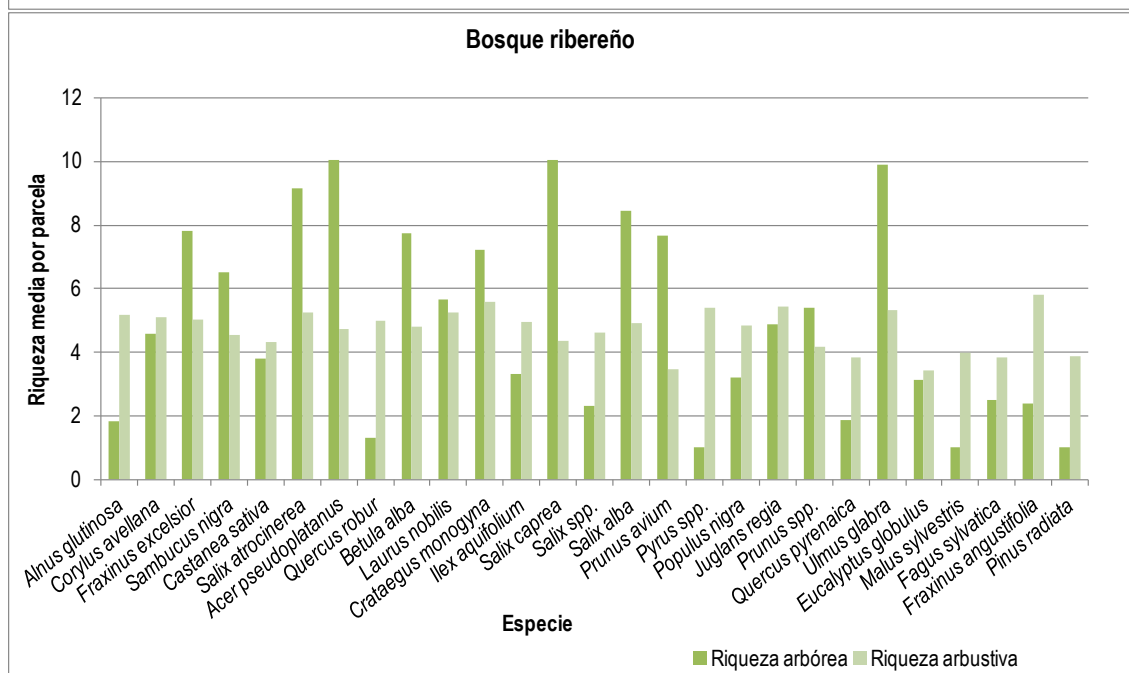
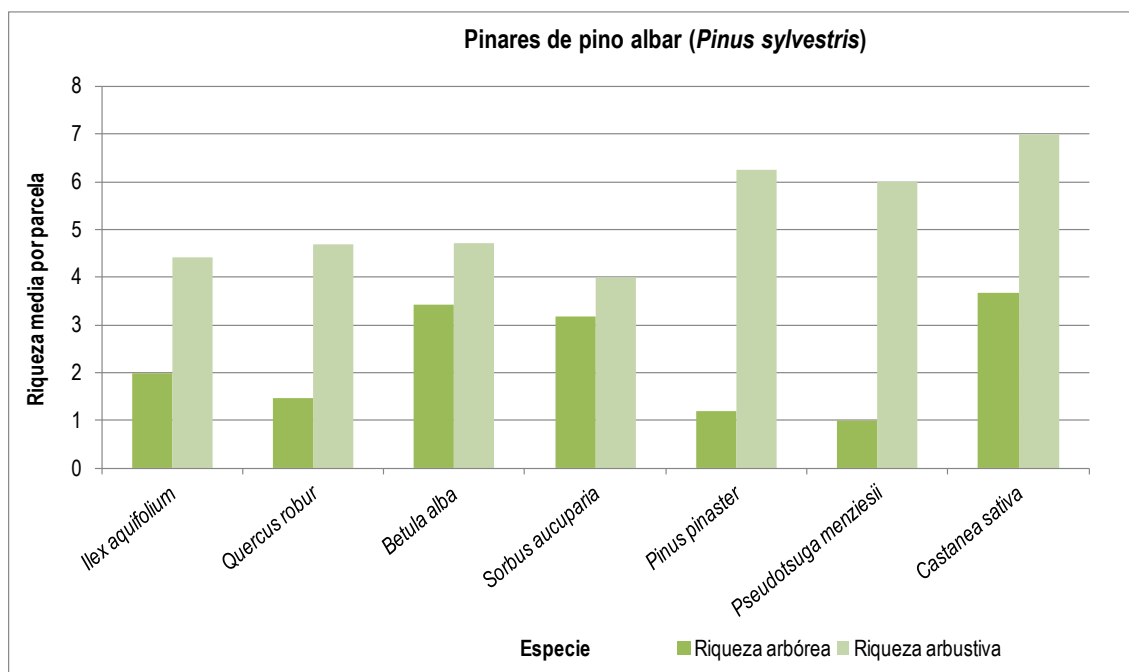


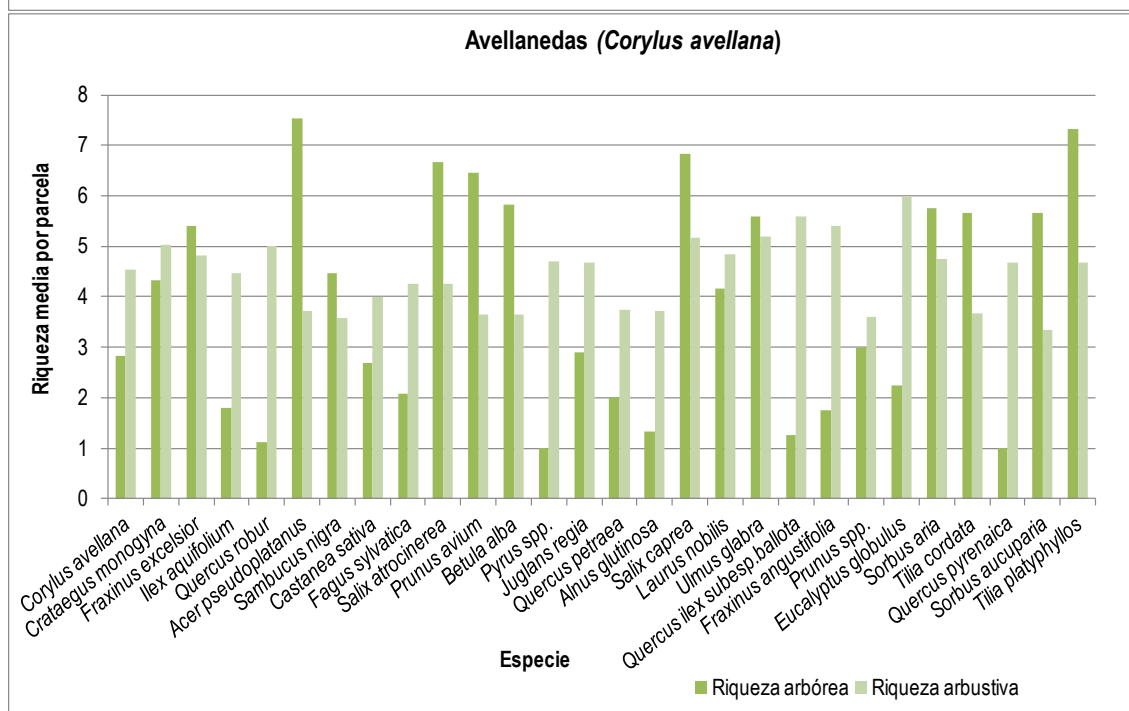
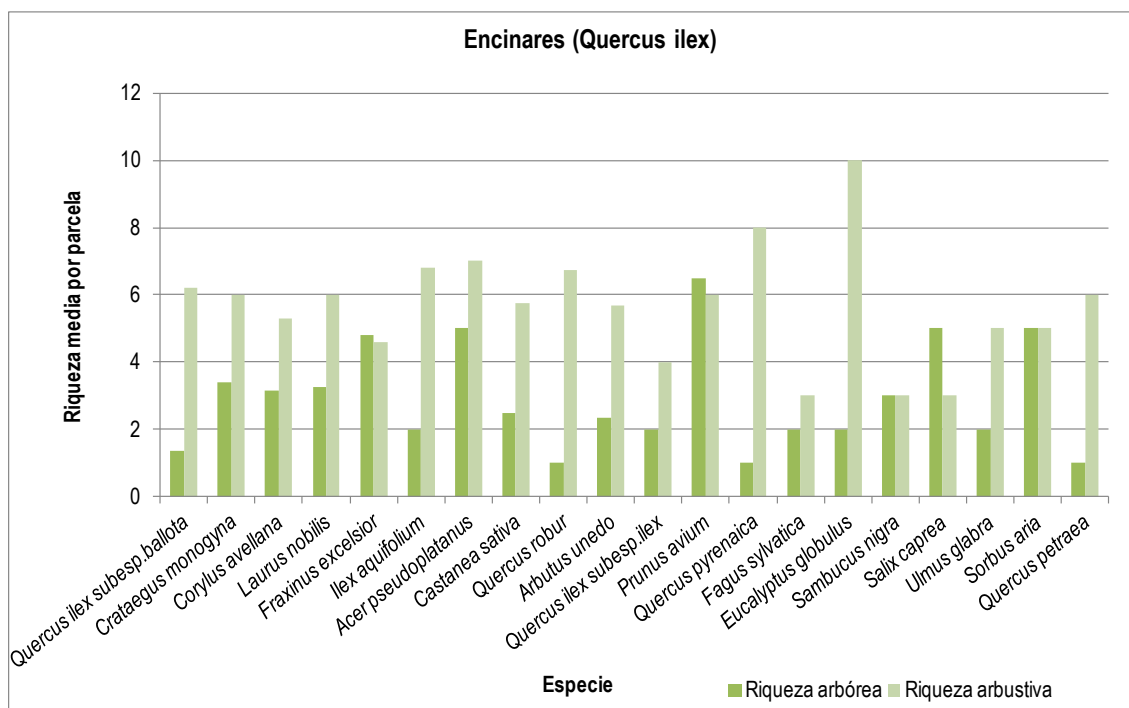












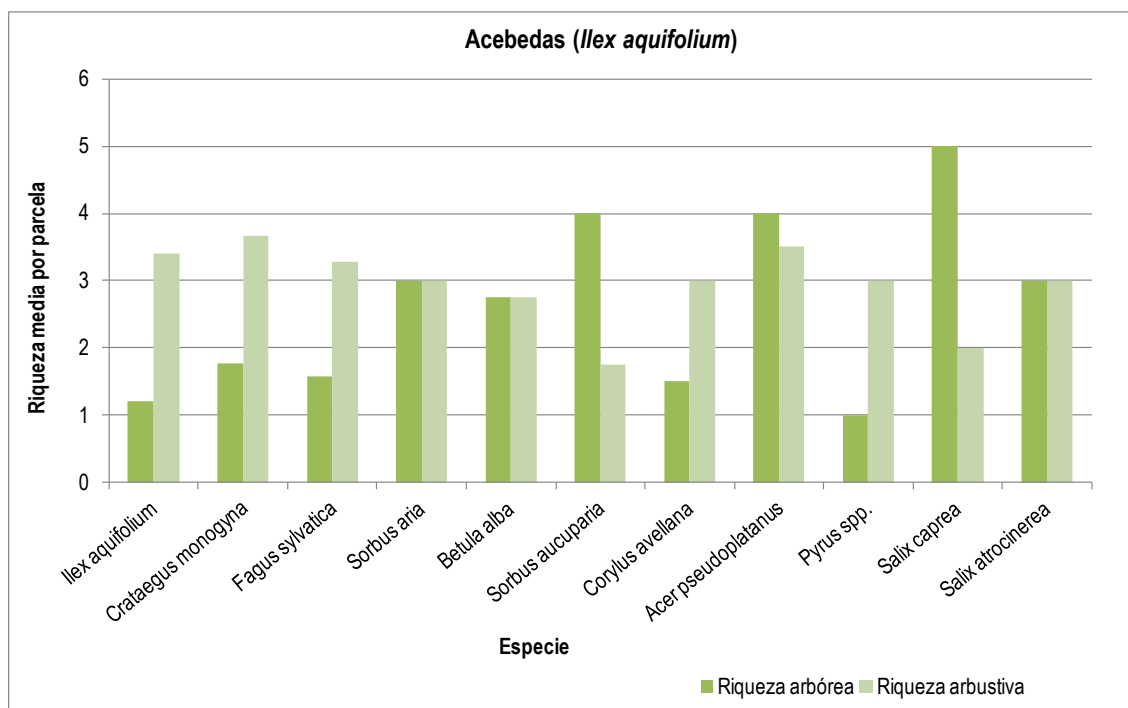


Figura 3.3.4. Representación de la riqueza arborea y arbustiva media por parcela contrastada con la presencia de las especies de mayor dominancia (> 5%) por formación forestal arbolada en Asturias.

3.4. Estructura de las formaciones arboladas

3.4.1. Estructura horizontal

A. Desviación de la densidad arborea

En la Tabla 3.4.1. se muestran los valores de la desviación típica (S_N) del número medio de pies por hectárea (N) y formación forestal arbolada.

Tabla 3.4.1. Desviación típica del número de pies por hectárea medio en cada formación de Asturias.

FAP	S_N	FAP	S_N
1	543,23	9	436,01
2	720,10	10	546,14
3	417,26	11	498,77
4	637,59	12	418,40
5	393,34	13	453,68
6	460,16	14	759,51
7	442,08	15	582,13
8	503,63	16	784,38

Tal y como se puede deducir de la Tabla 3.4.1., las formaciones con una mayor diversidad en cuanto a número de pies y densidades son los castaños, los encinares y las acebedas (FAP 2, 14 y 16).

B. Rango diamétrico

Esta variable es un elemento clave a tener en cuenta en la caracterización de la estructura de la masa.

Como indica la Tabla 3.4.2, las formaciones arboladas con rangos diamétricos mejor distribuidos (más diversas estructuralmente) son algunas de las formaciones de mayor naturalidad como las formaciones mixtas de frondosas atlánticas, los castaños, los hayedos, los robledales y las riberas arboladas (FAP 1, 2, 3, 5 y 13). Mientras que las que presentan una distribución diamétrica menos repartida entre las diferentes clases son los pinares de pino silvestre, los encinares y las acebedas (FAP 12, 14 y 16).

La superficie forestal Asturiana cuenta con un rango de clases diamétricas grande, donde las clases diamétricas intermedias y bajas de entre 150-400 mm y 0-50 mm son las mejor representadas. Las clases diamétricas más escasas son las que sobrepasan los 2.000 mm, sólo presentes en tres formaciones arboladas, las de los bosques mixtos atlánticos, los castaños y los robledales (FAP 1, 2 y 5), ya que como se verá en el apartado de árboles añosos, son algunas de las especies características en estas formaciones como castaños y robles, los que presentan un mayor número de pies singulares.

Tabla 3.4.2. Porcentaje de parcelas con diferentes clases de rango diamétrico para cada formación forestal arbolada (FAP) definido en Asturias.

Clase diamétrica	FAP1	FAP2	FAP3	FAP4	FAP5	FAP6	FAP7	FAP8	FAP9	FAP10	FAP11	FAP12	FAP13	FAP14	FAP15	FAP16
0-49,5	4,20	2,22	0,33	8,49	6,49	3,79	4,44	15,79	9,38	6,90	12,70	7,69	3,61	12,50	17,78	25,00
50-99,5	3,11	2,22	1,66	12,92	1,95	9,09	7,78	1,75	6,25	6,90	4,76	7,69	1,20	18,75	8,89	0,00
100-149,5	2,93	2,22	1,32	11,44	3,90	11,36	5,56	7,02	3,13	17,24	4,76	3,85	2,41	0,00	2,22	16,67
150-199,5	4,39	5,83	1,32	16,24	3,90	6,06	10,00	7,02	9,38	6,90	7,94	11,54	7,23	12,50	2,22	0,00
200-249,5	5,30	6,67	0,99	12,55	4,55	5,30	6,67	3,51	6,25	12,07	7,94	34,62	6,02	12,50	6,67	16,67
250-299,5	6,03	3,89	2,65	8,49	7,14	9,09	7,78	7,02	15,63	8,62	11,11	11,54	2,41	12,50	11,11	0,00
300-349,5	6,58	5,00	3,97	6,64	5,84	9,09	7,78	7,02	12,50	8,62	6,35	7,69	7,23	6,25	13,33	0,00
350-399,5	7,68	7,50	5,63	6,27	9,74	13,64	7,78	12,28	12,50	6,90	6,35	15,38	9,64	0,00	2,22	8,33
400-449,5	8,23	5,00	8,94	6,64	9,09	7,58	12,22	7,02	6,25	6,90	7,94	0,00	6,02	0,00	0,00	0,00
450-499,5	7,50	7,22	8,61	1,85	10,39	8,33	7,78	8,77	9,38	3,45	0,00	0,00	12,05	6,25	4,44	0,00
500-549,5	6,22	4,17	5,96	2,58	9,74	1,52	10,00	1,75	0,00	6,90	11,11	0,00	6,02	6,25	6,67	0,00
550-599,5	5,12	4,44	6,29	1,48	3,25	6,06	5,56	0,00	3,13	1,72	6,35	0,00	4,82	0,00	2,22	8,33
600-649,5	4,20	3,61	9,60	1,85	3,90	0,00	3,33	3,51	3,13	0,00	3,17	0,00	6,02	12,50	0,00	8,33
650-699,5	3,11	2,22	5,30	0,74	3,90	2,27	2,22	3,51	0,00	1,72	1,59	0,00	3,61	0,00	2,22	0,00
700-749,5	4,75	3,06	6,95	0,00	1,95	0,76	1,11	5,26	0,00	1,72	3,17	0,00	7,23	0,00	4,44	0,00
750-799,5	4,39	3,33	3,97	0,37	2,60	3,03	0,00	1,75	3,13	0,00	0,00	0,00	2,41	0,00	2,22	8,33
800-849,5	2,19	1,39	2,98	0,37	1,95	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	2,22	0,00
850-899,5	2,01	2,22	3,31	0,37	2,60	0,76	0,00	1,75	0,00	0,00	3,17	0,00	1,20	0,00	2,22	8,33
900-949,5	2,19	3,33	4,30	0,00	0,65	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
950-999,5	1,28	2,50	3,97	0,37	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	0,00	4,44	0,00
1000-1499,5	7,31	16,39	11,92	0,37	5,19	1,52	0,00	1,75	0,00	3,45	1,59	0,00	7,23	0,00	4,44	0,00
1500-1999,5	1,28	4,44	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
≥2000	0,00	1,11	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C. Desviación de los diámetros

La estimación de la variación entre diámetros en una parcela es un dato valioso para caracterizar la estructura de la masa. Valores altos reflejan una alta diversidad estructural horizontal. Para ello se calcula la desviación típica de los diámetros.

El valor medio de la desviación típica de los diámetros de los árboles de las parcelas de cada formación arbolada se muestra en la Tabla 3.4.3.

Tabla 3.4.3. Media (S_d) y desviación típica (S_{Sd}) de la desviación típica de los diámetros por formación arbolada (FAP) en Asturias.

FAP	S_d	S_{Sd}	FAP	S_d	S_{Sd}
1	98,77	65,22	9	68,20	35,19
2	109,40	77,98	10	57,52	30,60
3	140,82	62,05	11	70,40	42,66
4	50,61	30,04	12	53,39	22,62
5	106,07	68,75	13	92,98	52,87
6	79,48	46,94	14	50,05	31,37
7	82,08	45,17	15	75,01	56,75
8	75,62	52,90	16	52,99	34,39

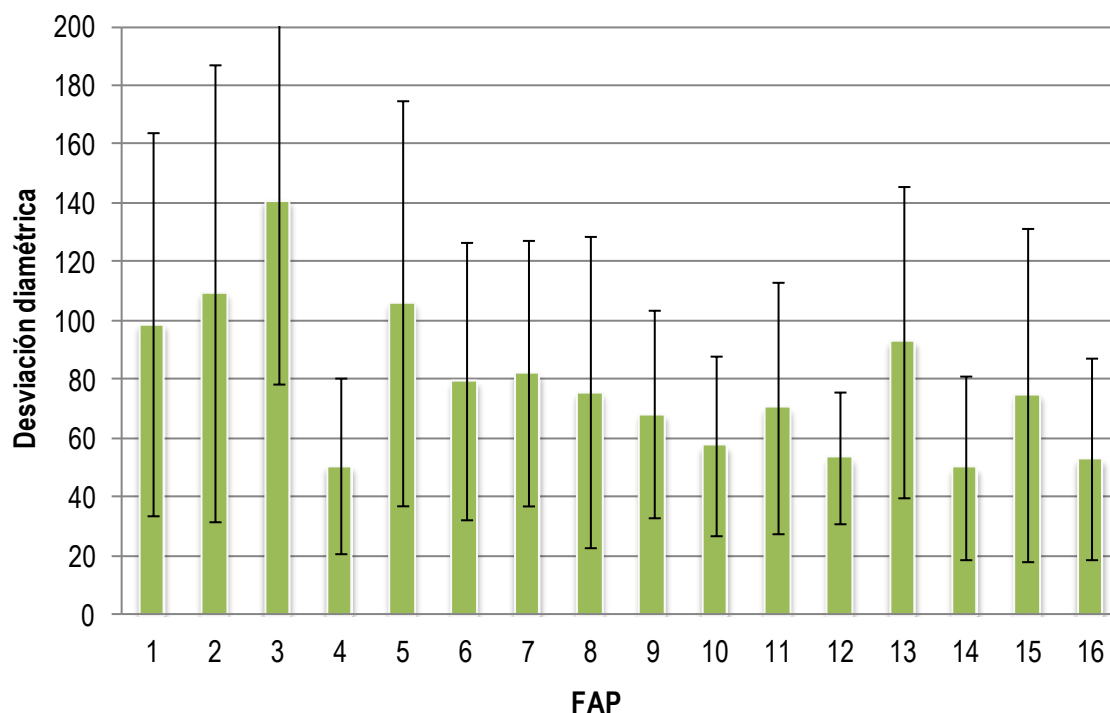


Figura 3.4.1. Media de la desviación de los diámetros para cada formación forestal arbolada definida en Asturias.

Analizando los resultados de la desviación media de los diámetros (Figura 3.4.1. y Tabla 3.4.3.) se observa una mayor riqueza estructural en formaciones con mezcla de especies o las que reflejan una mayor naturalidad como bosques mixtos atlánticos, castaños, hayedos, robledales y riberas arboladas (FAP 1, 2, 3, 5, 13, 15).

Las que reflejan una menor riqueza estructural son en general formaciones con un alto grado de manejo como los eucaliptales o con una pequeña superficie y manejo forestal como los pinares de pino silvestre (FAP 4 y 12).

D. Asimetría diamétrica

La asimetría diamétrica se calcula con el coeficiente de Charlier (β_{Ch}) (ver Tabla 3.4.4.).

Este indicador de riqueza estructural señala de nuevo a formaciones como castaños y bosques mixtos de frondosas atlánticas (FAP 2, 1) como las formaciones con mayor diversidad estructural horizontal (ver Figura 3.4.2). Aunque a diferencia de otros indicadores la asimetría muestra una alta diversidad estructural en algunas formaciones como acebedas y avellanadas (FAP 15, 16) que anteriores indicadores no mostraban. A diferencia que los anteriores, este indicador tiene en cuenta no solo la desviación de los diámetros en la formación sino la densidad. Por lo que estas formaciones con un alto índice de asimetría diamétrica parecen reflejar una mayor complejidad estructural que los reflejados en anteriores índices.

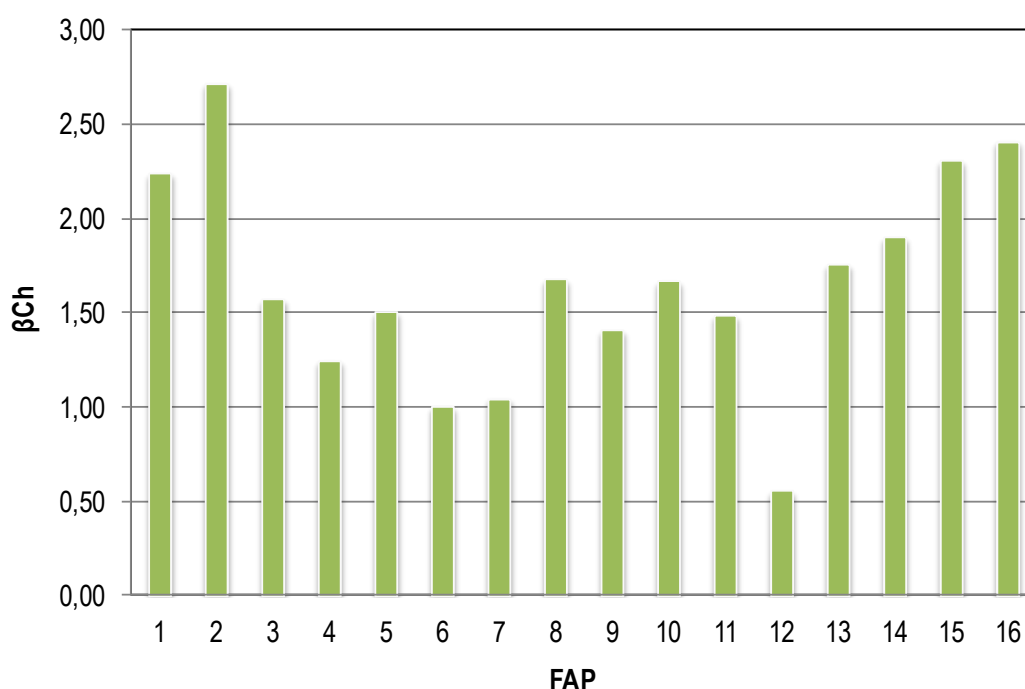


Figura 3.4.2. Media de la asimetría diamétrica por formación forestal arbolada en Asturias.

Tabla 3.4.4. Estructura horizontal de la masa. Media (β_{Ch}) y desviación ($S_{\beta Ch}$) de la asimetría diamétrica por formación forestal arbolada (FAP).

FAP	β_{Ch}	$S_{\beta Ch}$	FAP	β_{Ch}	$S_{\beta Ch}$
1	2,24	1,89	9	1,40	1,12
2	2,71	2,52	10	1,66	1,65
3	1,57	1,22	11	1,48	1,39
4	1,24	1,42	12	0,55	1,02
5	1,50	1,30	13	1,75	1,63
6	1,00	1,21	14	1,90	1,28
7	1,04	1,24	15	2,31	2,34
8	1,67	1,61	16	2,41	1,91

E. Índice de Clark y Evans

Uno de los índices más utilizados para caracterizar la distribución espacial de los árboles es el *índice de agregación de Clark y Evans* (1954). Este índice proporciona la relación entre la distancia real y la esperada al árbol más cercano (Tabla 3.4.5.) y permite la comparación entre distintas masas a partir de si los valores son mayores, menores o iguales a la unidad. De tal manera que:

- Valor del índice <1 refleja una distribución espacial con tendencia a agregados.
- Valor del índice $=1$ (o próximo a 1) refleja tendencia a una distribución aleatoria.
- Valor del índice >1 (máximo 2,14) refleja una distribución próxima a la regularidad.

El índice de Clark Evans es menor a la unidad en todas las formaciones arboladas de Asturias, lo que refleja una superficie forestal con una tendencia a distribuirse en agregados.

Tabla 3.4.5. Valores de la media (I_{CE}) y desviación típica ($S(I_{CE})$) del índice de Clark y Evans para cada formación de Asturias.

FAP	I_{CE}	$S(I_{CE})$	FAP	I_{CE}	$S(I_{CE})$
1	0,50	0,20	9	0,85	0,26
2	0,52	0,16	10	0,53	0,19
3	0,55	0,20	11	0,60	0,25
4	0,75	0,30	12	0,90	0,31
5	0,63	0,23	13	0,42	0,16
6	0,94	0,34	14	0,54	0,21
7	0,81	0,24	15	0,41	0,19
8	0,62	0,26	16	0,30	0,11

F. Índice de uniformidad de Gadow

Este índice permite hacer una estimación de la distribución espacial sin medir distancias. Según el ángulo estimado entre cuatro árboles vecinos el índice toma valores de 0 a 1. Cuando este índice es 0, indica estricta regularidad, cuando es 0,25 regularidad; 0,5 aleatoriedad; 0,75 irregularidad (en agregados) y 1 muy irregular. Los valores de este índice se muestran en la Tabla 3.4.6.

Según este índice, la mayor parte de las formaciones arboladas en Asturias reflejan tener una estructura espacial que tiende a la irregularidad. Algunas formaciones como los abedulares y las acebedas (FAP 10, 16) parecen tener una tendencia mayor que el resto a presentar una estructura en agregados.

Tabla 3.4.6. Valores medio (W) y desviación (S_w) del índice de uniformidad de Gadow estimado por parcela para cada formación arbolada.

FAP	W	S _w	FAP	W	S _w
1	0,87	0,14	9	0,90	0,06
2	0,86	0,17	10	0,81	0,23
3	0,86	0,17	11	0,90	0,10
4	0,88	0,14	12	0,89	0,06
5	0,88	0,16	13	0,88	0,08
6	0,87	0,18	14	0,90	0,08
7	0,85	0,20	15	0,87	0,12
8	0,88	0,11	16	0,80	0,17

G. Índice de mezcla (Mingling)

El *índice de Mingling* describe la probabilidad de que ninguno de los tres árboles cercanos pertenezca a la especie de un árbol central (Tabla 3.4.7.). Valores cercanos a 1 indican una mayor diversidad de especies.

Aunque los valores de las formaciones del principado tienen un índice de mezcla lejano a 1, son formaciones mixtas como los bosques mixtos de frondosas atlánticas y los bosques ribereños los que un mayor valor de este índice tienen (FAP 1, 13), lo que refleja una mayor riqueza de especies en comparación al resto de formaciones arboladas. Son en cambio las plantaciones de eucaliptos y de pino silvestre las formaciones que parecen ostentar el menor valor de este índice, y por tanto reflejan una menor diversidad de especies (FAP 4 y 12).

Tabla 3.4.7. Valores medios de índice de mezcla (M) y desviación estándar de la media (S_M) calculados para cada formación forestal arbolada (FAP) definida en Asturias.

FAP	M	S_M	FAP	M	S_M
1	0,50	0,26	9	0,42	0,31
2	0,30	0,28	10	0,36	0,31
3	0,26	0,30	11	0,43	0,28
4	0,18	0,27	12	0,10	0,19
5	0,30	0,29	13	0,46	0,25
6	0,25	0,28	14	0,24	0,28
7	0,25	0,28	15	0,40	0,32
8	0,16	0,25	16	0,18	0,21

H. Índice de equitatividad (Pielou)

Este índice refleja la relación entre la diversidad real y la diversidad máxima teórica, siendo una medida de la uniformidad en la diversidad de una formación forestal. Un mayor valor indica que el máximo de especies de la formación se encuentra en un mayor número de parcelas de la formación reflejando una diversidad homogénea.

Tabla 3.4.8. Valores medios de índice de equitatividad (E_q) y desviación estándar de la media (S_{E_q}) calculados para cada formación definida en Asturias.

FAP	E_q	S_{E_q}	FAP	E_q	S_{E_q}
1	2,12	2,58	9	1,80	1,49
2	2,03	4,82	10	1,71	1,27
3	1,68	1,17	11	2,05	2,08
4	1,59	1,51	12	1,19	0,78
5	1,75	3,68	13	3,01	3,31
6	2,67	11,84	14	2,34	1,46
7	1,22	0,56	15	2,20	1,13
8	3,39	11,89	16	3,34	2,18

Las formaciones que reflejan una mayor equitatividad u homogeneidad en el número máximo de especies que presentan sus bosques son los melojares, las acebedas y las riberas arboladas (FAP 8, 16 y 13). En el caso de las riberas arboladas, a este resultado hay que sumarle que esta formación presentaba uno de los valores más altos de riqueza del principado. Todo esto pone de manifiesto la riqueza e importancia de la conservación de la biodiversidad forestal de esta formación forestal.

I. Índice de Byth y Ripley

Se trata de un índice utilizado para la diferenciación de la estructura espacial de pies arbóreos en sistemas forestales. En el caso de distribuciones con agregados el índice tomará valores mayores a 0,5. Para distribuciones regulares el índice toma valores inferiores a 0,5. Y en el caso de masas irregulares, tomará valores cercanos a 0,5.

Tabla 3.4.9. Valores medios de índice de Byth y Ripley (I_{BR}) y desviación estándar de la media (SI_{BR}) calculados para cada formación definida en Asturias.

FAP	I_{BR}	SI_{BR}	FAP	I_{BR}	SI_{BR}
1	0,71	0,15	9	0,78	0,10
2	0,91	0,05	10	0,58	0,16
3	0,83	0,12	11	0,71	0,15
4	0,55	0,19	12	0,77	0,13
5	0,76	0,13	13	0,76	0,12
6	0,84	0,10	14	0,65	0,18
7	0,79	0,12	15	0,61	0,16
8	0,75	0,15	16	0,54	0,18

Como en el resto de indicadores, este índice parece reflejar una mayor tendencia a presentar formas de masas irregulares en las formaciones arboladas asturianas. Reflejan valores cercanos a 0,5 y por lo tanto una tendencia a presentar agregados en su distribución espacial arborea formaciones como abedulares, acebedas y eucaliptales (FAP 16, 10 y 4).

3.4.2. Estructura vertical

A. Porcentaje de parcelas ocupadas por masas con subpiso y sin subpiso

Respecto a los estratos arbóreos, se ha considerado como indicador, el porcentaje de parcelas ocupado por masas con subpiso y sin subpiso (Tabla 3.4.10.).

Tabla 3.4.10. Porcentaje de masas con subpiso y sin subpiso calculado para cada formación arbolada definida en Asturias.

FAP	Parcelas ocupadas por masas con subpiso (%)	Parcelas ocupadas por masas sin subpiso (%)	FAP	Parcelas ocupadas por masas con subpiso (%)	Parcelas ocupadas por masas sin subpiso (%)
1	5,83	93,82	9	0,00	100,00
2	2,19	97,81	10	3,28	96,72
3	8,25	91,75	11	7,35	92,65
4	3,62	96,38	12	0,00	100,00
5	3,82	96,18	13	2,16	97,12
6	0,00	100,00	14	0,00	100,00
7	1,05	98,95	15	5,88	94,12
8	1,59	98,41	16	0,00	100,00

La mayor parte de las formaciones de Asturias no tienen subpiso. Sólo parecen presentar un pequeño porcentaje de masas con subpiso que no llega al 10 % de su superficie total las riberas arboladas y los hayedos (FAP 13 y 3).

B. Porcentaje de parcelas con masas coetánea, regular, semirregular e irregular

En este apartado se determina el porcentaje de parcelas con las categorías respectivas de forma principal de masa: masa coetánea, regular, semirregular e irregular (Tabla 3.4.11.).

La mayor parte de la superficie forestal asturiana responde a formas principales de masa irregular y semirregular. Siendo las formaciones con una mayor superficie de masas irregulares, las que tienen una mayor naturalidad en la región como los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castañares, los hayedos, los robledales, los abedulares y los bosques ribereños (FAP 1, 2, 3, 5, 10 y 15). Esta irregularidad confiere mayor biodiversidad estructural a la masa forestal, así como una mayor capacidad a la hora de responder a cambios y diferentes agentes ambientales (plagas, incendios, vendavales, cambios en régimen de precipitación, temperaturas, etc.).

Por otro lado, son las formaciones caracterizadas por plantaciones, ya sean de eucaliptos, pino radiata, pino marítimo o pino silvestre donde se encuentran los mayores porcentajes de masas coetáneas y regulares (FAP 4, 6, 7, 12), siendo un alto porcentaje de superficie de los pinares de pino silvestre y de radiata masas coetáneas.

Tabla 3.4.11. Porcentaje de superficie muestreada en cada formación arbolada de Asturias por categoría de forma principal de masa (coetánea, regular, semirregular e irregular).

FAP	Coetánea	Regular	Semirregular	Irregular
1	0,06	0,54	19,65	79,75
2	0,06	1,50	13,62	84,82
3	0,00	0,35	11,96	87,69
4	3,87	11,89	25,78	58,47
5	0,00	0,21	16,77	83,02
6	23,86	17,21	34,35	24,58
7	6,96	7,63	32,21	53,20
8	0,00	0,51	24,07	75,42
9	7,79	7,47	13,96	70,78
10	0,90	0,72	19,78	78,60
11	2,60	4,55	28,46	64,39
12	41,11	12,89	27,87	18,12
13	0,17	1,24	19,92	78,67
14	0,00	0,00	30,92	69,08
15	0,00	0,23	40,69	59,08
16	0,00	0,00	29,37	70,63

C. Altura dominante

La altura dominante de cada formación forestal arbolada (Tabla 3.4.12.) se calcula como la altura media de los 100 pies más gruesos por hectárea. Además a continuación se representan en la figura 3.4.3 las alturas dominantes medias de las especies de mayor dominancia por formación forestal arbolada de Asturias y posición de dominancia.

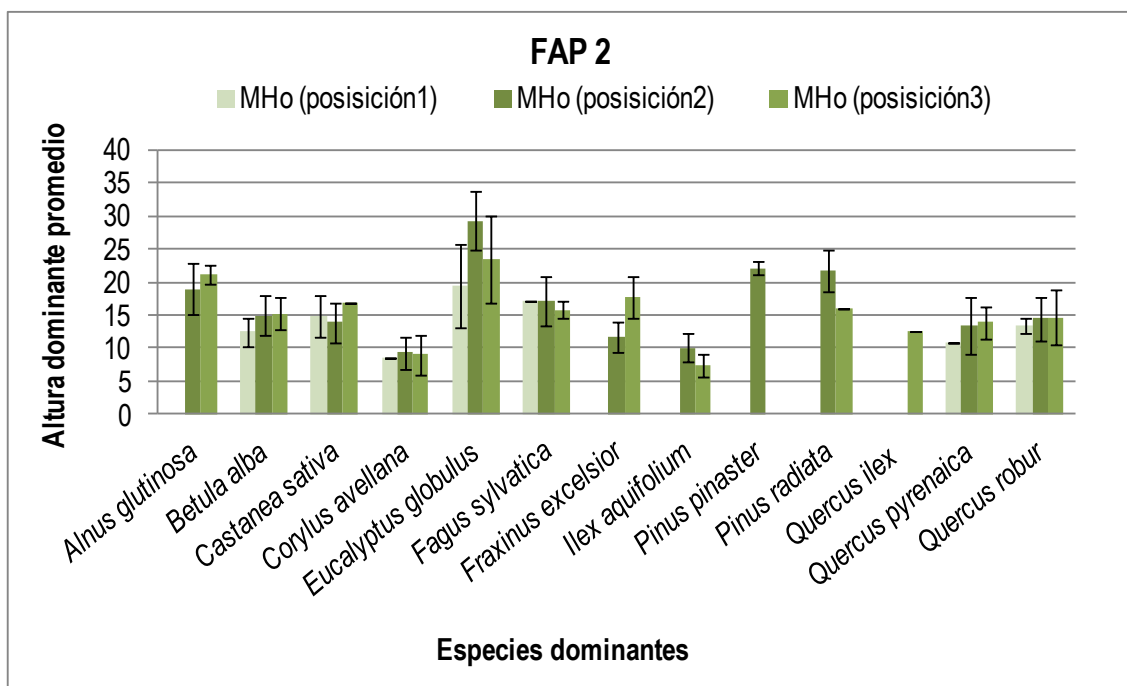
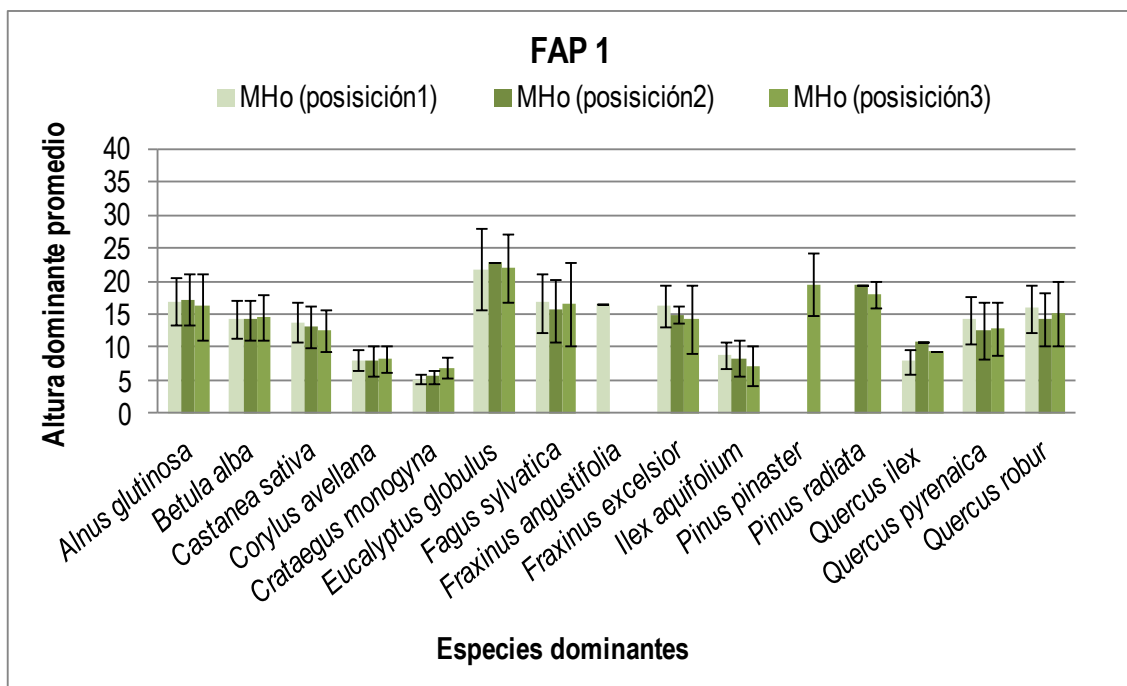
Tabla 3.4.12. Estructura de la masa vertical. Altura dominante media (H_o) por cada formación definida en Asturias.

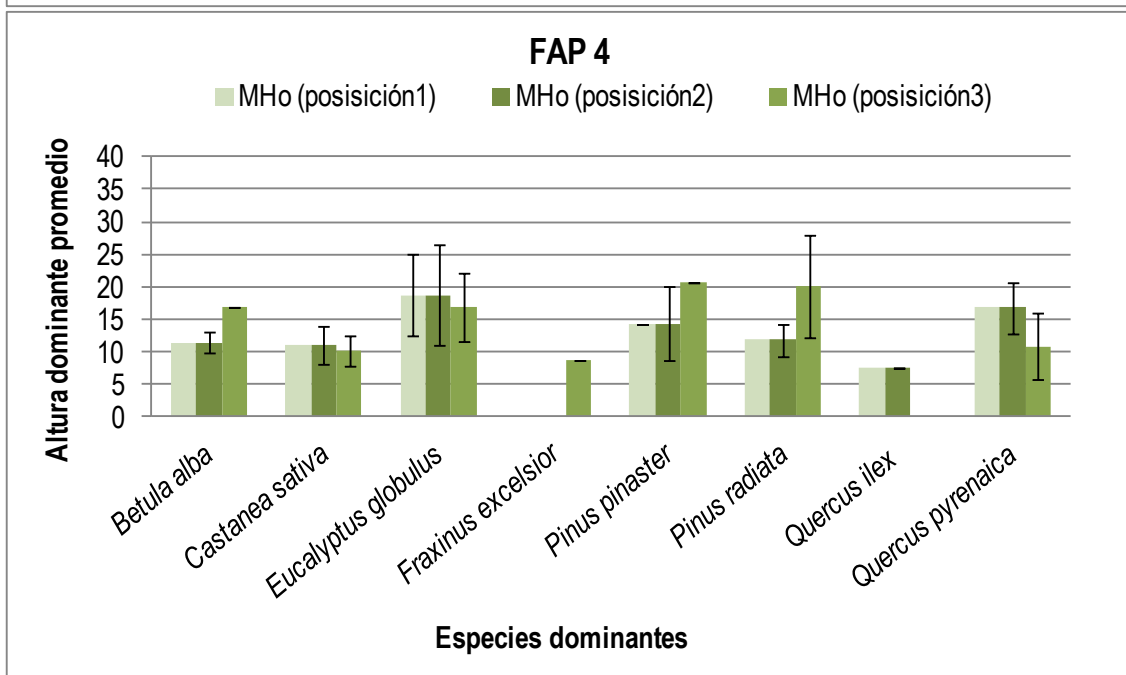
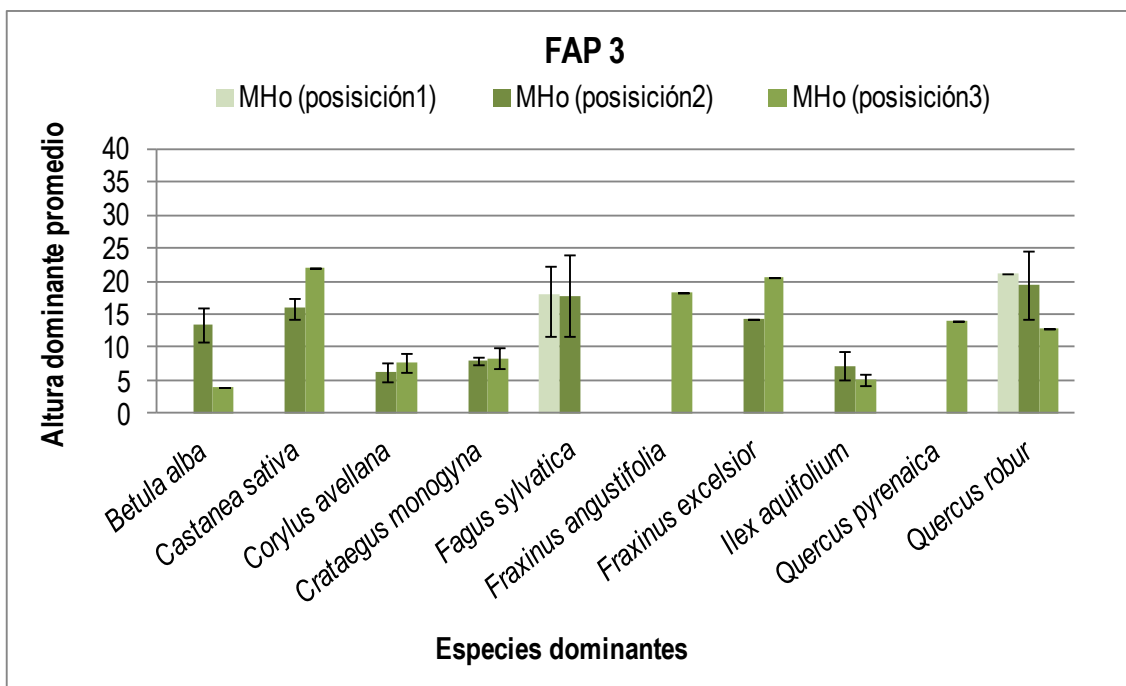
FAP	H_o (m)	FAP	H_o (m)
1	16,19	9	18,50
2	16,90	10	14,74
3	18,97	11	21,57
4	23,94	12	16,22
5	15,45	13	17,30
6	22,05	14	10,00
7	17,73	15	13,03
8	14,23	16	10,15

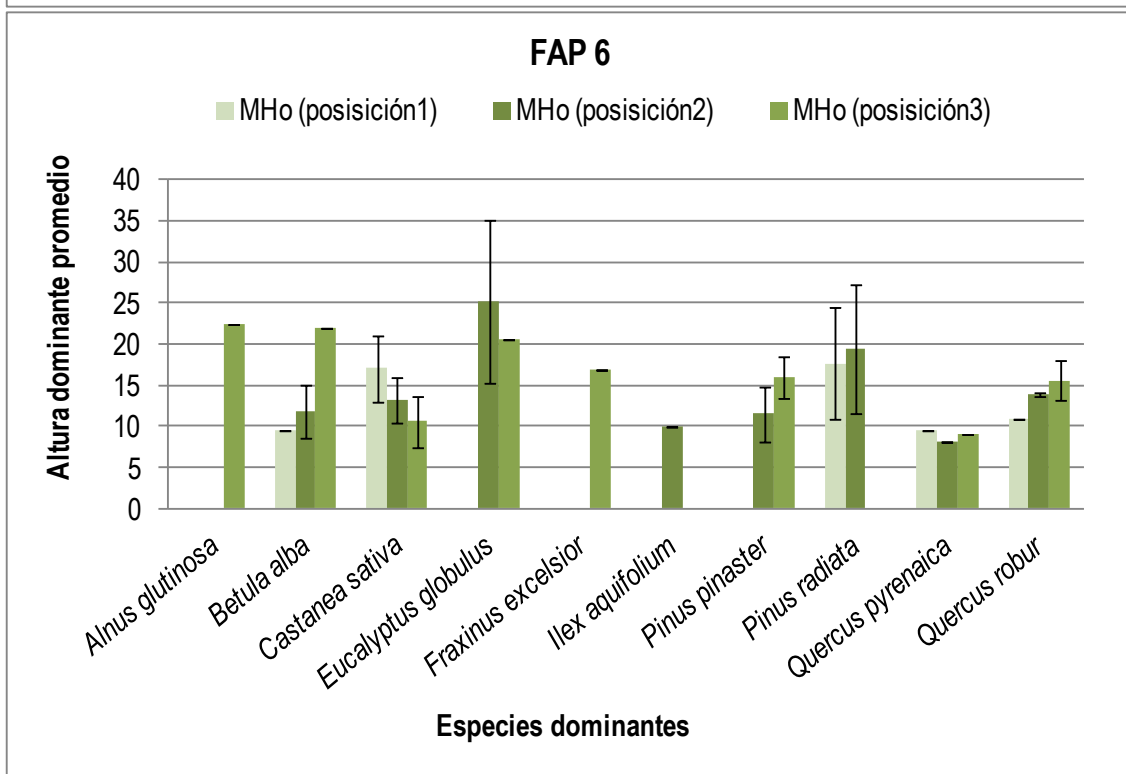
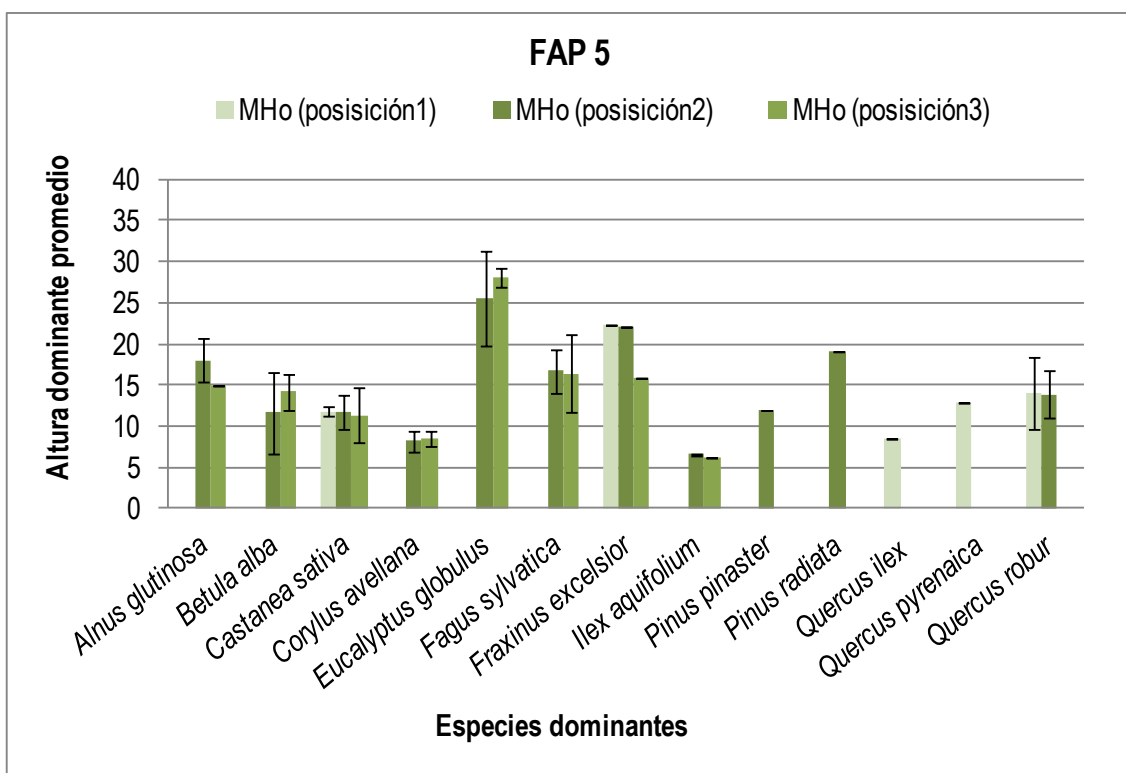
Las formaciones arboladas que reflejan una mayor altura dominante media son aquellas donde aparece el eucalipto y el pino radiata como especie dominante (FAP 4, 11, 6), mientras que las formaciones con menor valor medio de este indicador son los encinares y las acebedas (FAP 14, 16).

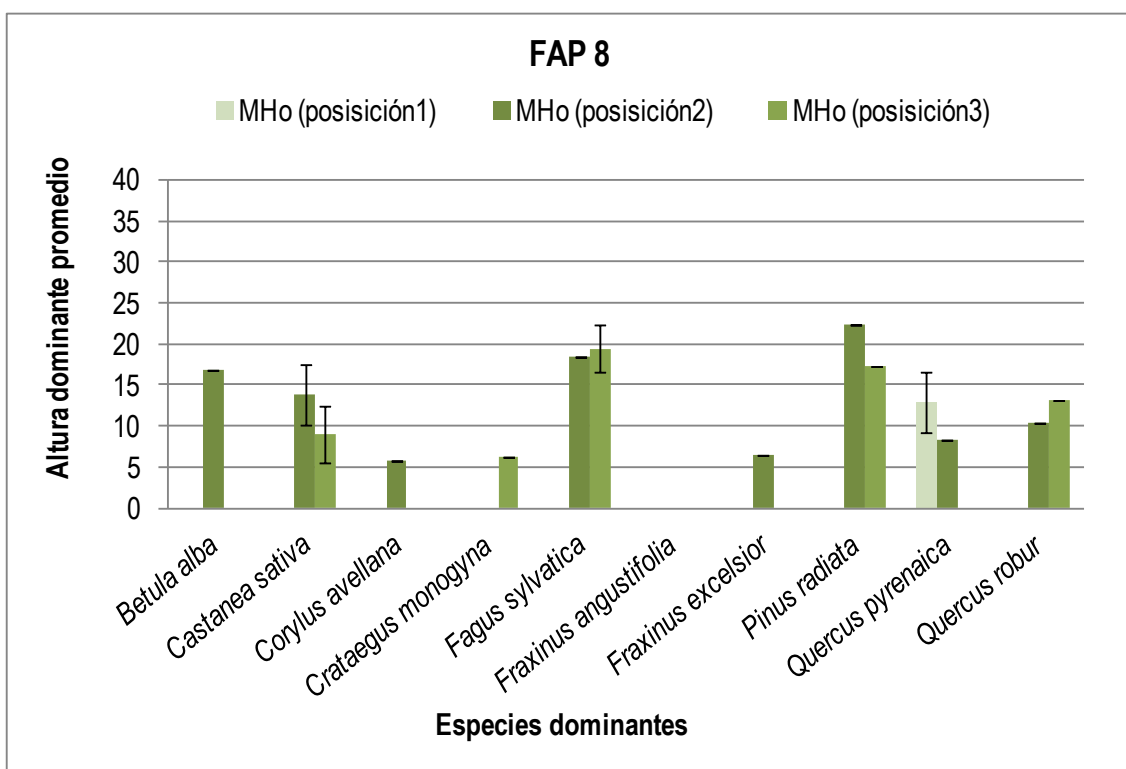
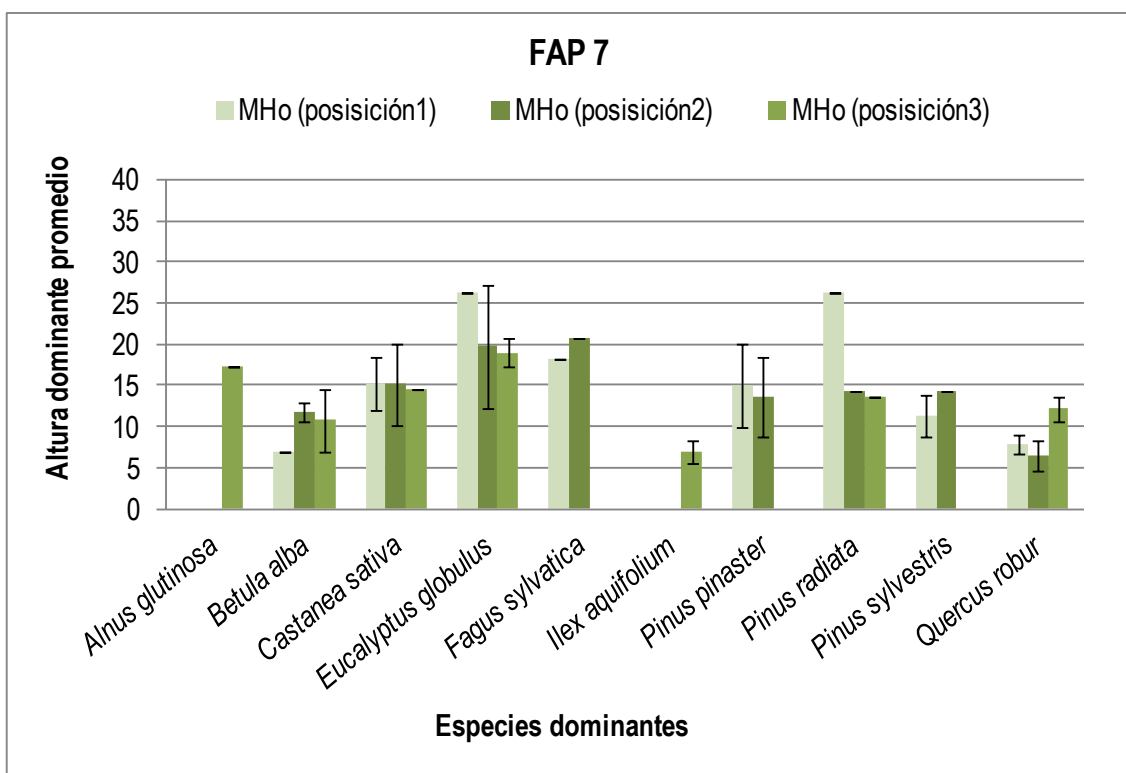
Como se observa también en las figuras siguientes (3.4.3.) donde se analizan alturas dominantes por especie, aquellas que mayor altura dominante reflejan en las diferentes posiciones de dominancia son las especies de producción como eucaliptos y pinos (FAP 4, 7, 8, 9; 11, 12). En cambio, entre las especies que presentan una menor talla aparecen el majuelo, el avellano, la encina y el acebo.

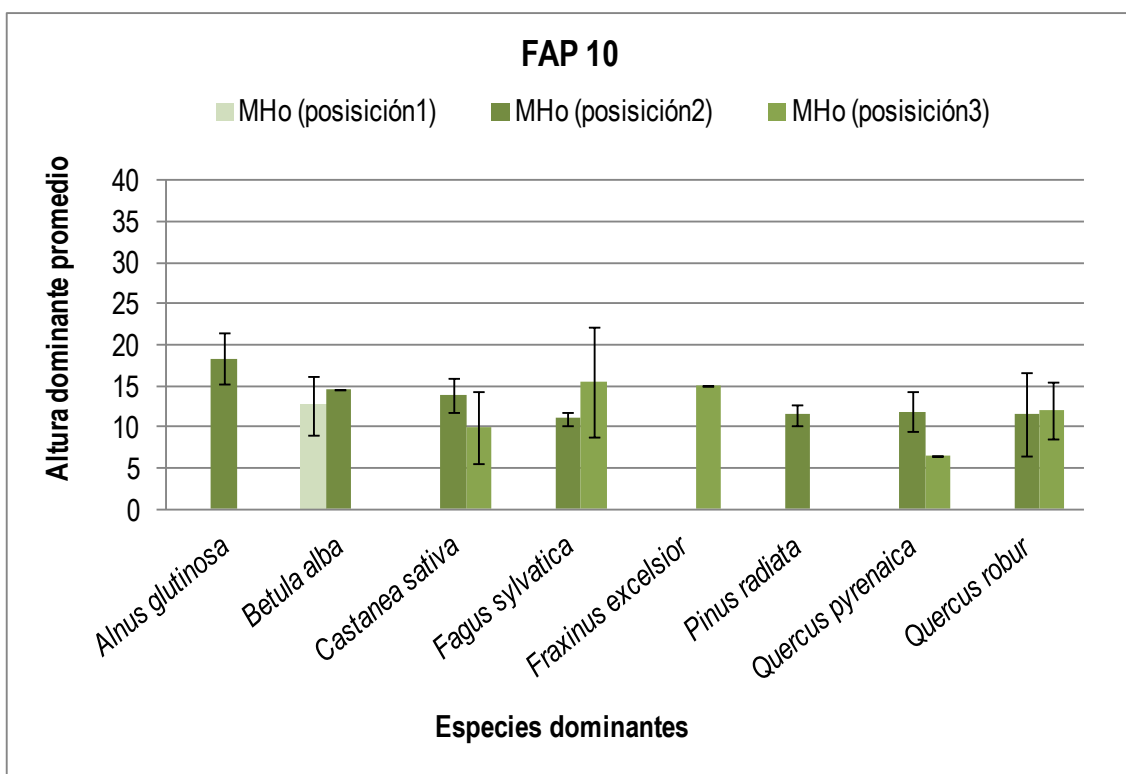
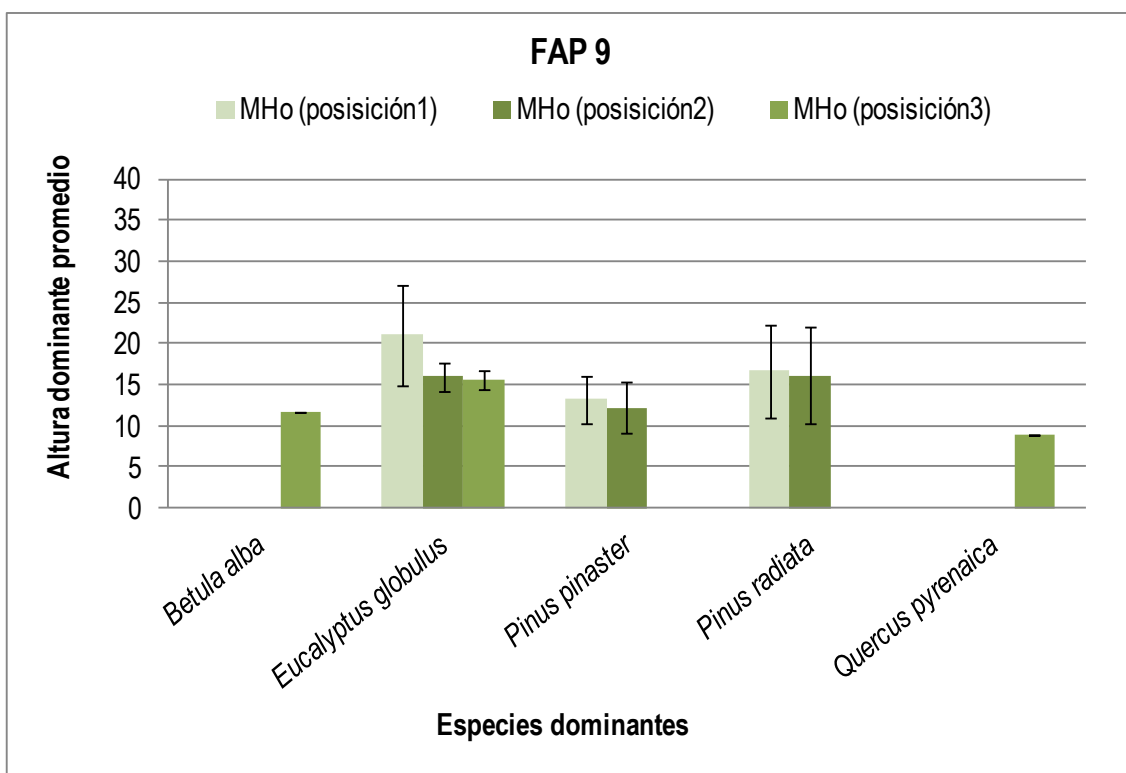
Si analizamos las alturas dominantes medias por especies, se observa como en masas mixtas de frondosas atlánticas, castañares, robledales, bosques ribereños y avellanedas entre otros (FAP 1, 2, 5, 13, 15) existe una gran heterogeneidad de especies con altura dominante en diferentes posiciones de dominancia, lo que les confiere de una mayor diversidad no sólo de composición sino estructural. En las siguientes figuras también se observa el caso opuesto, donde una sola especie ejerce una gran dominancia en la formación, alcanzando casi la monoespecificidad. Es el caso de los hayedos, los pinares de pino silvestre, los melojares, los encinares y las acebedas (FAP 3, 12, 8, 14 y 16). En algunas de estas formaciones esto les puede conferir una menor diversidad específica. Pero si nos fijamos en las desviaciones de la altura dominante en el caso de los hayedos (FAP 3), estos valores son elevados, lo que dota a esta formación casi monoespecífica de una importante riqueza estructural.

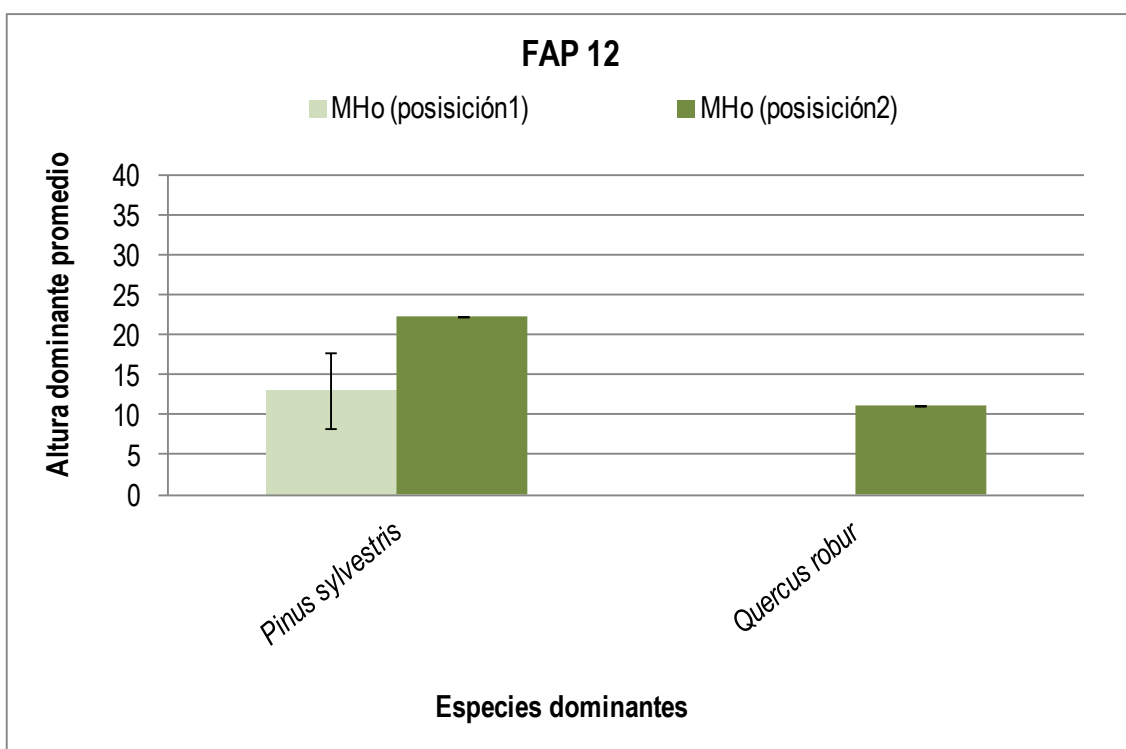
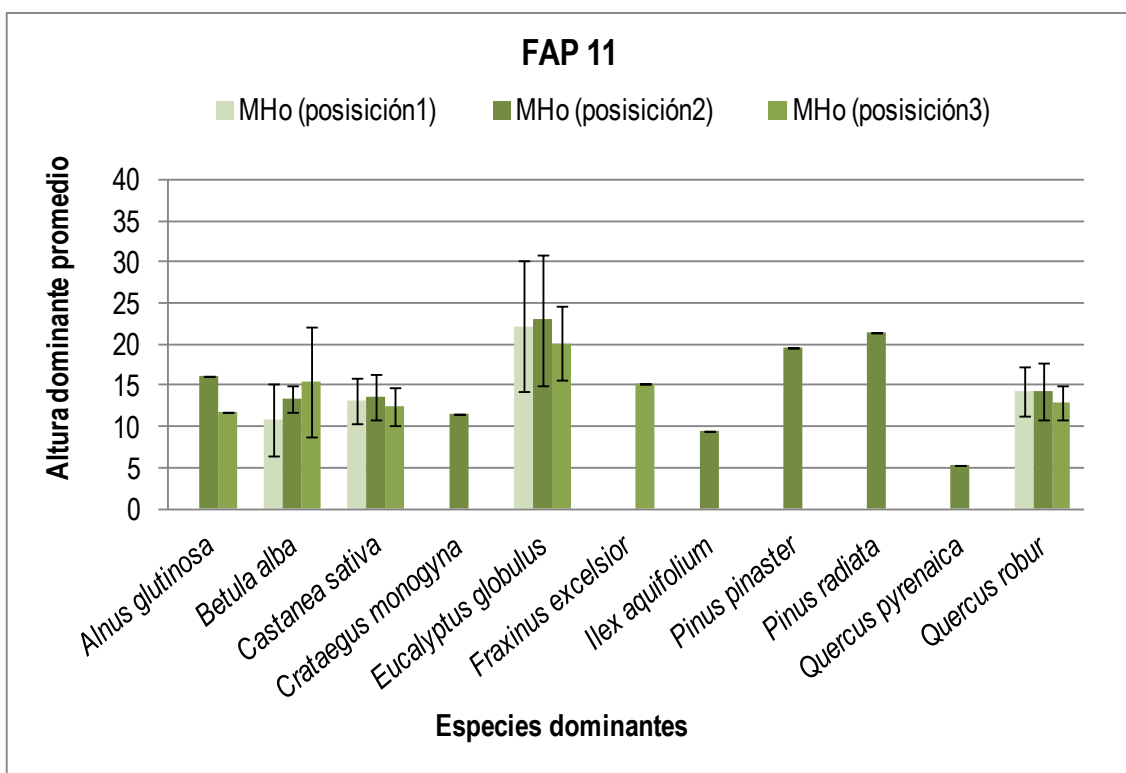


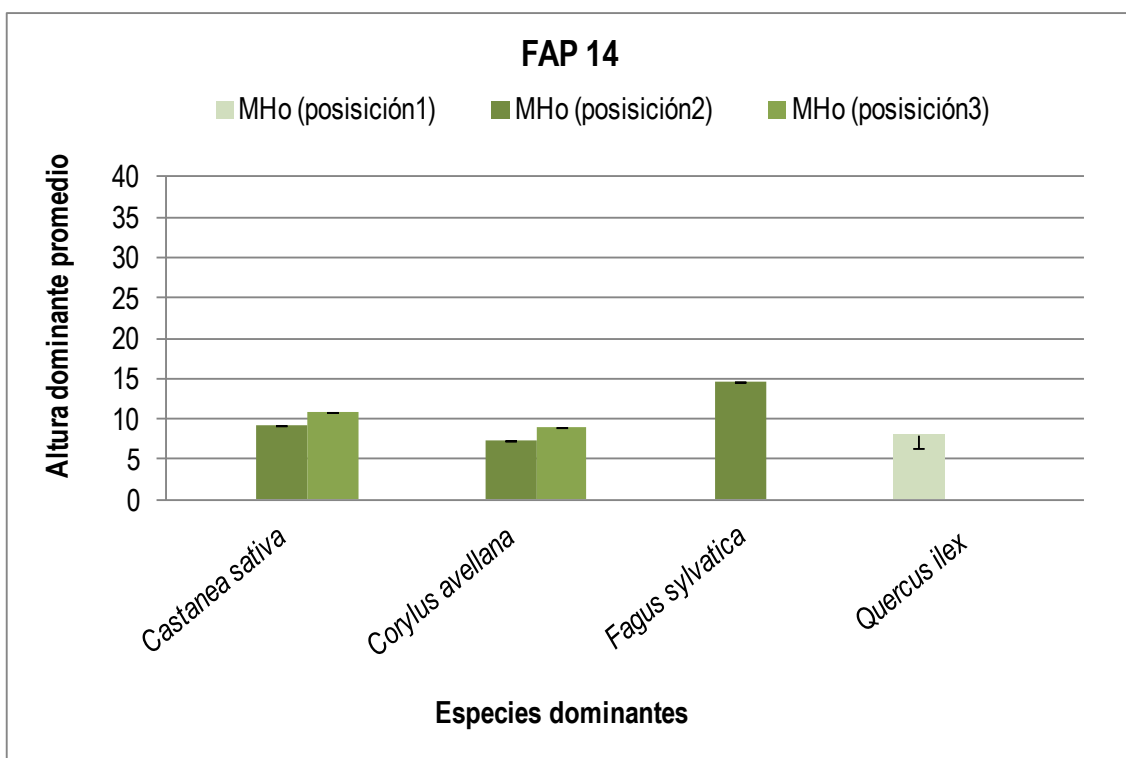
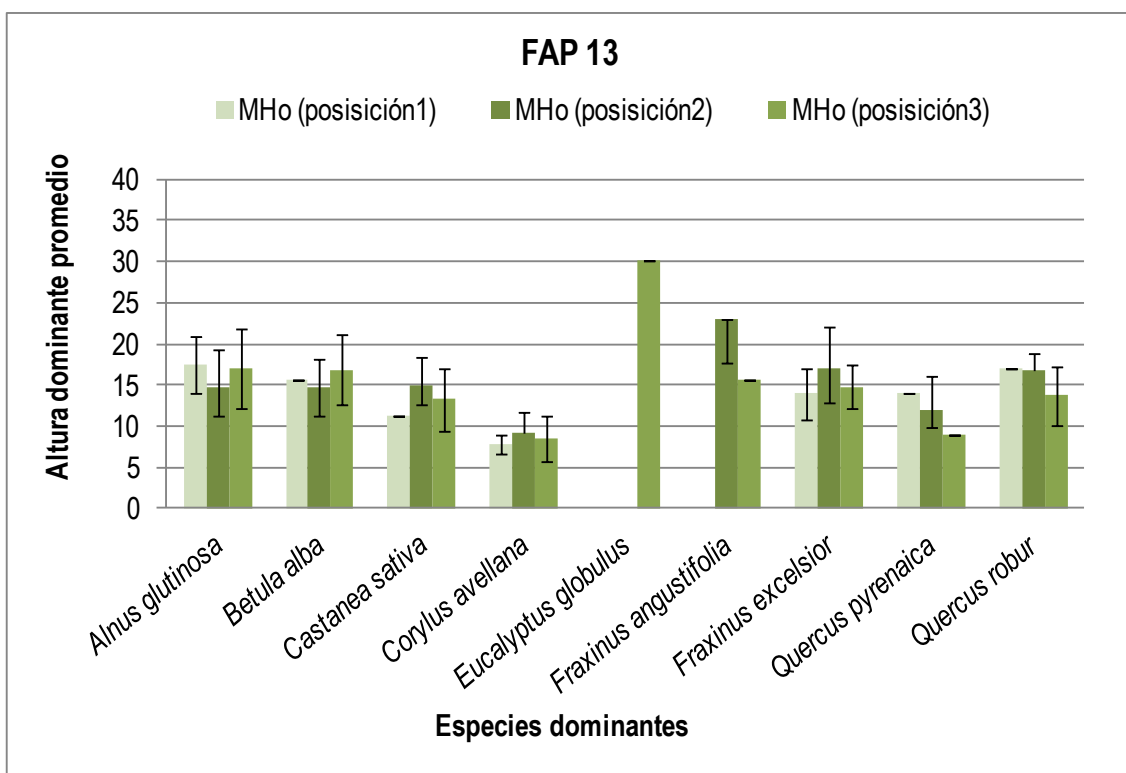












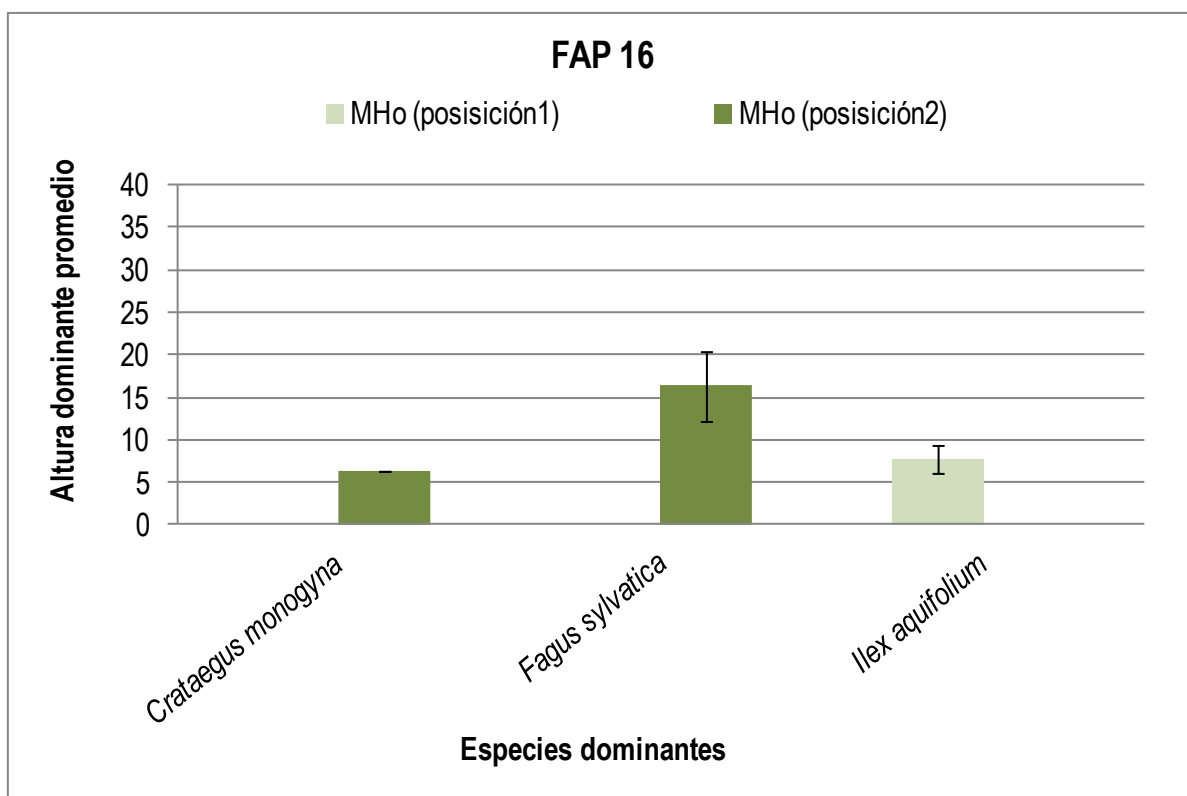
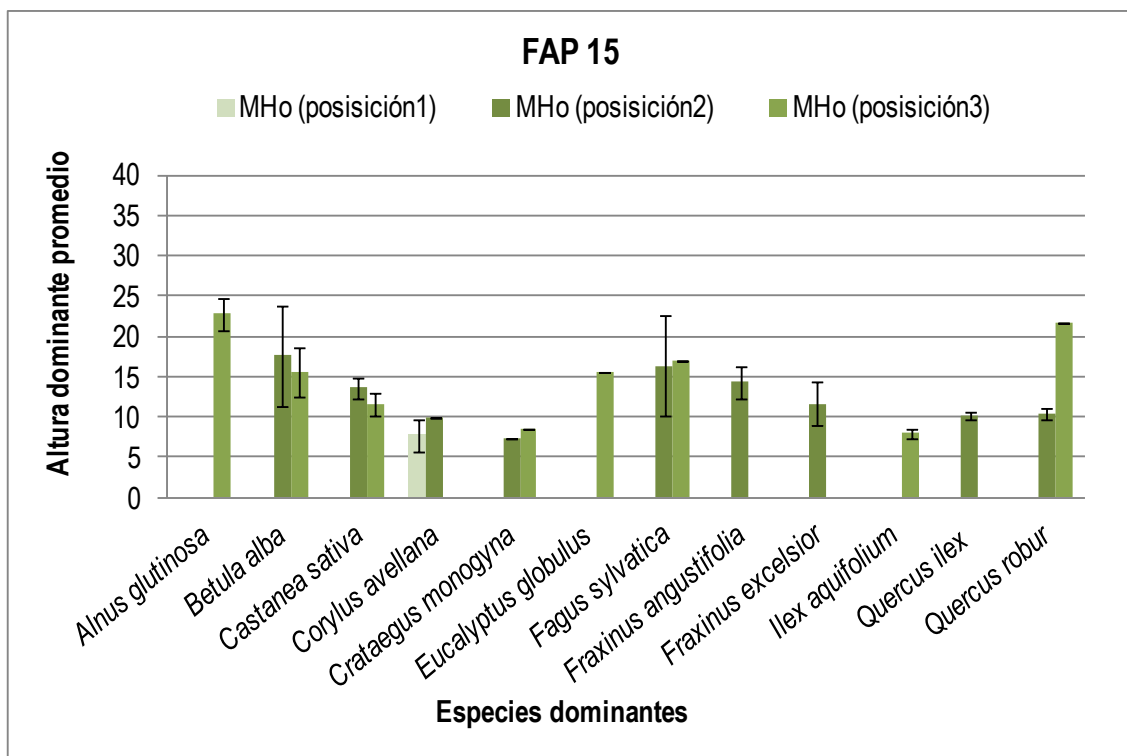


Figura 3.4.3. Altura dominante y desviación de las especies dominantes en cada una de las formaciones forestales arboladas (FAP) de la comunidad.

D. Desviación de la altura media

Se ha calculado para cada parcela la media de las alturas y su desviación típica y posteriormente se calcula el promedio de las alturas medias y su desviación típica para cada formación (Tabla 3.4.13. y Figura 3.4.4.).

Tabla 3.4.13. Estructura vertical. Valores de la desviación típica $S(H_d)$ de la altura en cada una de las formaciones forestales arboladas (FAP) definidas para Asturias.

FAP	$S(H_d)$ (m)	FAP	$S(H_d)$ (m)
1	1,47	9	1,71
2	1,38	10	1,37
3	1,70	11	2,44
4	2,11	12	0,93
5	1,56	13	1,63
6	2,23	14	0,74
7	1,85	15	1,49
8	1,35	16	1,22

Las formaciones que mayor altura media presentan son normalmente las que mayores desviaciones también presentan. Estas formaciones son en su mayor parte plantaciones tanto de eucalipto como de pinos (FAP 4, 6, 7, 9, 11). Entre las formaciones de mayor naturalidad que presentan una importante altura media y un alto valor de su desviación destacan los hayedos y las riberas arboladas (FAP 3 y 13), lo que puede reflejar que presentan una mayor diversidad estructural vertical que otras formaciones del principado.

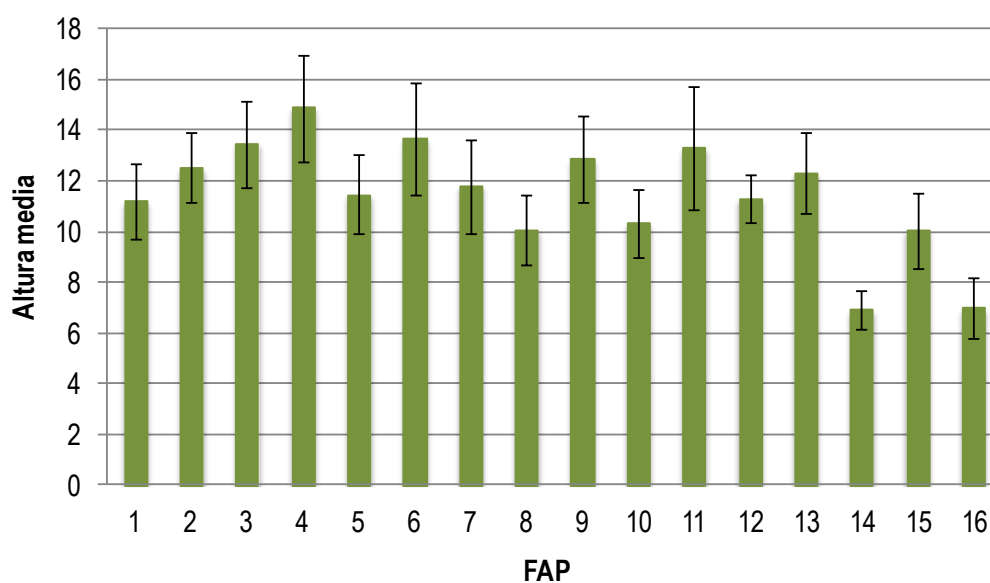


Figura 3.4.4. Altura media (m) y desviación típica de la altura por parcela para cada formación arbolada de Asturias.

E. Índice de perfil de especies

Se muestra el valor del índice de perfil de especies o índice de Shannon de estructura vertical (Tabla 3.4.14.). Este índice se calcula a partir de la proporción de árboles presentes en cada uno de los tres estratos verticales definidos en función de la altura máxima alcanzada.

Tabla 3.4.14. Valor medio del índice de perfil de especies (A) e índice de perfil de especies relativo (A_r) y sus respectivas desviaciones (S_A y $S(A_r)$) por formación (FAP).

FAP	A	S_A	A_r	$S(A_r)$	FAP	A	S_A	A_r	$S(A_r)$
1	1,21	0,53	0,51	0,20	9	1,06	0,56	0,45	0,21
2	1,06	0,56	0,44	0,20	10	1,06	0,52	0,52	0,22
3	1,02	0,65	0,36	0,20	11	1,00	0,48	0,51	0,23
4	0,86	0,55	0,40	0,23	12	0,70	0,56	0,16	0,15
5	1,01	0,56	0,50	0,24	13	1,18	0,51	0,49	0,20
6	0,98	0,60	0,44	0,23	14	0,97	0,61	0,35	0,10
7	0,88	0,52	0,45	0,23	15	0,97	0,43	0,54	0,21
8	0,83	0,57	0,38	0,26	16	0,55	0,31	0,53	0,26

Las formaciones que presentan una mayor riqueza estructural vertical según este índice son en general masas con cierta mezcla de especies como los bosques mixtos atlánticos, los bosques ribereños, así como castañares y abedulares (FAP 1, 13, 2 y 10). Mientras que son masas con una gran dominancia de una especie como acebedas, pinares de pino silvestre, melojares y eucaliptales (FAP 16, 12, 8, 4) los que presentan una menor riqueza estructural vertical.

3.4.3 Estructura vertical y horizontal combinadas

A. Índice de importancia arbóreo (IVI)

Se calcula para cada especie arbórea el IVI (*Importance Value Index*), en función de tres sumandos: el porcentaje de presencia de una especie arbórea en la parcela (IVI-1), el porcentaje que ocupa en cantidad de pies mayores por hectárea (IVI-2), y el porcentaje respecto a su área basimétrica (IVI-3). Así pues, el IVI puede oscilar entre 0 y 300.

Si se analizan la Tablas 4.4.15 y 4.4.16 (IVI-1, IVI) se observa valores altos de este indicador en las especies principales de formaciones como pinares de pino silvestre, melojares y abedulares, (FAP 12, 8 y 10). Esto parece reflejar que en estas formaciones forestales, el pino silvestre, el melojo y el abedul ejercen una gran dominancia sobre el resto de especies presentes, considerando variables relacionadas con la estructura en espesura de las masas, como el número de pies y el área basimétrica. A medida que en las masas hay más de dos especies dominantes las diferencias entre los índices (IVI) de estas especies arbóreas no es tan elevada. La máxima expresión de este tipo de formaciones, con mayor diversidad de especies, son los bosques mixtos de frondosas autóctonas atlánticas, los robledales, las riberas arboladas y las mezclas de especies en producción (FAP 1, 5, 13 y 9). Esta tendencia se aprecia también claramente en las figuras del IVI-1 realizadas para cada formación (Figura 3.4.5).

Tabla 3.4.15. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia arbórea (IVI) superior al 5 %

FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
1	<i>Corylus avellana</i>	67,49	2	<i>Castanea sativa</i>	100,00	3	<i>Fagus sylvatica</i>	100,00
	<i>Castanea sativa</i>	64,49		<i>Corylus avellana</i>	66,03		<i>Ilex aquifolium</i>	75,91
	<i>Ilex aquifolium</i>	58,13		<i>Ilex aquifolium</i>	64,66		<i>Corylus avellana</i>	43,89
	<i>Quercus robur</i>	52,65		<i>Quercus robur</i>	64,66		<i>Crataegus monogyna</i>	41,58
	<i>Betula alba</i>	48,59		<i>Betula alba</i>	48,22		<i>Sorbus aria</i>	26,73
	<i>Crataegus monogyna</i>	43,64		<i>Fraxinus excelsior</i>	34,79		<i>Quercus petraea</i>	22,11
	<i>Fraxinus excelsior</i>	34,98		<i>Crataegus monogyna</i>	29,32		<i>Betula alba</i>	21,45
		29,86		<i>Acer pseudoplatanus</i>	28,49		<i>Fraxinus excelsior</i>	21,12
	<i>Fagus sylvatica</i>			<i>Sambucus nigra</i>	22,74		<i>Acer pseudoplatanus</i>	17,82
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	25,27		<i>Quercus pyrenaica</i>	22,47		<i>Sorbus aucuparia</i>	17,16
	<i>Salix atrocinerea</i>	23,14		<i>Laurus nobilis</i>	18,90		<i>Quercus robur</i>	8,58
	<i>Quercus petraea</i>	23,14		<i>Pyrus spp.</i>	17,53		<i>Ulmus glabra</i>	7,92
	<i>Quercus pyrenaica</i>	19,26		<i>Salix atrocinerea</i>	16,44		<i>Taxus baccata</i>	6,93
	<i>Sambucus nigra</i>	18,73		<i>Prunus avium</i>	15,34		<i>Castanea sativa</i>	6,27
	<i>Laurus nobilis</i>	18,02		<i>Quercus petraea</i>	15,07		<i>Salix caprea</i>	5,94
	<i>Alnus glutinosa</i>	17,49		<i>Fagus sylvatica</i>	14,79		<i>Salix atrocinerea</i>	5,28
	<i>Prunus avium</i>	17,14		<i>Eucalyptus globulus</i>	13,15			
	<i>Pyrus spp.</i>	16,61		<i>Alnus glutinosa</i>	12,05			
	<i>Salix caprea</i>	12,37		<i>Prunus spp.</i>	11,23			
	<i>Eucalyptus globulus</i>	10,07		<i>Salix caprea</i>	10,68			
	<i>Sorbus aucuparia</i>	9,19		<i>Pinus radiata</i>	10,14			
	<i>Prunus spp.</i>	7,60		<i>Pinus pinaster</i>	6,30			
	<i>Arbutus unedo</i>	6,36		<i>Arbutus unedo</i>	6,03			
	<i>Sorbus aria</i>	6,36						
	<i>Pinus radiata</i>	6,18						
	<i>Ulmus glabra</i>	5,65						
	<i>Pinus pinaster</i>	5,48						
	<i>Juglans regia</i>	5,48						

Tabla 3.4.15. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia arbórea (IVI) superior al 5 %

FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	99,67	5	<i>Quercus robur</i>	68,79	6	<i>Pinus radiata</i>	96,30
	<i>Quercus robur</i>	77,30		<i>Ilex aquifolium</i>	50,96		<i>Quercus robur</i>	57,04
	<i>Castanea sativa</i>	65,13		<i>Castanea sativa</i>	46,50		<i>Castanea sativa</i>	54,81
	<i>Betula alba</i>	46,38		<i>Corylus avellana</i>	45,86		<i>Betula alba</i>	50,37
	<i>Laurus nobilis</i>	31,91		<i>Betula alba</i>	40,76		<i>Ilex aquifolium</i>	28,15
	<i>Pinus pinaster</i>	28,95		<i>Quercus petraea</i>	36,94		<i>Pinus pinaster</i>	23,70
	<i>Salix atrocinerea</i>	20,72		<i>Crataegus monogyna</i>	24,84		<i>Quercus pyrenaica</i>	20,00
	<i>Ilex aquifolium</i>	17,11		<i>Fagus sylvatica</i>	22,93		<i>Eucalyptus globulus</i>	20,00
	<i>Pyrus spp.</i>	15,46		<i>Fraxinus excelsior</i>	19,11		<i>Corylus avellana</i>	18,52
	<i>Corylus avellana</i>	15,46		<i>Sorbus aucuparia</i>	15,92		<i>Salix atrocinerea</i>	15,56
	<i>Pinus radiata</i>	13,49		<i>Pyrus spp.</i>	13,38		<i>Pyrus spp.</i>	14,07
	<i>Sambucus nigra</i>	5,59		<i>Salix atrocinerea</i>	12,10		<i>Arbutus unedo</i>	12,59
				<i>Acer pseudoplatanus</i>	10,83			10,37
				<i>Laurus nobilis</i>	10,19		<i>Quercus petraea</i>	
4			5	<i>Alnus glutinosa</i>	8,28	6	<i>Acer pseudoplatanus</i>	9,63
				<i>Prunus avium</i>	8,28		<i>Laurus nobilis</i>	8,89
				<i>Arbutus unedo</i>	7,64		<i>Crataegus monogyna</i>	8,15
				<i>Quercus pyrenaica</i>	6,37		<i>Salix caprea</i>	7,41
				<i>Eucalyptus globulus</i>	6,37		<i>Sambucus nigra</i>	6,67
				<i>Sambucus nigra</i>	5,73		<i>Pseudotsuga menziesii</i>	5,93
				<i>Sorbus aria</i>	5,73		<i>Fagus sylvatica</i>	5,93
				<i>Salix caprea</i>	5,10		<i>Sorbus aucuparia</i>	5,19
				<i>Pinus pinaster</i>	5,10			
FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1

Tabla 3.4.15. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia arbórea (IVI) superior al 5 %

FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
7	<i>Pinus pinaster</i>	96,84	8	<i>Quercus pyrenaica</i>	100,00	9	<i>Eucalyptus globulus</i>	84,85
	<i>Quercus robur</i>	67,37		<i>Corylus avellana</i>	41,27		<i>Pinus pinaster</i>	84,85
	<i>Betula alba</i>	62,11		<i>Castanea sativa</i>	41,27		<i>Quercus robur</i>	63,64
	<i>Castanea sativa</i>	52,63		<i>Crataegus monogyna</i>	36,51		<i>Betula alba</i>	63,64
	<i>Ilex aquifolium</i>	36,84		<i>Ilex aquifolium</i>	33,33		<i>Pinus radiata</i>	60,61
	<i>Eucalyptus globulus</i>	32,63		<i>Betula alba</i>	20,63		<i>Castanea sativa</i>	54,55
	<i>Laurus nobilis</i>	18,95		<i>Quercus robur</i>	19,05		<i>Laurus nobilis</i>	30,30
	<i>Pinus radiata</i>	14,74		<i>Pyrus spp.</i>	19,05		<i>Ilex aquifolium</i>	15,15
	<i>Arbutus unedo</i>	11,58		<i>Quercus petraea</i>	15,87		<i>Arbutus unedo</i>	15,15
	<i>Salix atrocinerea</i>	8,42		<i>Acer pseudoplatanus</i>	14,29		<i>Salix atrocinerea</i>	12,12
	<i>Quercus pyrenaica</i>	6,32		<i>Fraxinus excelsior</i>	9,52		<i>Pyrus spp.</i>	9,09
	<i>Pinus sylvestris</i>	6,32		<i>Fagus sylvatica</i>	7,94		<i>Quercus pyrenaica</i>	9,09
	<i>Salix spp.</i>	5,26		<i>Salix atrocinerea</i>	6,35			
				<i>Salix caprea</i>	6,35			
FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
10	<i>Betula alba</i>	100,00	11	<i>Eucalyptus globulus</i>	95,59	12	<i>Pinus sylvestris</i>	100,00
	<i>Quercus robur</i>	54,10		<i>Castanea sativa</i>	80,88		<i>Ilex aquifolium</i>	48,28
	<i>Castanea sativa</i>	47,54		<i>Quercus robur</i>	76,47		<i>Quercus robur</i>	44,83
	<i>Ilex aquifolium</i>	34,43		<i>Betula alba</i>	55,88		<i>Betula alba</i>	24,14
	<i>Sorbus aucuparia</i>	26,23		<i>Ilex aquifolium</i>	50,00		<i>Sorbus aucuparia</i>	20,69
	<i>Corylus avellana</i>	22,95		<i>Laurus nobilis</i>	42,65		<i>Pinus pinaster</i>	17,24
	<i>Fagus sylvatica</i>	22,95		<i>Corylus avellana</i>	41,18		<i>Pseudotsuga menziesii</i>	10,34
	<i>Quercus petraea</i>	18,03		<i>Salix atrocinerea</i>	29,41		<i>Castanea sativa</i>	10,34
	<i>Salix atrocinerea</i>	18,03		<i>Pinus pinaster</i>	23,53			
	<i>Pyrus spp.</i>	14,75		<i>Sambucus nigra</i>	23,53			
	<i>Alnus glutinosa</i>	14,75		<i>Pyrus spp.</i>	20,59			

Tabla 3.4.15. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia arbórea (IVI) superior al 5 %

FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
	<i>Crataegus monogyna</i>	13,11		<i>Alnus glutinosa</i>	16,18			
	<i>Pinus pinaster</i>	13,11		<i>Crataegus monogyna</i>	16,18			
	<i>Laurus nobilis</i>	13,11		<i>Pinus radiata</i>	14,71			
	<i>Eucalyptus globulus</i>	11,48		<i>Fraxinus excelsior</i>	14,71			
	<i>Salix caprea</i>	11,48		<i>Salix caprea</i>	11,76			
		9,84		<i>Acer pseudoplatanus</i>	10,29			
	<i>Sambucus nigra</i>	9,84		<i>Salix spp.</i>	10,29			
	<i>Pinus radiata</i>	9,84		<i>Prunus avium</i>	8,82			
	<i>Fraxinus excelsior</i>	9,84		<i>Quercus pyrenaica</i>	7,35			
	<i>Quercus pyrenaica</i>	8,20						
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	6,56						
FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
	<i>Alnus glutinosa</i>	82,01		<i>Quercus ilex subesp. ballota</i>	93,75		<i>Corylus avellana</i>	100,00
	<i>Corylus avellana</i>	78,42		<i>Crataegus monogyna</i>	75,00		<i>Crataegus monogyna</i>	70,59
	<i>Fraxinus excelsior</i>	64,75		<i>Corylus avellana</i>	43,75		<i>Fraxinus excelsior</i>	54,90
	<i>Sambucus nigra</i>	54,68		<i>Ilex aquifolium</i>	31,25		<i>Ilex aquifolium</i>	50,98
	<i>Castanea sativa</i>	44,60		<i>Fraxinus excelsior</i>	31,25		<i>Quercus robur</i>	47,06
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	43,88		<i>Laurus nobilis</i>	31,25		<i>Acer pseudoplatanus</i>	41,18
	<i>Salix atrocinerea</i>	43,88		<i>Castanea sativa</i>	25,00		<i>Castanea sativa</i>	33,33
		37,41		<i>Acer pseudoplatanus</i>	25,00			33,33
	<i>Quercus robur</i>	34,53		<i>Quercus robur</i>	25,00		<i>Sambucus nigra</i>	29,41
	<i>Betula alba</i>	31,65		<i>Arbutus unedo</i>	18,75		<i>Fagus sylvatica</i>	23,53
	<i>Laurus nobilis</i>	29,50		<i>Quercus pyrenaica</i>	12,50		<i>Salix atrocinerea</i>	21,57
	<i>Crataegus monogyna</i>	24,46		<i>Prunus avium</i>	12,50		<i>Prunus avium</i>	21,57
	<i>Ilex aquifolium</i>	18,71		<i>Quercus ilex subesp. ilex</i>	12,50		<i>Betula alba</i>	19,61
13	<i>Salix caprea</i>		14			15	<i>Pyrus spp.</i>	

Tabla 3.4.15. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia arbórea (IVI) superior al 5 %

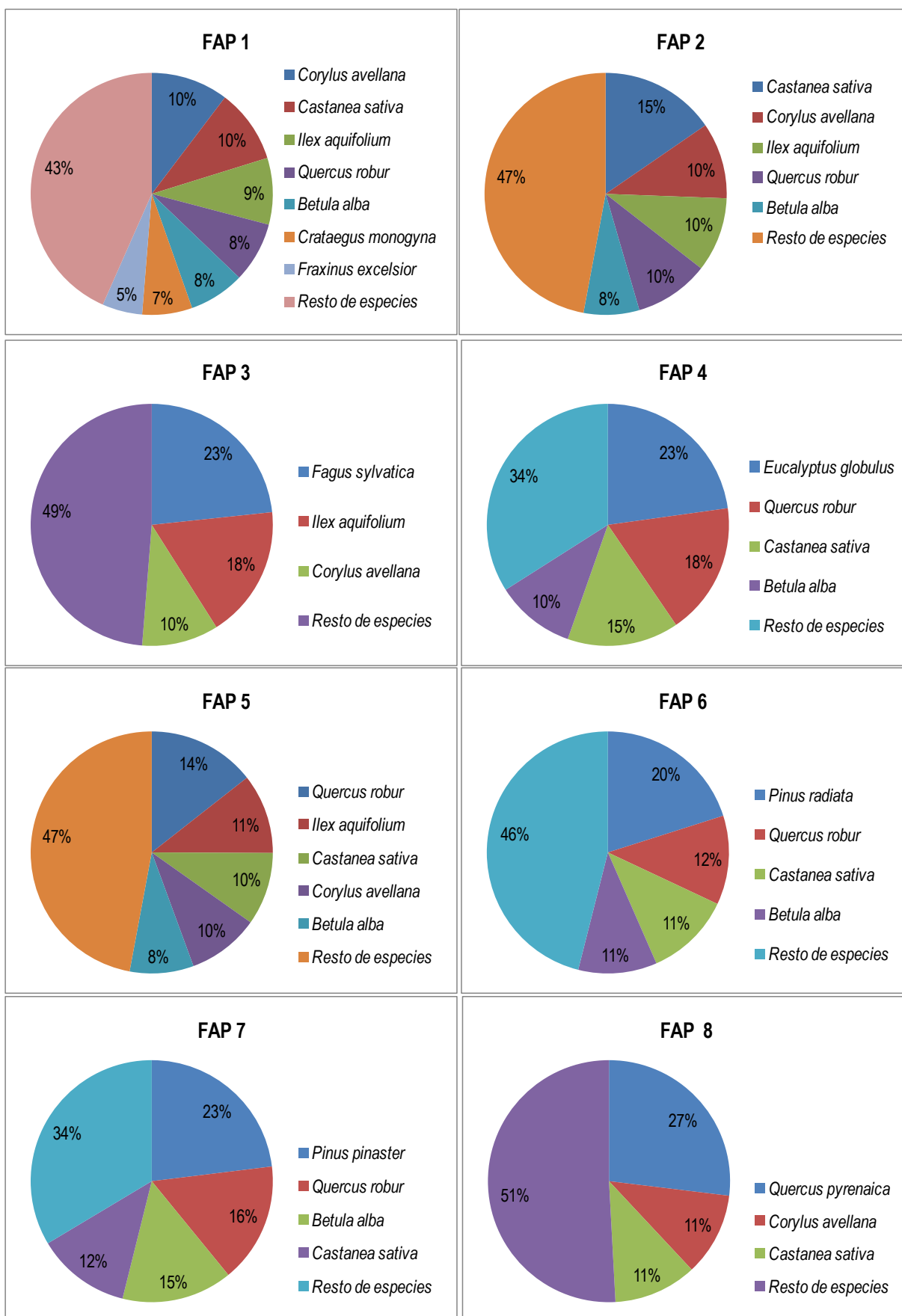
FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1	FAP	Nombre especie	IVI1
	<i>Salix spp.</i>	16,55		<i>Pyrus spp.</i>	12,50		<i>Juglans regia</i>	17,65
	<i>Salix alba</i>	11,51		<i>Malus sylvestris</i>	6,25		<i>Quercus petraea</i>	15,69
	<i>Pyrus spp.</i>	10,07		<i>Fagus sylvatica</i>	6,25		<i>Alnus glutinosa</i>	13,73
	<i>Prunus avium</i>	10,07		<i>Salix caprea</i>	6,25		<i>Salix caprea</i>	11,76
	<i>Populus nigra</i>	10,07		<i>Sorbus aria</i>	6,25		<i>Laurus nobilis</i>	11,76
	<i>Juglans regia</i>	10,07		<i>Quercus petraea</i>	6,25		<i>Prunus spp.</i>	9,80
	<i>Prunus spp.</i>	9,35		<i>Sambucus nigra</i>	6,25		<i>Ulmus glabra</i>	9,80
	<i>Quercus pyrenaica</i>	9,35		<i>Eucalyptus globulus</i>	6,25		<i>Quercus ilex subesp. ballota</i>	9,80
	<i>Ulmus glabra</i>	8,63		<i>Ulmus glabra</i>	6,25		<i>Fraxinus angustifolia</i>	9,80
	<i>Eucalyptus globulus</i>	7,19		<i>Phillyrea latifolia</i>	6,25		<i>Sorbus aria</i>	7,84
	<i>Malus sylvestris</i>	6,47					<i>Eucalyptus globulus</i>	7,84
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	5,76					<i>Tilia cordata</i>	5,88
	<i>Pinus radiata</i>	5,76					<i>Quercus pyrenaica</i>	5,88
	<i>Fagus sylvatica</i>	5,76					<i>Tilia platyphyllos</i>	5,88
FAP	Nombre especie	IVI1	FAP					
	<i>Ilex aquifolium</i>	100,00						
	<i>Crataegus monogyna</i>	60,00						
	<i>Fagus sylvatica</i>	46,67						
	<i>Sorbus aria</i>	33,33						
	<i>Sorbus aucuparia</i>	26,67						
	<i>Corylus avellana</i>	26,67						
	<i>Taxus baccata</i>	26,67						
	<i>Betula alba</i>	26,67						
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	13,33						
	<i>Salix atrocinerea</i>	6,67						
	<i>Salix caprea</i>	6,67						
	<i>Pyrus spp.</i>	6,67						
16	<i>Quercus petraea</i>	6,67						

Tabla 3.4.16 Índice de importancia de las especies arbóreas en función de su presencia en las parcelas, la cantidad de pies mayores y el área basimétrica (IVI).

Especie	FAP 1	FAP 2	FAP 3	FAP 4	FAP 5	FAP 6	FAP 7	FAP 8	FAP 9	FAP 10	FAP 11	FAP 12	FAP 13	FAP 14	FAP 15	FAP 16
<i>Acer pseudoplatanus</i>	29,21	29,88	19,13		12,09			14,43		7,39	10,78		55,55		51,22	19,09
<i>Alnus glutinosa</i>	24,89	13,10			11,40					15,87	20,03		161,86		16,27	
<i>Arbutus unedo</i>	9,19	6,24			8,07	13,06	13,93							22,85		
<i>Betula alba</i>	69,09	56,75	23,94	48,82	46,98	57,20	72,27	21,15	64,52	245,63	70,48	24,67	40,31		26,44	
<i>Castanea sativa</i>	114,84	263,16	7,11	73,47	60,92	68,92	61,32	47,06	58,37	60,65	146,40		52,38	30,46	46,58	
<i>Corylus avellana</i>	87,15	70,54	48,96		51,46			47,90			45,53		105,51	51,39	167,51	
<i>Crataegus monogyna</i>	47,82	29,53	45,35		25,45	8,20		36,81		13,47	17,70		31,22	78,72	79,76	69,83
<i>Eucalyptus globulus</i>	11,44	15,42		274,65	6,79	22,06	42,55		164,71	12,07	163,00		7,60		10,17	
<i>Fagus sylvatica</i>	44,72	15,93	270,12		27,77	6,25		10,76		25,37			6,13	7,29	45,76	71,81
<i>Fraxinus angustifolia</i>													6,40		11,71	
<i>Fraxinus excelsior</i>	40,16	35,55	22,17		21,88			10,32		12,06	15,90		76,78	31,75	62,63	
<i>Ilex aquifolium</i>	65,11	65,58	80,90	17,23	55,61	28,88	39,66	33,51		34,56	51,04		24,97		59,22	256,48
<i>Juglans regia</i>	5,87												11,07		21,29	
<i>Laurus nobilis</i>	19,49	19,00		32,68	11,13	8,94	20,02				45,83		33,56	34,33	15,52	
<i>Malus sylvestris</i>													6,58			
<i>Phillyrea latifolia</i>														9,91		
<i>Pinus pinaster</i>	5,90	6,73		34,50	5,63	27,73	240,86		147,14	14,68	25,27	19,22				
<i>Pinus radiata</i>	6,72	10,83		15,17		247,7	19,11	5,26	103,40	11,20	15,52	5,11	5,81			
<i>Pinus sylvestris</i>							11,55					295,07				
<i>Populus nigra</i>													13,21			
<i>Prunus avium</i>	18,97	15,90			8,72						9,22		10,81		23,67	
<i>Prunus spp.</i>	8,36	11,53											9,79		11,76	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>						13,35										
<i>Pyrus spp.</i>	17,19	17,58			13,44	14,42					20,79		10,23		20,98	
<i>Quercus ilex</i> subesp. <i>ballota</i>														216,42	12,68	

Tabla 3.4.16 Índice de importancia de las especies arbóreas en función de su presencia en las parcelas, la cantidad de pies mayores y el área basimétrica (IVI).

Especie	FAP 1	FAP 2	FAP 3	FAP 4	FAP 5	FAP 6	FAP 7	FAP 8	FAP 9	FAP 10	FAP 11	FAP 12	FAP 13	FAP 14	FAP 15	FAP 16
<i>Quercus ilex</i> subesp. <i>ilex</i>														60,09		
<i>Quercus petraea</i>	33,49	16,43	23,71		98,82	10,79		17,20		21,27					21,77	
<i>Quercus pyrenaica</i>	26,73	24,39		5,24	7,32	22,92		275,25	16,40	10,51	8,96		10,09	13,06	6,24	
<i>Quercus robur</i>	75,62	71,72	10,95	80,46	152,59	61,52	74,72	22,23	66,14	66,16	101,41	45,00	40,67		57,46	
<i>Robinia pseudacacia</i>											6,40					
<i>Salix alba</i>													14,30			
<i>Salix atrocinerea</i>	27,38	17,51	5,89	21,00	14,47	15,94	9,11	7,44		22,36	30,39		55,35		32,13	
<i>Salix caprea</i>	14,36	11,48	6,48		5,15	7,46		6,69		12,94	12,28		27,37		13,68	
<i>Salix</i> spp.	5,44												22,02			
<i>Sambucus nigra</i>	19,20	23,36								9,96	25,53		58,55		34,57	
<i>Sorbus aria</i>	7,07		28,60		6,01										10,78	35,51
<i>Sorbus aucuparia</i>	11,67		18,43		17,26	5,24				32,06		20,92			8,11	27,28
<i>Tilia cordata</i>															6,98	
<i>Tilia platyphyllos</i>	5,75														8,37	
<i>Ulmus glabra</i>	6,13		8,15										11,48		10,44	



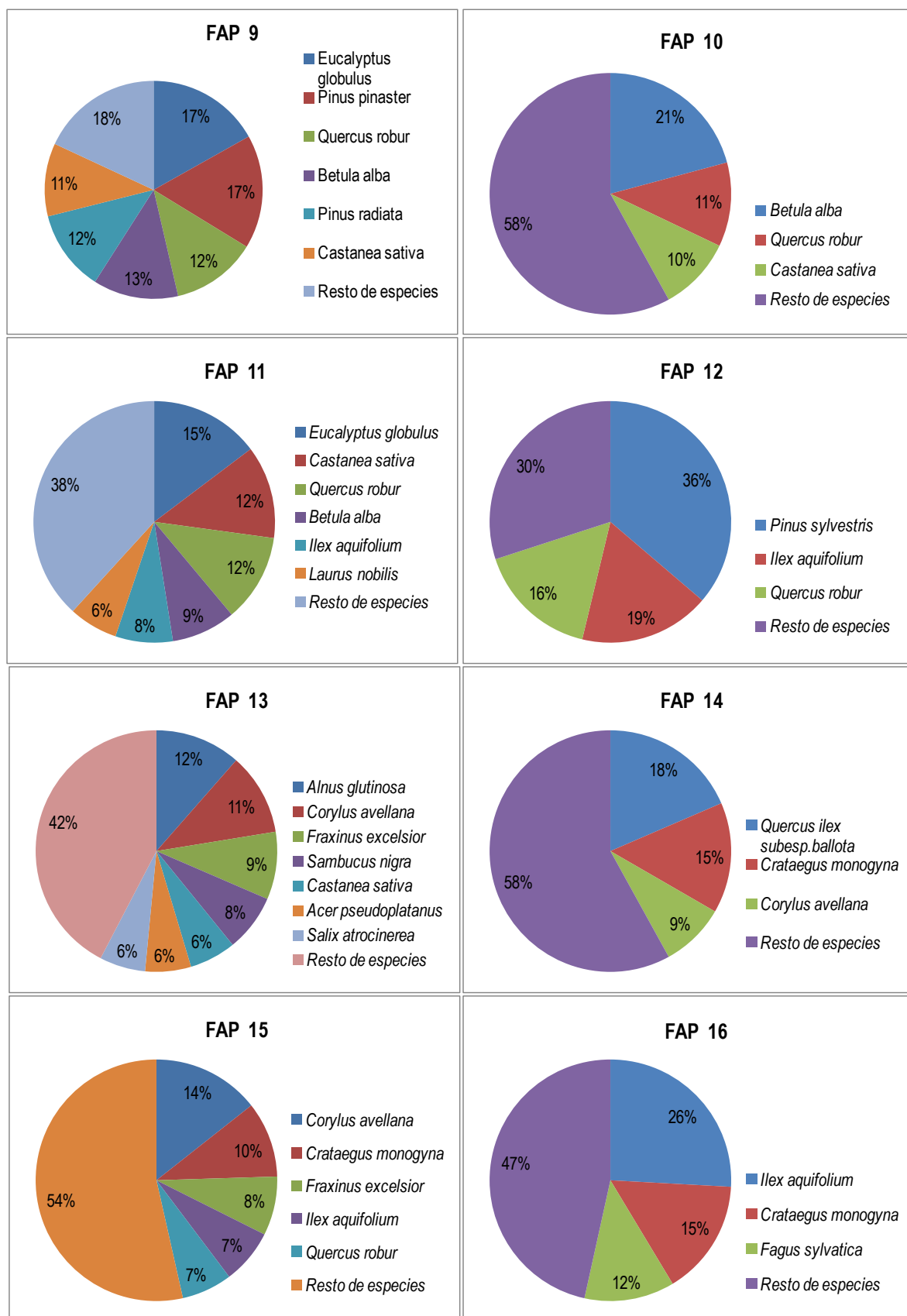


Figura 3.4.5. Porcentaje de las especies más representativas de cada formación forestal arbolada reflejadas tras el cálculo del su IVI-1.

IVI especies principales arbóreas

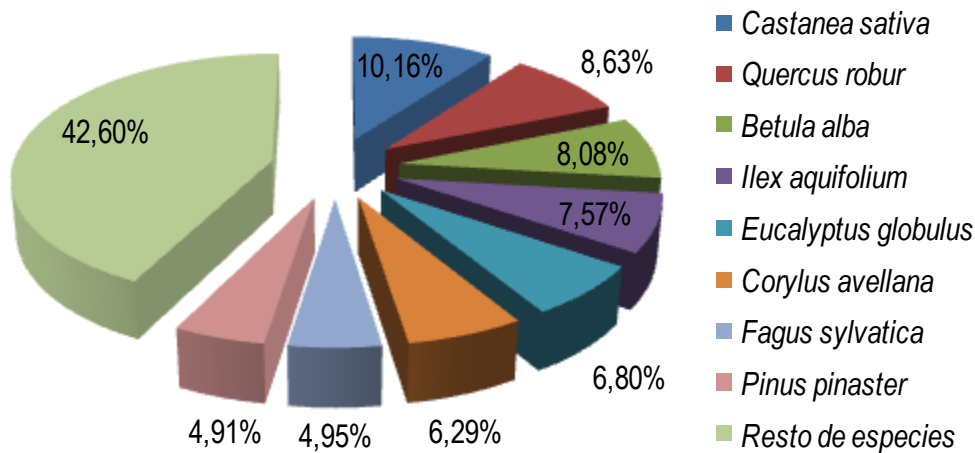


Figura 3.4.6 IVI1 especies arbóreas principales para la comunidad de Asturias.

Como se aprecia en la Figura 3.4.6 Asturias cuenta con una gran diversidad de especies arbóreas en su superficie forestal, donde ningún taxon presenta una clara dominancia sobre el resto. Destacan con porcentajes de IVI del 5% al 10 % respecto del total, especies como el castaño, el roble carballo, el abedul, el acebo, el eucalipto, el avellano, el haya y el pino marítimo. Estas especies son las principales protagonistas en muchos casos de los característicos bosques mixtos atlánticos y robledales nativos de la comunidad, así como de las plantaciones forestales de producción, que reflejan la actual realidad forestal del principado.

B. Índice de diversidad vertical (SQRI)

Este índice de diversidad vertical propuesto por Barbeito et al. (2009) está basado en la raíz cuadrada de la suma de las diferencias en alturas de los pies de una parcela. Cuanto mayor es el valor del índice, mayor es la diversidad estructural vertical de la parcela en cuestión.

Tabla 3.4.17 Estructura vertical. Valores medios del índice de diversidad vertical SQRI (M_{SQRI}) y su desviación (S_{SQRI}) para cada una de las formaciones arboladas definidas para Asturias.

FAP	M_{SQRI}	S_{SQRI}	FAP	M_{SQRI}	S_{SQRI}
1	1,66	0,55	9	1,61	0,62
2	1,57	0,46	10	1,32	0,47
3	2,03	0,58	11	1,75	0,78
4	1,70	0,70	12	1,09	0,27
5	1,62	0,61	13	1,80	0,62
6	1,69	0,67	14	1,10	0,29
7	1,49	0,63	15	1,42	0,73
8	1,43	0,55	16	1,06	0,72

Los valores de este índice corroboran los resultados anteriores ya que presentan a los hayedos y a las riberas arboladas como las formaciones arboladas naturales de Asturias con una mayor diversidad estructural vertical (FAP 3, 13). De nuevo otras formaciones representadas por diversas plantaciones de eucaliptos o mezclas de frondosas autóctonas y alóctonas también presentan una alta diversidad vertical según este índice (FAP 4, 11). Las formaciones que presentan una menor diversidad vertical son los encinares, las acebedas y los pinares de pino albar (FAP 14, 16, 12).

C. Complejidad estructural

Para cada formación arbolada se calcula el porcentaje de parcelas de cada clase de complejidad estructural vertical arbórea y de matorral (de 1 a 10) que se presentan en la Tabla 3.4.18. y en la Figura 3.4.7. La complejidad estructural es mayor cuanto mayor es la categoría de la clase de complejidad estructural.

Tabla 3.4.18. Complejidad estructural. Porcentaje de parcelas por clase de complejidad estructural para cada formación definida en la comunidad de Asturias.

FAP	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8	Clase 9	Clase 10
1	0,00	0,00	0,00	1,66	6,22	32,78	26,14	28,63	0,41	4,15
2	2,38	9,52	10,95	21,43	1,43	17,14	10,00	23,81	0,48	2,86
3	3,08	21,54	23,08	49,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,08
4	0,00	0,00	0,00	0,88	4,42	33,63	23,89	35,40	0,88	0,88
5	4,55	6,36	12,73	24,55	0,00	17,27	5,45	24,55	0,91	3,64
6	1,04	7,29	7,29	14,58	7,29	20,83	15,63	15,63	4,17	6,25
7	1,88	15,00	9,38	10,63	1,25	24,38	18,13	17,50	0,00	1,88
8	1,80	0,00	0,00	0,90	4,50	30,63	37,84	22,52	0,00	1,80
9	5,00	11,67	16,67	20,00	0,00	8,33	26,67	10,00	0,00	1,67
10	7,89	21,05	18,42	52,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	5,22	6,09	8,70	9,57	3,48	16,52	15,65	24,35	5,22	5,22
12	2,30	16,09	10,34	8,05	4,60	18,39	24,14	16,09	0,00	0,00
13	0,18	0,36	0,18	0,18	5,60	32,49	22,74	33,21	2,89	2,17
14	2,30	11,48	11,48	22,95	0,33	14,75	10,49	22,30	0,33	3,61
15	3,95	32,89	19,74	43,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	16,98	9,43	47,17	0,00	3,77	11,32	9,43	0,00	1,89

La Tabla 3.4.18 y la Figura 3.4.7 reflejan un mayor porcentaje de parcelas con clase de complejidad 6, 4 y 8, en las formaciones definidas en la comunidad. Esto refleja una complejidad estructural intermedia en la mayor parte de formaciones donde existe una buena representación tanto de estrato arbóreo como de matorral.

Los formaciones arboladas con mayor complejidad estructural, clases 10 y 9, en la que se encuentran varios estratos arbóreos y una buena conformación de sotobosque, son los definidos por mezclas como los bosques mixtos de frondosas atlánticas, y las mezclas de frondosas alóctonas con autóctonas (FAP 1 y 11). Mientras que son formaciones con dominancia de una especie como hayedos y acebedas (FAP 3), donde el estrato de matorral es además escaso los que presentan en cambio el mayor número de superficie con clases de complejidad 1, 2, 3.

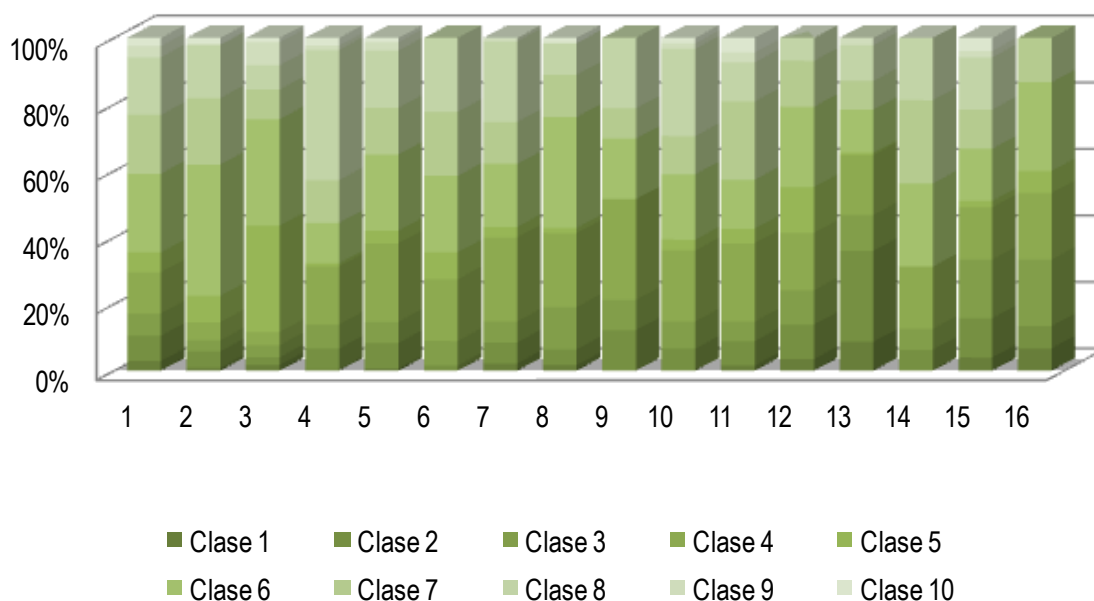


Figura 3.4.7. Complejidad estructural vertical arbórea y de matorral.

Por último, formaciones como bosques mixtos atlánticos, robledales, castañares, riberas arboladas y encinares (FAP 1, 5, 2, 13 y 14) que reflejan mayor naturalidad que otras formaciones, caracterizadas por tener normalmente un estrato arbolado con Fcc elevada y un estrato de matorral también denso, tienen un mayor porcentaje de superficie asociado a las clases de complejidad intermedia (5, 6, 7, 8). Formaciones de origen antrópico como eucaliptales y pinares de pino marítimo y radiata (FAP 4, 6 y 7) tienen una gran variabilidad de clases de complejidad que responden a la diferente gestión realizada en sus masas para optimizar su producción.

3.4.4. Árboles añosos

Los árboles añosos pueden proporcionar información sobre la gestión forestal de la zona (naturalidad) así como sobre la biodiversidad de diferentes grupos de fauna asociados a ellos.

En este apartado se proporciona la siguiente información:

- Especies de mayor diámetro (mm) por formación forestal provincial en el principado (Tabla 3.4.19.).
- Árboles singulares inventariados en la comunidad con un diámetro normal (d) mayor de 1.250 mm por formación (Mapa 3.4.1).
- N° pies por hectárea por formación, por especie y diámetro máximo, medio y mínimo de estos árboles en Asturias (Tabla 3.4.20 y Figura 3.4.8.).

El castaño y el haya presentan el mayor número de pies añosos por hectárea en el principado. Mientras que aunque con bastante menor número de pies, otras especies forestales como el sicomoro, el abedul, el roble albar, el roble carballo, el melojo y el pino marítimo son significativas.

Este resultado muestra una mayor presencia de árboles añosos entre las frondosas, lo que señala una mayor naturalidad de las formaciones formadas por frondosas que las de coníferas, normalmente estas últimas asociadas en el principado a plantaciones forestales cuyos turnos de corta no les permiten alcanzar grandes dimensiones.

Tabla 3.4.19. Diámetro máximo (mm) y número de pies por hectárea para cada especie en las formaciones forestales arboladas (FPA) con presencia de árboles añosos en Asturias.

FAP	Especie	D max	Nº pies	FAP	Especie	D max	Nº pies
1	<i>Castanea sativa</i>	2.199,0	381,97	6	<i>Castanea sativa</i>	1.467,0	20,37
	<i>Quercus petraea</i>	1.800,0	5,09		<i>Pinus pinaster</i>	748,0	5,09
	<i>Quercus robur</i>	1.650,0	15,28		<i>Fagus sylvatica</i>	1.307,0	5,09
	<i>Fagus sylvatica</i>	1.442,0	50,93		<i>Pinus pinaster</i>	802,0	117,14
	<i>Fraxinus excelsior</i>	1.305,0	152,79		<i>Taxus baccata</i>	681,0	5,09
	<i>Quercus pyrenaica</i>	1.190,0	15,28	7	<i>Betula alba</i>	590,0	5,09
	<i>Juglans regia</i>	1.117,0	10,19		<i>Ilex aquifolium</i>	488,5	488,5
	<i>Tilia cordata</i>	971,0	50,93		<i>Fagus sylvatica</i>	1.305,0	5,09
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	971,0	5,09		<i>Quercus robur</i>	1.079,0	5,09
					<i>Quercus pyrenaica</i>	1.047,0	66,21
	<i>Taxus baccata</i>	945,0	25,46	8			
	<i>Betula alba</i>	894,0	5,09	9	<i>Pinus pinaster</i>	875,0	15,28
	<i>Populus tremula</i>	754,0	106,95	10	<i>Castanea sativa</i>	1136,0	10,19
	<i>Ilex aquifolium</i>	726,0	101,86		<i>Betula alba</i>	628,5	20,37
	<i>Pinus pinaster</i>	649,0	25,46		<i>Castanea sativa</i>	1168,0	5,09
	<i>Prunus spp.</i>	541,0	5,09		<i>Pinus pinaster</i>	647,0	5,09
					<i>Acer pseudoplatanus</i>	597,5	15,28
	<i>Pyrus spp.</i>	519,0	10,19	11	<i>Salix spp.</i>	684,0	25,46
	<i>Corylus avellana</i>	519,0	25,46		<i>Castanea sativa</i>	1346,0	5,09
	<i>Malus sylvestris</i>	425,0	5,09		<i>Fraxinus excelsior</i>	1050,0	25,46
2	<i>Castanea sativa</i>	2514,0	1273,24		<i>Populus nigra</i>	970,0	10,19
	<i>Fagus sylvatica</i>	1473,0	20,37		<i>Salix alba</i>	773,0	29,43
	<i>Ilex aquifolium</i>	1299,0	5,09		<i>Betula alba</i>	678,0	15,28
	<i>Quercus robur</i>	1054,0	5,09		<i>Otras frondosas</i>	568,0	10,19
	<i>Quercus petraea</i>	1025,0	5,09		<i>Acer platanooides</i>	534,5	15,28
	<i>Prunus spp.</i>	782,0	39,61		<i>Salix babylonica</i>	530,0	5,09
	<i>Laurus nobilis</i>	605,0	5,09		<i>Acer pseudoplatanus</i>	511,0	25,46
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	604,5	61,12		<i>Prunus spp.</i>	447,5	5,09
	<i>Betula alba</i>	544,5	10,19	13	<i>Sambucus nigra</i>	421,5	14,15
	<i>Acer campestre</i>	479,0	5,09		<i>Fagus sylvatica</i>	1528,0	15,28
	<i>Otras frondosas</i>	433,5	5,09		<i>Castanea sativa</i>	1496,0	15,28
	<i>Fagus sylvatica</i>	1980,0	10,19		<i>Betula alba</i>	954,0	15,28
3	<i>Quercus petraea</i>	1305,0	667,18		<i>Tilia platyphyllos</i>	811,0	5,09
	<i>Quercus robur</i>	1146,0	10,19	15	<i>Acer pseudoplatanus</i>	638,0	5,09
	<i>Betula alba</i>	812,0	40,74				

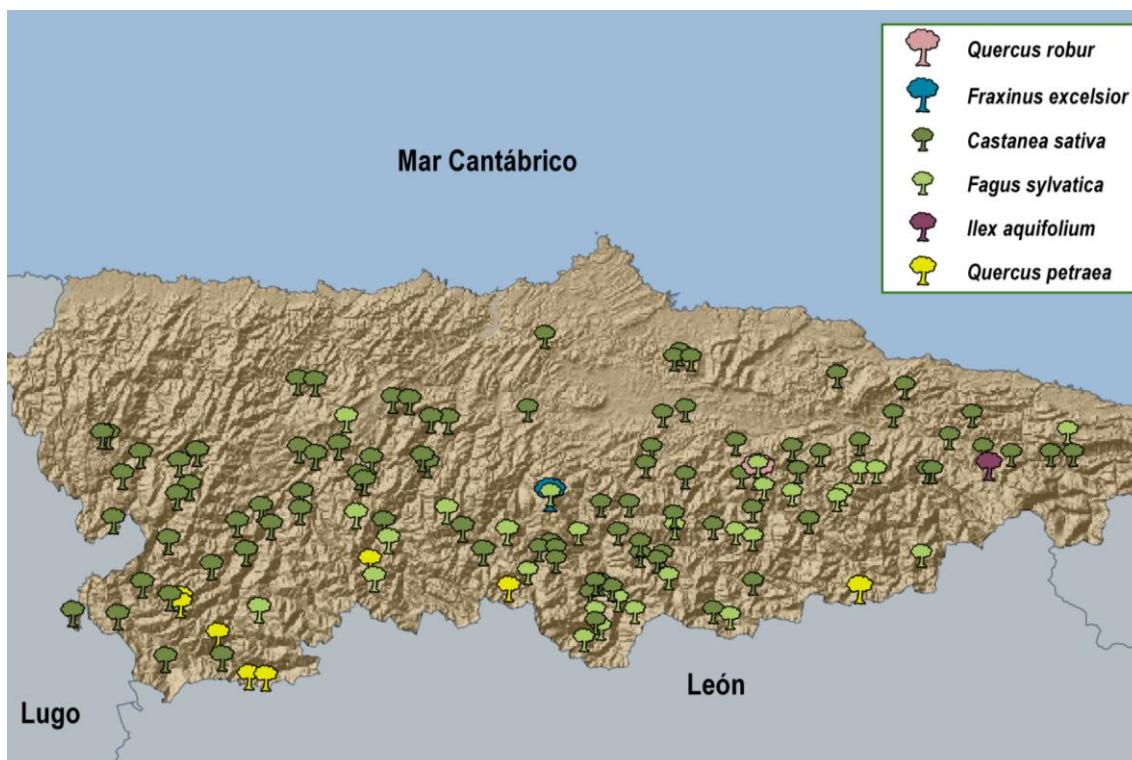
Tabla 3.4.19. Diámetro máximo (mm) y número de pies por hectárea para cada especie en las formaciones forestales arboladas (FPA) con presencia de árboles añosos en Asturias.

FAP	Especie	D max	Nº pies	FAP	Especie	D max	Nº pies
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	687,0	40,74		<i>Prunus spp.</i>	519,0	5,09
	<i>Ilex aquifolium</i>	481,5	5,09		<i>Sorbus aucuparia</i>	464,0	5,09
	<i>Prunus spp.</i>	454,5	10,19	16	<i>Ilex aquifolium</i>	431,5	5,09
4	<i>Castanea sativa</i>	1302,0	5,09				
	<i>Pinus pinaster</i>	726,0	40,74				
	<i>Arbutus unedo</i>	450,5	5,09				
	<i>Quercus petraea</i>	2323,0	66,21				
	<i>Castanea sativa</i>	1757,0	15,28				
	<i>Quercus robur</i>	1225,0	10,19				
	<i>Fagus sylvatica</i>	1178,0	40,74				
	<i>Betula alba</i>	952,0	10,19				
	<i>Taxus baccata</i>	802,0	20,37				
	<i>Betula pendula</i>	557,5	5,09				
	<i>Salix spp.</i>	532,5	5,09				
5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	515,0	20,37				

El castaño presenta numerosos pies con diámetros superiores a los 2 m, en algunos casos fruto de las podas realizadas en esta especie para la optimización en la producción de la castaña. Así, el pie con mayor diámetro del principado, con 2.514 mm, pertenece a un castaño, mientras que el segundo pie de mayor diámetro, con 2.323 mm, pertenece a un roble albar.

Las formaciones que mayor número de pies añosos por hectárea presentan son por lo tanto los castañares, los bosques mixtos de frondosas atlánticas y los hayedos (FAP 1, 2 y 3), mientras que los que menos pies de este tipo tienen son las mezclas de especies en producción, los pinares de pino radiata, las mezclas de frondosas alóctonas con autóctonas y las acebedas (FAP 9, 6, 11 y 16).

El mapa muestra como la distribución espacial de los pies añosos se encuentra principalmente asociada a las zonas del interior y del sur del principado, caracterizadas por comprender una compleja orografía con grandes relieves y angostos valles. Es en esta zona donde se encuentran la mayor parte de las masas con mayor naturalidad como bosques mixtos atlánticos, robledales, abedulares y castañares (Tabla 3.4.19), mientras que en las zonas cercanas a la costa, donde no se han registrado árboles añosos, se localizan la mayor parte de plantaciones forestales de eucaliptos y pinos. Mientras que los pies añosos de castaño se distribuyen homogéneamente por todo esta área, los pies añosos de haya son más frecuentes en los relieves más orientales donde esta especie se distribuye. Los pies añosos del roble albar son más frecuentes en las sierras occidentales.



Mapa 3.4.1. Localización de los pies añosos inventariados en Asturias con diámetro normal (d) mayor de 1.250 mm.

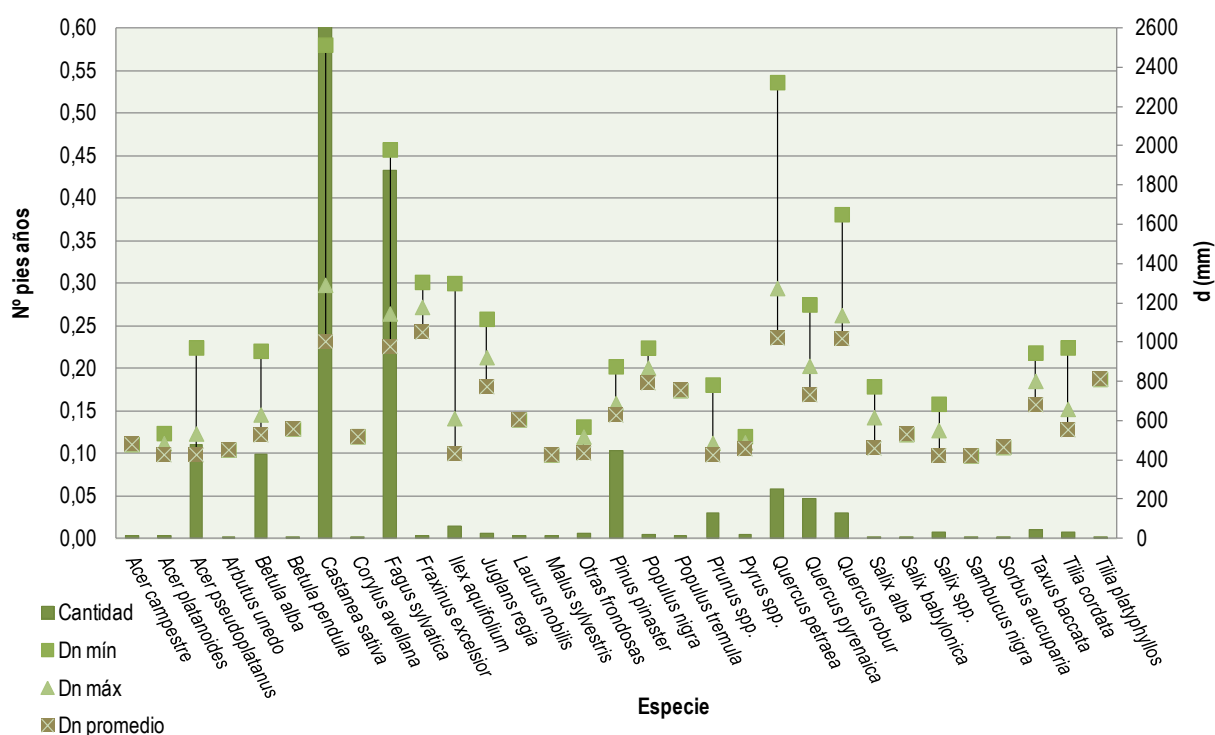


Figura 3.4.8. Pies añosos por especie. Número de pies añosos/ha (se representan las especies con número de pies por hectárea mayor a 0,01) y diámetro mínimo, máximo y medio.

3.5. Madera muerta

La presencia de madera muerta en los ecosistemas forestales puede ser un buen indicador de su naturalidad, así como de la conservación de la biodiversidad ya que es un elemento fundamental para el buen funcionamiento del ecosistema. En este apartado se realiza una valoración de las existencias en volumen de diferentes categorías de madera muerta como son pies mayores muertos en pie ($d \geq 7,5$ cm), pies mayores muertos caídos (diámetro a 1,30 m de longitud medido desde la base del fuste, mayores de 7,5 cm), pies menores muertos en pie ($2,5 \leq d \leq 7,5$ y $h \geq 1,30$ m), pies menores muertos caídos ($2,5 \leq d$ -diámetro a 1,30 m de longitud medido desde la base del fuste- $\leq 7,5$ cm y $l \geq 1,30$ m), ramas y leñas gruesas (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y longitud $\geq 0,3$ m), tocones (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $h \leq 1,3$ m), tocones de brotes de cepa (tocones procedentes de una cepa totalmente muerta y con diámetro medio de ésta mayor o igual a 7,5 cm y altura máxima de 1,3m) y acumulaciones (con diámetro a la mitad de su longitud del tronco o troza media superiores o iguales a 7,5 cm).

3.5.1 Análisis global de la madera muerta

La madera muerta se ha determinado en función de las especies, grado de descomposición y tipo de madera muerta para cada formación arbolada definida en Asturias.

Tabla 3.5.1. Existencias de madera muerta por hectárea (V_{MM}) en m^3/ha para cada formación arbolada.

FAP	V_{MM}	FAP	V_{MM}
1	9,5	9	5,4
2	18,0	10	5,9
3	16,7	11	10,3
4	3,3	12	6,1
5	8,6	13	9,4
6	11,5	14	2,4
7	7,9	15	6,2
8	2,5	16	3,0

La Tabla 351 muestra que los castañares, los hayedos y los pinares de pino radiata (*Pinus radiata*) poseen los volúmenes por hectárea más altos de madera muerta. Al considerar la superficie de cada formación arbolada en el total de la comunidad (Figura 3.5.1) se observa que los castañares, hayedos y el bosque mixto de frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica (FAP 2, 3 y 1) concentran el 72% del volumen de madera muerta total de Asturias.

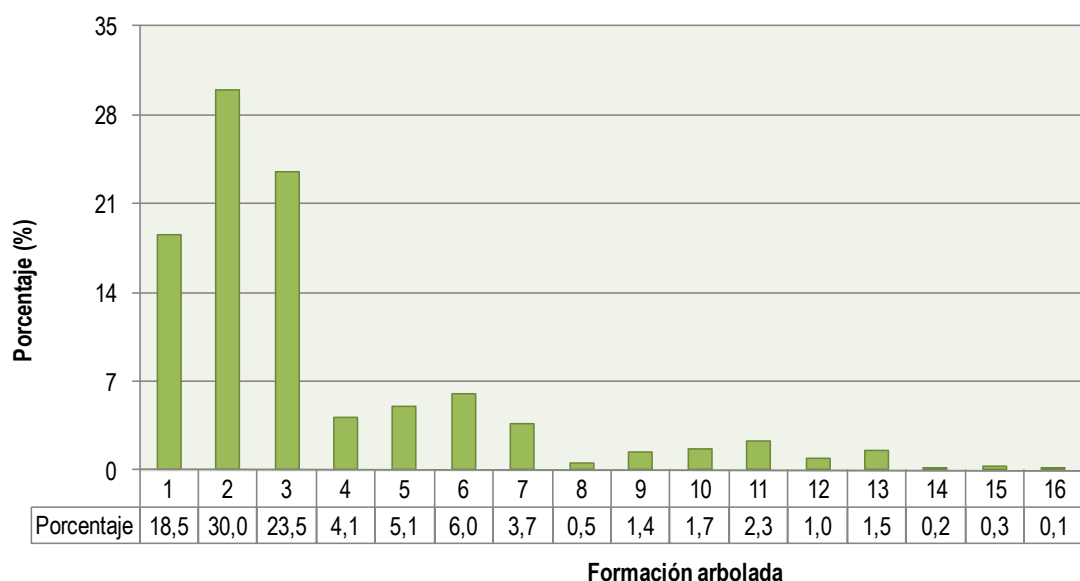


Figura 3.5.1. Porcentaje de madera muerta de cada formación arbolada respecto al total de la comunidad (en %).

La distribución de la madera muerta por especie se muestra en el Figura 3.5.2 (se han representado las especies que concentren al menos el 1% del volumen total de madera muerta), donde se observa que las tres principales especies, en términos volumétricos (85% del total) son, en orden decreciente, castaño (*Castanea sativa*), haya (*Fagus sylvatica*) y pino radiata (*Pinus radiata*).

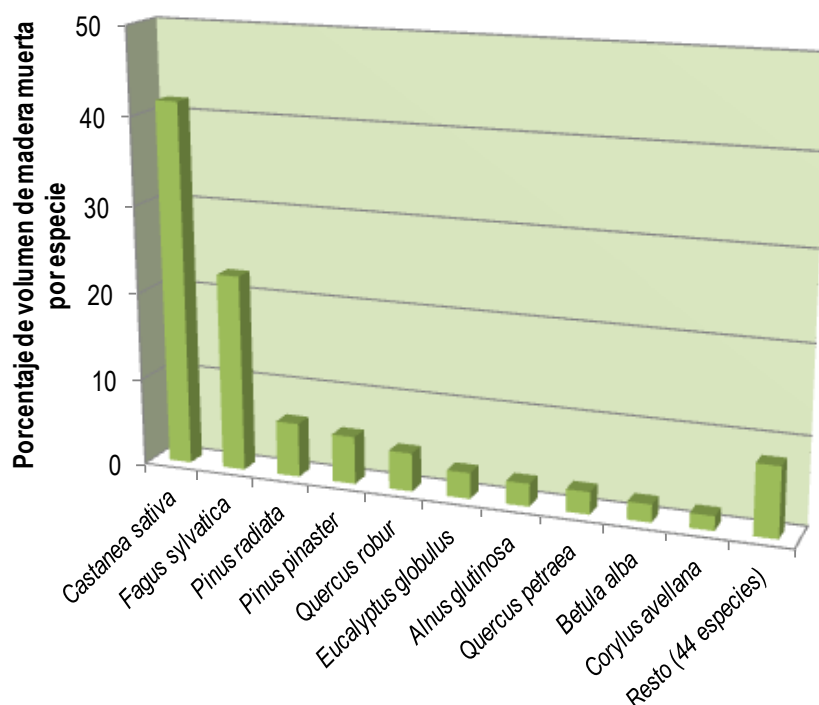


Figura 3.5.2. Madera muerta total por especie para la comunidad de Asturias (solo se han representado las especies que concentran al menos el 1% del volumen total).

En el caso de la distribución de la madera muerta de Asturias considerando su grado de descomposición (Figura 3.5.3), se observa que el grado 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y el grado 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) concentran en conjunto el 70% del volumen total de madera muerta. Por su parte el grado 9 (verde, recién cortada) representa tan solo el 1,4% del volumen total. Es decir, gran parte de la madera muerta se encuentra en una fase intermedia de descomposición.

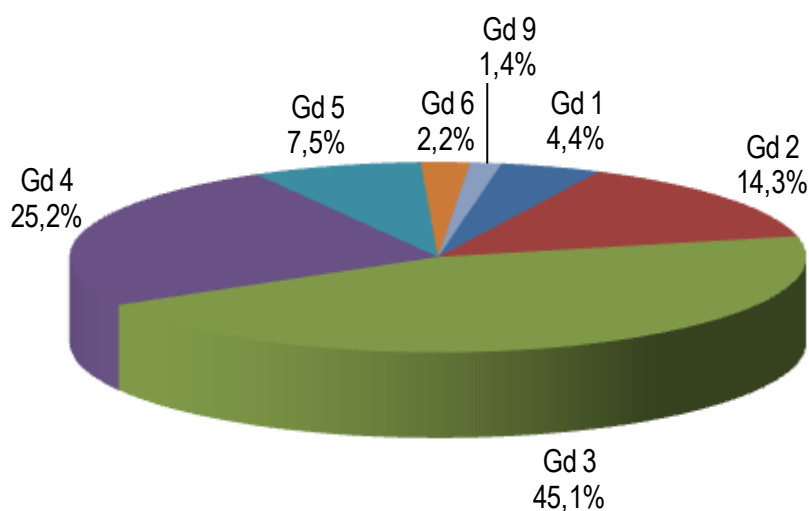


Figura 3.5.3. Madera muerta total por grado de descomposición (Gd).

Finalmente la distribución del volumen de madera muerta por clases de madera muerta y formación arbolada, se muestra en el Figura 4.5.4. En Asturias las clases que mayor volumen concentran, son: pies mayores muertos caídos, pies mayores muertos en pie y ramas (en conjunto representan el 88% del volumen total de madera muerta) (Tabla 3.5.2).

Tabla 3.5.2. Totalidad de madera muerta (V) por clases de madera muerta y porcentaje del volumen (Pv)

Clases de madera muerta	V (m³)	Pv (%)
Pies mayores muertos caídos	1.901.472	39,3
Pies mayores muertos en pie	1.448.078	29,9
Ramas	910.427	18,8
Tocones	304.838	6,3
Pies menores muertos en pie	152.789	3,2
Pies menores muertos caídos	84.574	1,7
Cepas	33.188	0,7
Acumulaciones	4.284	0,1
Total general	4.839.651	100,0

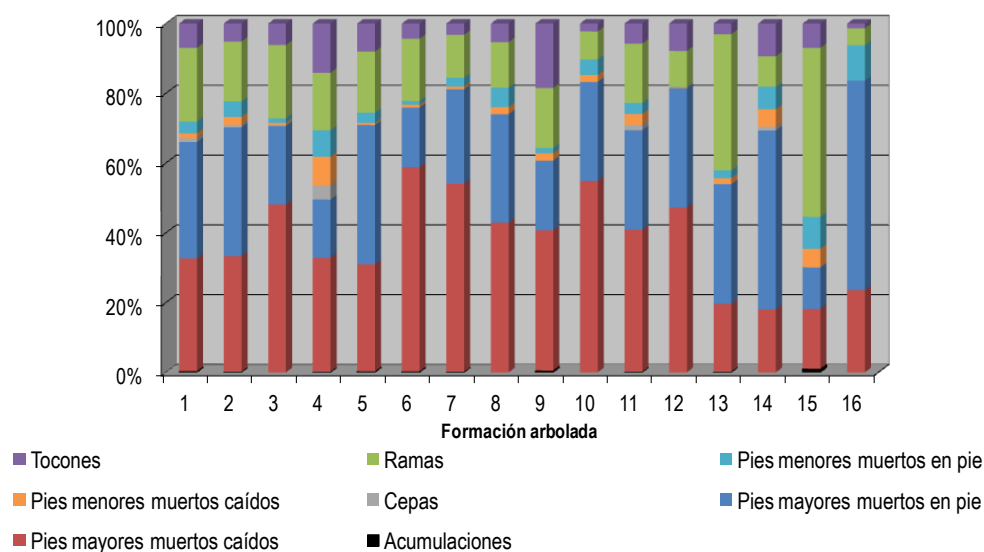


Figura 3.5.4a.

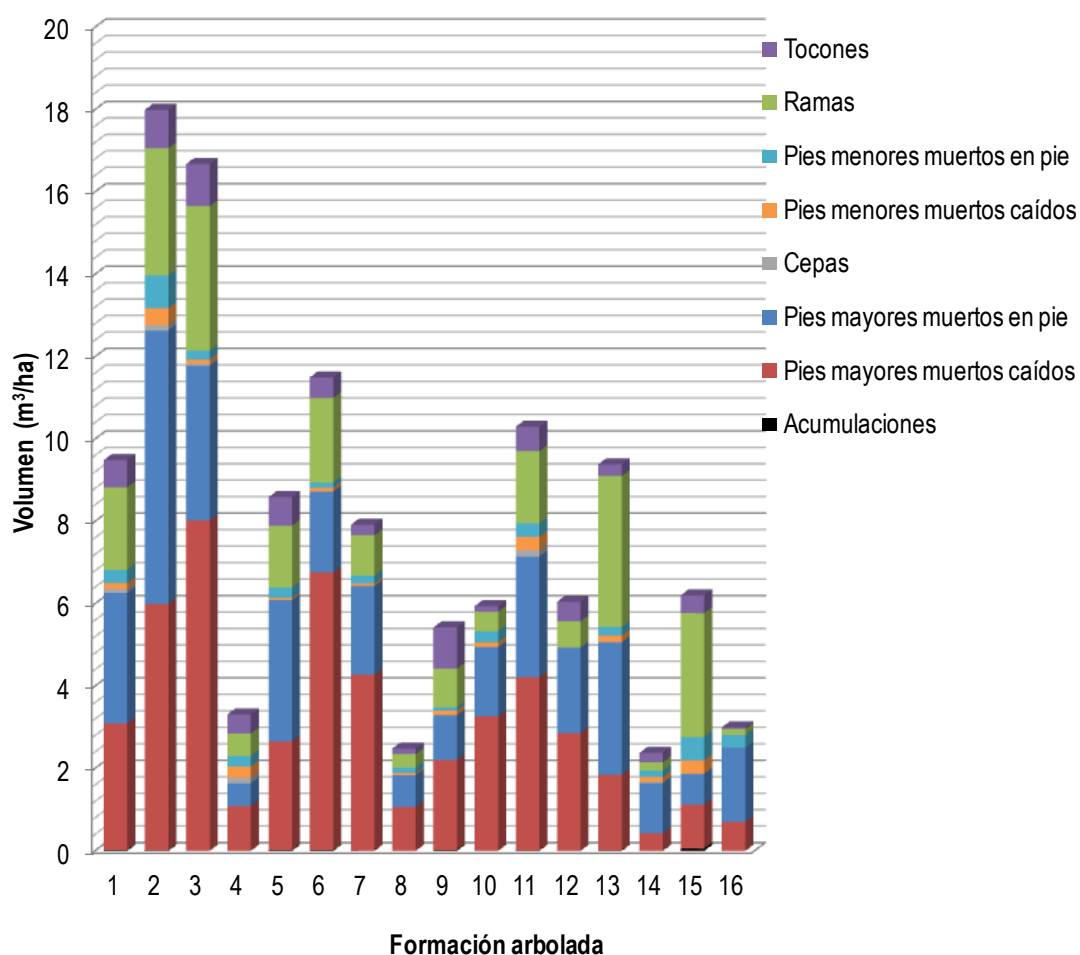


Figura 3.5.4b.

Figura 3.5.4. Madera muerta total por clases de madera muerta y formación arbolada en: a) estimaciones en porcentaje; b) estimaciones en m^3/ha .

3.5.2. Pies mayores muertos en pie

En la Tabla 3.5.3 se presentan los volúmenes de madera muerta y el número de pies correspondiente a los pies mayores muertos en pie por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.5 y 3.5.6 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.7 se presentan los volúmenes y número de pies por hectárea de los pies mayores muertos en pie por especie.

En Asturias la madera muerta de pies mayores muertos en pie representa el 29,9% de la totalidad de madera muerta, siendo la segunda categoría de madera muerta en términos volumétricos (Tabla 3.5.2).

En el caso de los pies mayores muertos en pie, considerando la superficie de las formaciones arboladas, se tiene que los castañares, el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica y los hayedos (FAP 2, 1 y 3) presentan las mayores existencias (37%, 21% y 18%, respectivamente) del volumen total de madera muerta de esta categoría. Por el contrario, las avellanedas presentan las menores existencias (0,1%).

Tabla 3.5.3. Pies mayores muertos en pie. Valores del número de pies por hectárea (N), desviación típica de N (S_N), el volumen de madera (V) en m³/ha y desviación típica del V (S_V).

FAP	N	S _N	V	S _V	FAP	N	S _N	V	S _V
1	33,51	55,42	3,17	6,37	9	11,79	18,23	1,09	2,72
2	69,65	106,79	6,64	11,73	10	24,11	95,05	1,68	5,47
3	25,58	30,12	3,75	6,86	11	39,35	93,83	2,93	7,96
4	7,42	19,85	0,55	1,75	12	23,58	40,31	2,07	3,90
5	22,78	34,16	3,43	8,08	13	30,21	46,73	3,22	6,83
6	19,93	37,07	1,96	4,75	14	28,29	52,05	1,22	2,11
7	23,84	42,82	2,15	4,57	15	13,79	21,61	0,74	1,23
8	11,55	27,50	0,77	1,66	16	63,66	58,64	1,80	1,63

Tabla 3.5.4. Porcentaje de volumen (P_v) y porcentaje del número de pies mayores muertos en pie (P_n) por grado de descomposición.

GD	P _v (%)	P _n (%)
1	1,4	1,7
2	16,7	14,9
3	56,8	58,3
4	24,1	24,4
6	0,9	0,6

El grado de descomposición 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y el grado de descomposición 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) son los más importantes en términos volumétricos y en número de pies, concentrando el 81% del volumen de madera muerta y casi el 83% del número de pies mayores muertos en pie. Ello quiere decir que la mayor parte de la madera muerta de esta clase se encuentra en una fase intermedia de descomposición (Tabla 4.5.4).

El mayor volumen del grado de descomposición 3 en los castañares se debe a la presencia de individuos muertos en pie de grandes dimensiones llegando a tener algunos ejemplares, hasta 1800 mm de diámetro ó 19,9 m de altura (Figura 3.5.5).

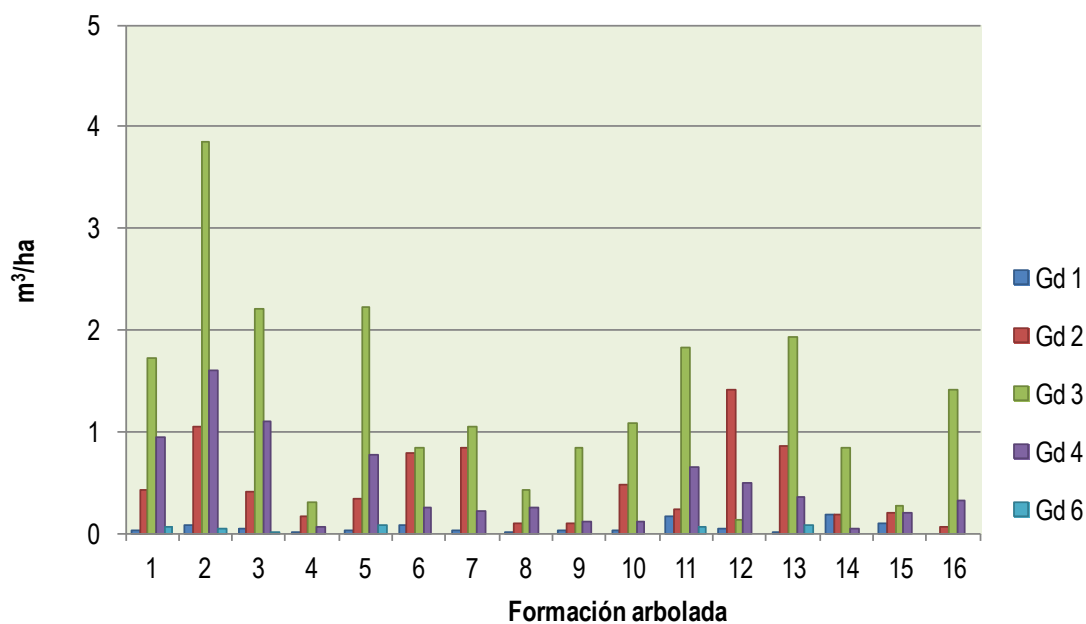


Figura 3.5.5. Volumen de madera de los pies mayores muertos en pie por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

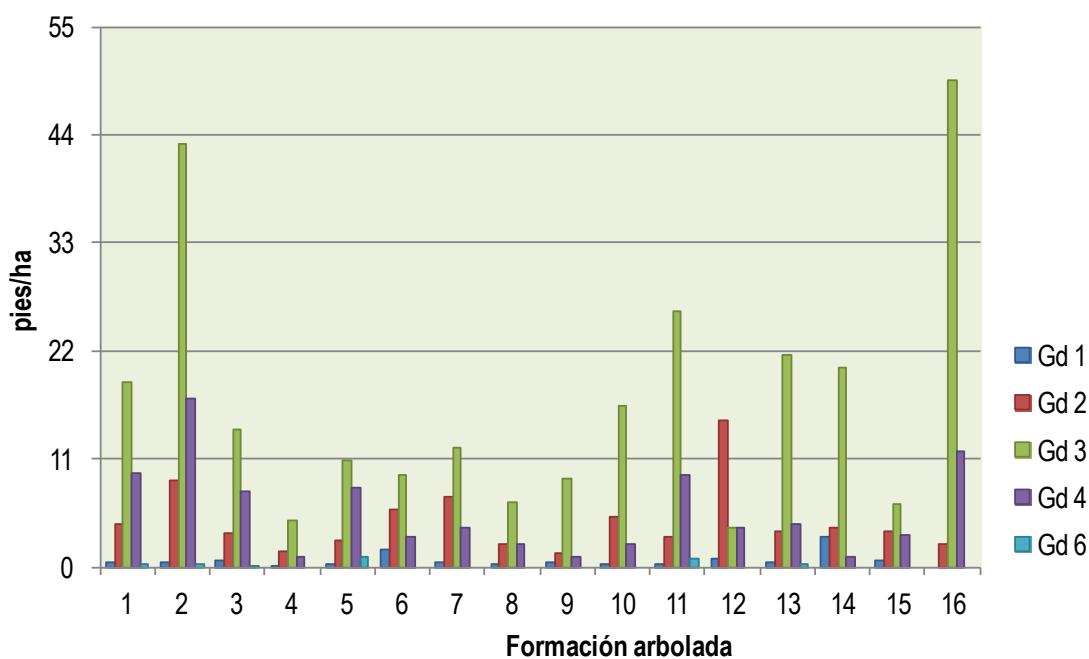


Figura 3.5.6. Número de pies mayores muertos en pie por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

Las principales especies identificadas como pies mayores muertos en pie (65% del volumen total) son, en orden decreciente, castaño (código 72) y haya (código 71). Al considerar el número de pies, las mismas especies concentran el 61% del número total de los pies mayores muertos en pie (Tabla 3.5.5).

Tabla. 4.5.5. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies mayores muertos en pie (Pn) por especie.

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	51,4	52,1
<i>Fagus sylvatica</i>	13,6	9,0
<i>Quercus robur</i>	5,9	4,5
<i>Pinus pinaster</i>	4,4	4,4
<i>Alnus glutinosa</i>	3,9	3,4
<i>Pinus radiata</i>	3,5	3,4
<i>Quercus petraea</i>	3,4	2,1
<i>Ulmus glabra</i>	1,7	0,5
<i>Betula alba</i>	1,7	3,3
<i>Corylus avellana</i>	1,3	4,7
<i>Salix atrocinerea</i>	1,3	1,0
<i>Quercus pyrenaica</i>	1,1	1,6
<i>Eucalyptus globulus</i>	1,1	1,4
Resto (31 especies)	5,8	8,7

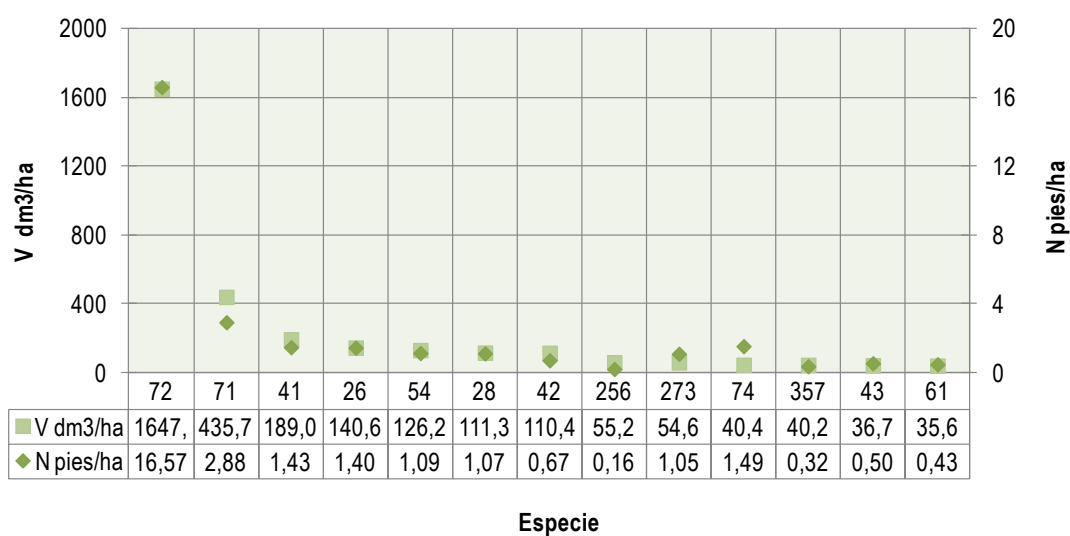


Figura 3.5.7. Volumen y número de pies por hectárea de los pies mayores muertos en pie por especie.

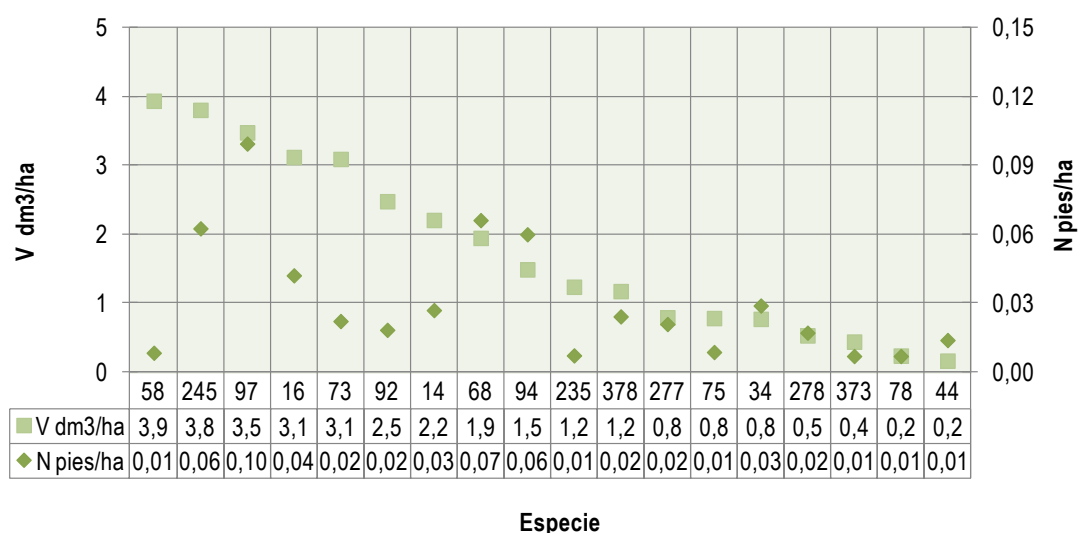
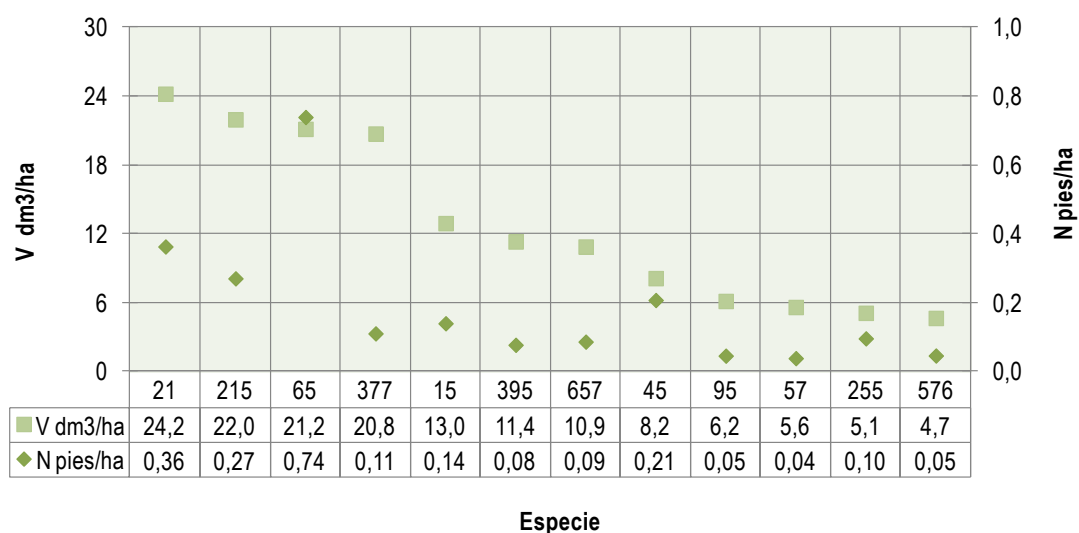


Figura 3.5.7 (CONT). Volumen y número de pies por hectárea de los pies mayores muertos en pie por especie.

3.5.3. Pies mayores muertos caídos

En la Tabla 3.5.6 se exponen los volúmenes de madera muerta y el número de pies correspondiente a los pies mayores muertos caídos por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.8 y 3.5.9 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.10 aparecen los volúmenes y número de pies por hectárea de los pies mayores muertos caídos por especie.

En Asturias la madera muerta de pies mayores muertos caídos representa el 39,3% de la totalidad de madera muerta, siendo la categoría más importante de madera muerta (Tabla 3.5.2).

Considerando las superficies de las formaciones arboladas, se tiene, que los hayedos, castañares y el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica (FAP 3, 2 y 1) presentan las mayores existencias (28,8%, 25,4% y 15,3%, respectivamente) del volumen total de madera muerta de esta categoría. Por el contrario, las acebedas (*Ilex aquifolium*) presentan las menores existencias (0,1%).

Tabla 3.5.6. Pies mayores muertos caídos. Valores del número de pies por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, volumen de madera (V) en m^3/ha y desviación típica del V (S_V) en m^3/ha .

FAP	N	S_N	V	S_V	FAP	N	S_N	V	S_V
1	20,19	35,34	3,08	7,61	9	10,85	25,65	2,19	8,14
2	34,78	51,92	5,99	12,21	10	14,15	41,27	3,26	12,37
3	24,45	31,39	8,03	14,59	11	28,29	36,43	4,21	7,73
4	11,69	25,20	1,09	2,78	12	14,93	28,49	2,86	7,15
5	14,51	28,50	2,65	6,29	13	15,49	27,72	1,84	3,60
6	29,45	49,90	6,74	13,73	14	11,12	20,14	0,43	0,73
7	20,74	40,30	4,28	12,56	15	12,73	21,44	1,07	1,88
8	6,64	20,64	1,07	3,27	16	8,25	8,26	0,71	1,81

Respecto a la estimación del grado de descomposición, destaca el elevado porcentaje, un 40% del volumen total, alcanzado por el grado de descomposición 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura). Le sigue el grado de descomposición 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos), concentrando en conjunto el 60,5% del volumen de madera muerta y el 69,3% del número total de pies mayores muertos caídos. Es decir, gran parte de la madera muerta de pies mayores muertos caídos se encuentra en un estado intermedio de descomposición (Tabla 3.5.7).

Tabla 3.5.7. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies mayores muertos caídos (Pn) por grado de descomposición

GD	Pv (%)	Pn (%)
1	9,0	6,2
2	16,2	13,7
3	40,0	40,2
4	20,5	29,1
5	9,4	7,3
6	1,5	1,1
9	3,3	2,4

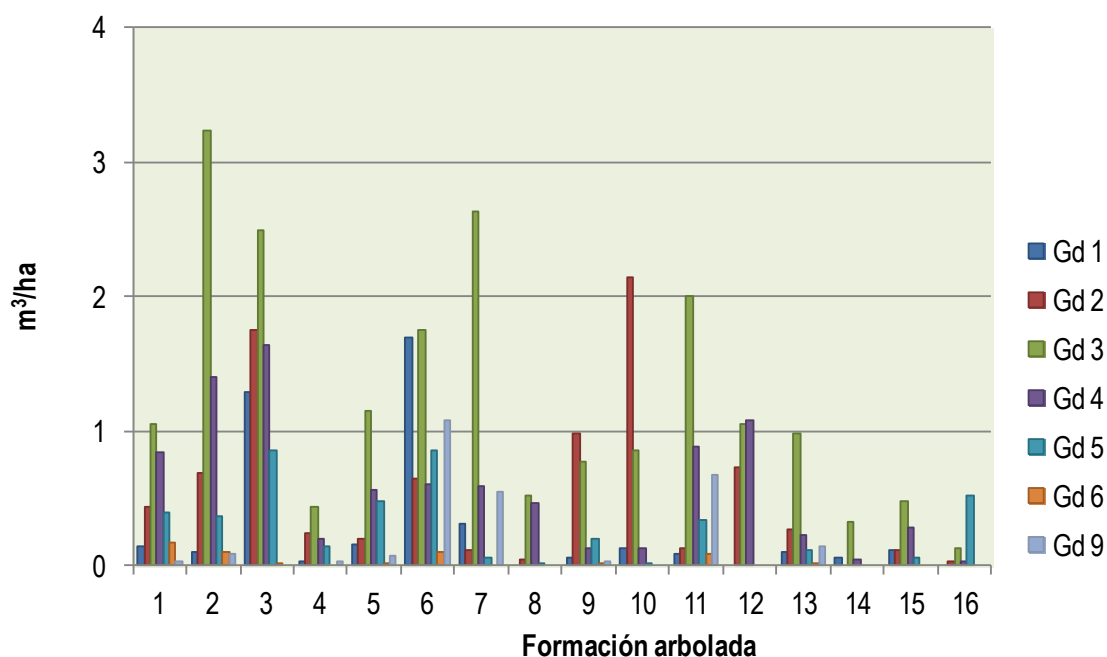


Figura 3.5.8. Volumen de madera de los pies mayores muertos caídos por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

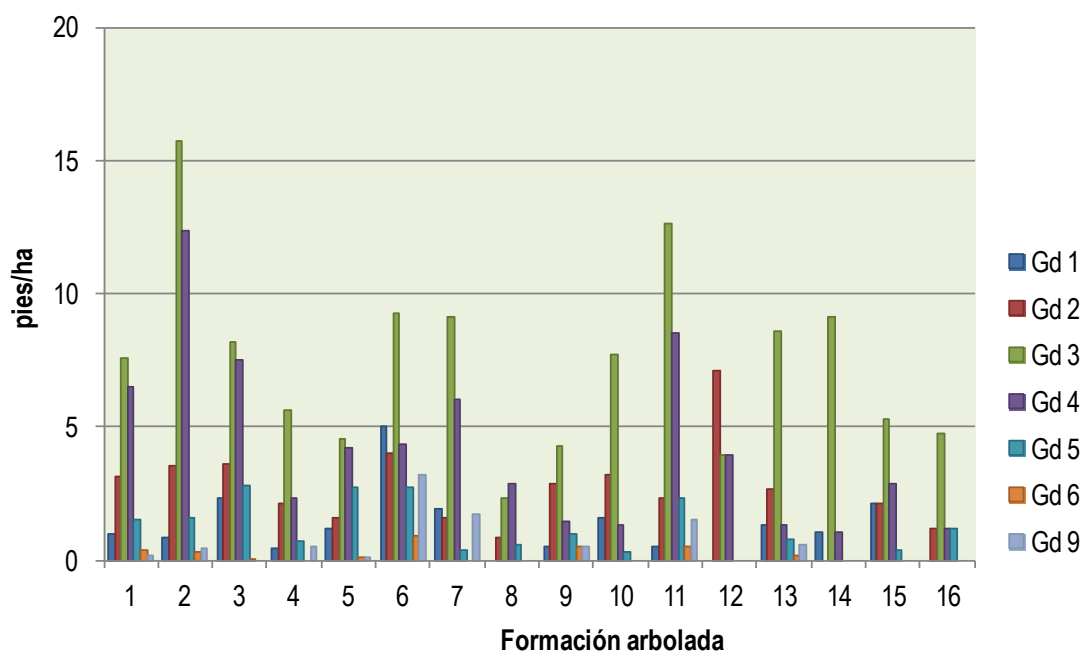


Figura 3.5.9. Número de pies mayores muertos caídos por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

En el caso de los pies mayores muertos caídos las principales especies en términos volumétricos (concentrando casi el 64% del volumen total de madera muerta de esta categoría), son en orden decreciente, castaño (código 72) y haya (código 71). Al considerar el número de pies por especie, las mismas especies concentran el 52% del número total de pies mayores muertos caídos (Tabla 3.5.7 y Figura 3.5.8).

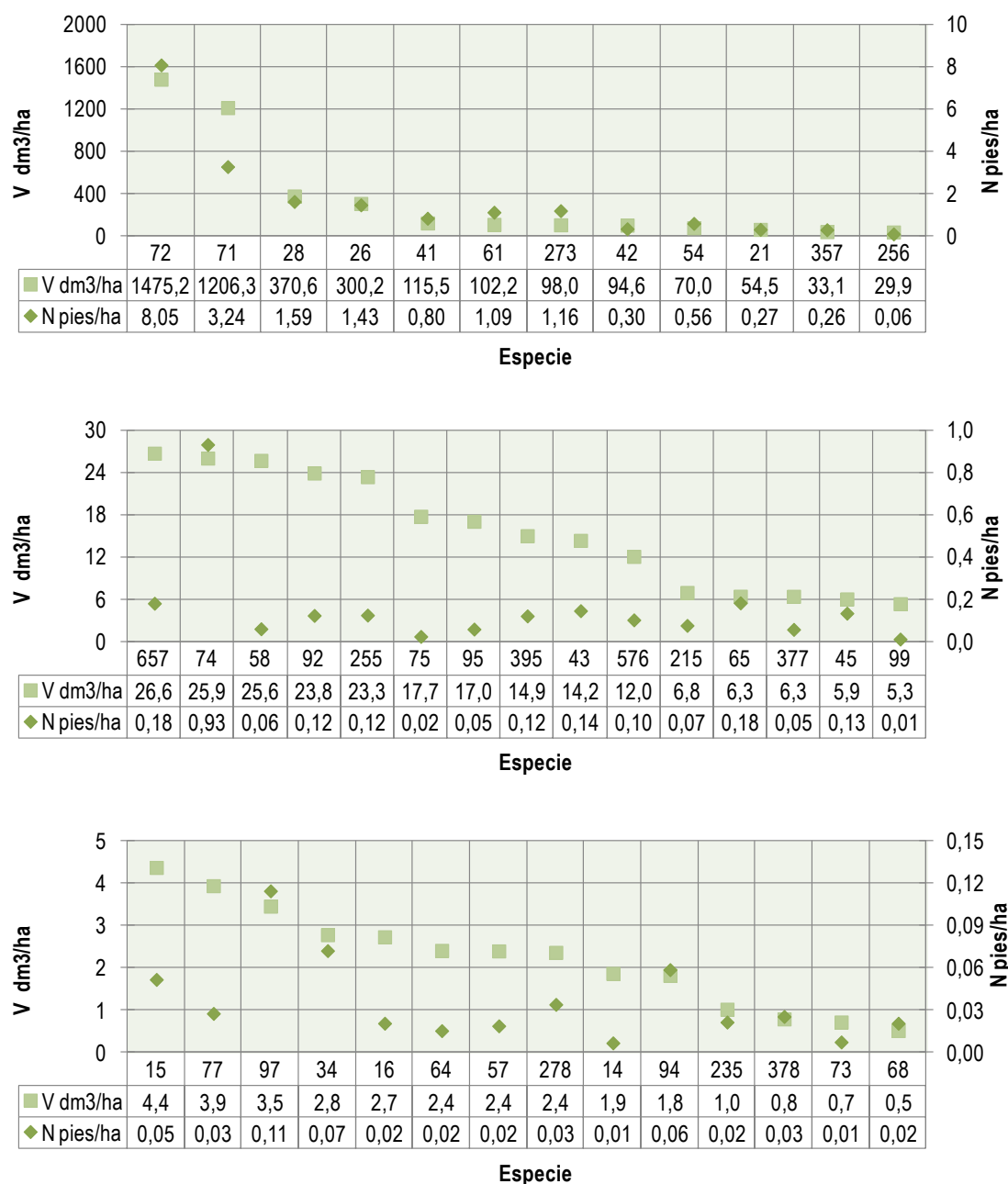


Figura 3.5.10. Volumen y número de pies por hectárea de los pies mayores muertos caídos por especie.

Tabla. 3.5.8. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies mayores muertos caídos (Pn) por especie

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	35,0	37,3
<i>Fagus sylvatica</i>	28,6	15,0
<i>Pinus radiata</i>	8,8	7,4
<i>Pinus pinaster</i>	7,1	6,6

Tabla. 3.5.8. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies mayores muertos caídos (Pn) por especie

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Quercus robur</i>	2,7	3,7
<i>Eucalyptus globulus</i>	2,4	5,0
<i>Betula alba</i>	2,3	5,4
<i>Quercus petraea</i>	2,2	1,4
<i>Alnus glutinosa</i>	1,7	2,6
<i>Pinus sylvestris</i>	1,3	1,3
Resto (32 especies)	7,7	14,3

3.5.4. Pies menores muertos (caídos y en pie)

En la Tabla 3.5.9 se exponen los volúmenes de madera muerta y el número de pies correspondiente a los pies menores muertos caídos por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.11 y 3.5.12 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.13 aparecen los volúmenes y número de pies por hectárea de los pies menores muertos caídos por especie.

En Asturias la madera muerta de los pies menores muertos, caídos y en pie, representa el 4,9% de la totalidad de madera muerta (Tabla 3.5.2).

En el caso de los pies menores muertos caídos, considerando las superficies de las formaciones arboladas, se observa que los castañares, eucaliptales y el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica concentran el 74% del volumen total de madera muerta de esta categoría (FAP 2, 4 y 1, con el 39%, 20% y 15%, respectivamente). Por el contrario, los pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) presentan el menor volumen (0,1% del total) y en las acebedas, no se registran pies menores muertos caídos.

Tabla 3.5.9. Pies menores muertos caídos. Valores del número de pies por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, el volumen de madera (V) en m³/ha y desviación típica del V (S_V) en m³/ha.

FAP	N	S _N	V	S _V	FAP	N	S _N	V	S _V
1	26,20	57,63	0,14	0,52	9	12,26	49,25	0,11	0,46
2	69,65	128,66	0,41	0,87	10	19,93	70,79	0,11	0,38
3	23,09	43,41	0,11	0,22	11	63,28	114,31	0,32	0,59
4	56,00	101,51	0,27	0,62	12	1,57	4,57	0,01	0,03
5	10,19	35,19	0,05	0,17	13	13,96	41,13	0,16	0,94
6	11,32	41,98	0,08	0,33	14	24,25	75,15	0,12	0,30
7	11,24	40,77	0,06	0,21	15	81,70	96,40	0,33	0,45
8	8,37	27,08	0,05	0,21	16	-----	-----	-----	-----

En relación a los grados de descomposición, destaca el elevado porcentaje alcanzado por el grado de descomposición 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) el cual concentra el 51% del volumen y el 55% de los pies de esta categoría de madera muerta. Le sigue el grado 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en

trozos) con el 35% del volumen y el 30% del número de pies de la categoría. Por lo tanto, la mayor parte de la madera muerta de pies menores muertos caídos se encuentra en una fase intermedia de descomposición (Tabla 3.5.10).

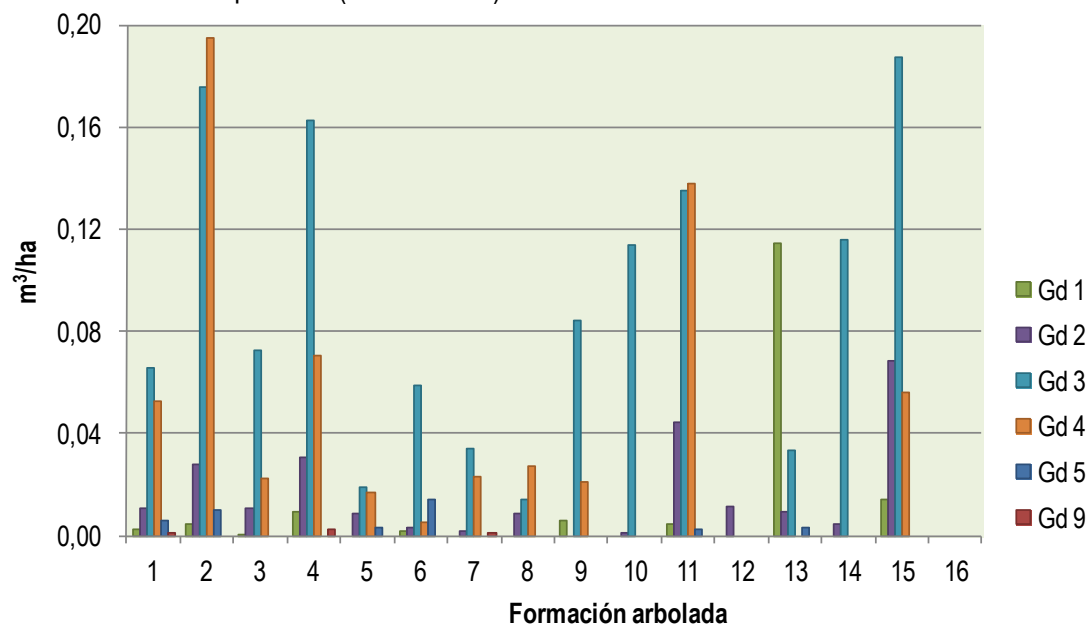


Figura 3.5.11. Volumen de madera muerta de los pies menores muertos caídos por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

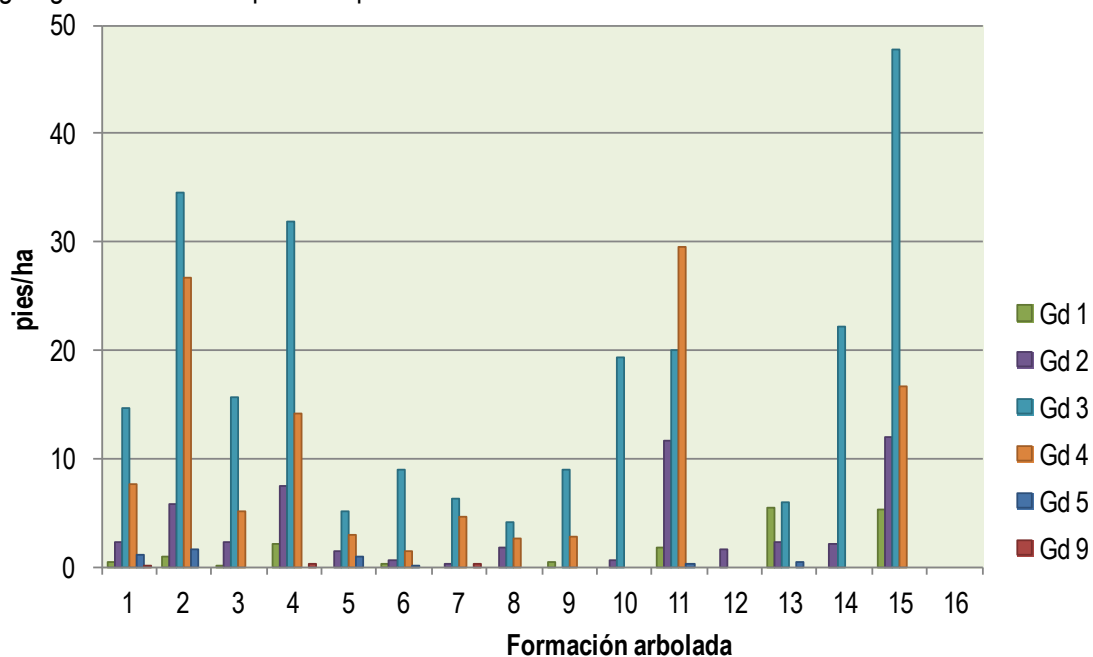


Figura 3.5.12. Número de pies por hectárea de los pies menores muertos caídos, según grado de descomposición por formación arbolada.

Tabla 3.5.10. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies menores muertos caídos (Pn) por grado de descomposición.

GD	Pv (%)	Pn (%)
1	2,7	2,1
2	8,4	10,1
3	51,3	55,4
4	35,1	30,5
5	2,2	1,7
9	0,3	0,2

En el caso de los pies menores muertos caídos, las especies de mayor importancia en términos volumétricos (con el 76% del total) son en orden decreciente, castaño (código 72), eucalipto globulus (código 61) y avellano (*Corylus avellana*, código 74). Si consideramos las existencias de número de pies, las mismas especies concentran casi el 78% del número total de pies de los pies menores muertos caídos (Tabla 3.5.11 y Figura 3.5.13).

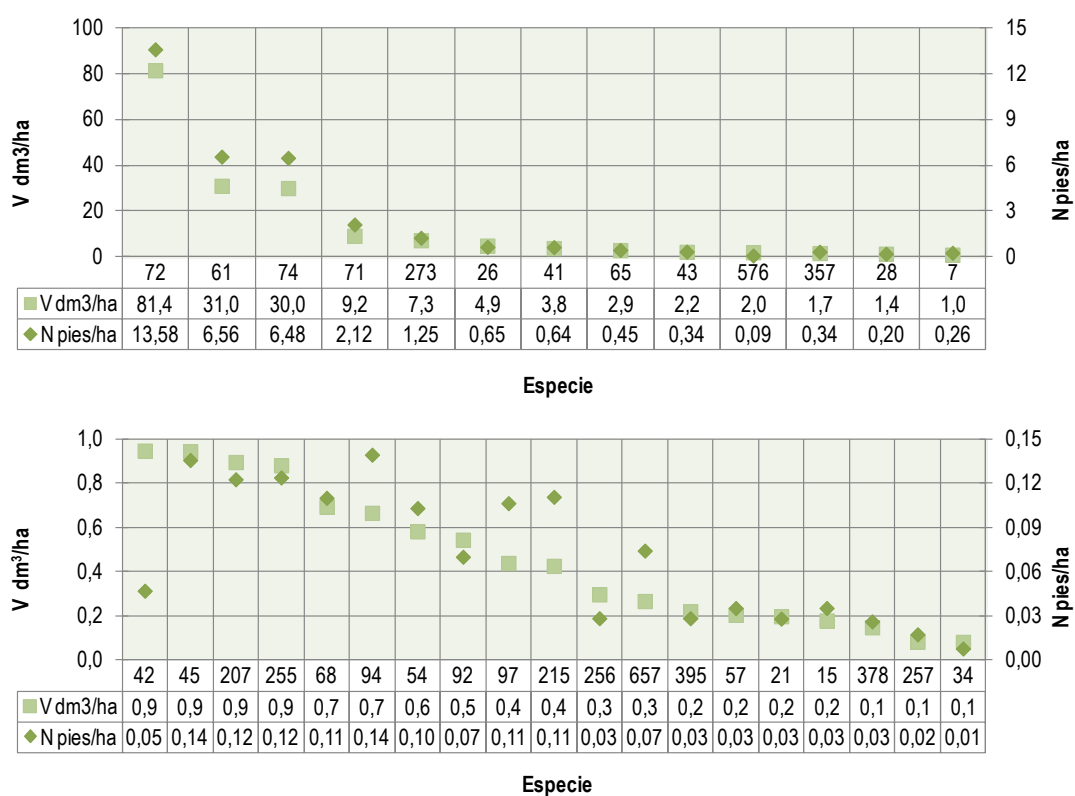


Figura 3.5.13. Volumen y número de pies por hectárea de los pies menores muertos caídos por especie.

Tabla. 3.5.11. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje de número de pies menores muertos caídos (Pn) por especie.

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	43,4	39,6
<i>Eucalyptus globulus</i>	16,5	19,1
<i>Corylus avellana</i>	16,0	18,9
<i>Fagus sylvatica</i>	4,9	6,2
<i>Betula alba</i>	3,9	3,6
<i>Pinus pinaster</i>	2,6	1,9
<i>Quercus robur</i>	2,0	1,9
<i>Ilex aquifolium</i>	1,6	1,3
<i>Quercus pyrenaica</i>	1,2	1,0
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,1	0,3
Resto (23 especies)	6,8	6,3

En la Tabla 3.5.12 se exponen los volúmenes de madera muerta y el número de pies correspondiente a los pies menores muertos en pie por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.14 y 3.5.15 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.16 se presentan los volúmenes y número de pies por hectárea de los pies menores muertos en pie por especie.

En el caso de los pies menores muertos en pie, al considerar la superficie de las formaciones arboladas, resulta que los castaños (FAP 2) y el bosque mixto de frondosas autóctonas (FAP 1) concentran el 62% del volumen total de madera muerta de esta categoría. En tanto, los pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) presentan las menores existencias (menos del 0,1% del volumen total).

Tabla 3.5.12. Pies menores muertos en pie. Valores del número de pies por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, el volumen de madera (V) en m³/ha y desviación típica del V (S_V) en m³/ha.

FAP	N	S _N	V	S _V	FAP	N	S _N	V	S _V
1	59,94	84,99	0,32	0,48	9	15,09	30,17	0,08	0,20
2	130,57	191,99	0,79	1,35	10	49,51	142,14	0,27	0,68
3	34,80	56,53	0,21	0,39	11	59,68	82,97	0,33	0,52
4	53,78	86,42	0,25	0,43	12	1,57	4,57	0,01	0,02
5	37,41	85,95	0,25	0,74	13	32,31	45,26	0,21	0,37
6	19,03	47,23	0,13	0,39	14	50,53	105,97	0,15	0,28
7	27,33	73,86	0,20	0,43	15	99,38	125,66	0,57	0,72
8	22,81	63,45	0,14	0,45	16	47,16	52,53	0,30	0,30

Tabla 3.5.13. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de pies menores muertos en pie (Pn) por grado de descomposición

GD	Pv (%)	Pn (%)
1	1,2	1,6
2	20,4	20,7
3	66,6	66,5
4	11,8	11,2

fase inicial de descomposición (Tabla 3.5.13).

Respecto a los grados de descomposición el grado 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) concentran casi el 67% tanto del volumen total de madera muerta como del número de pies menores muertos en pie. Le sigue el grado 2 (corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas) con alrededor del 21% tanto del volumen como el número de pies de la categoría. Con ello, gran parte de la madera muerta de esta categoría se encuentra en una

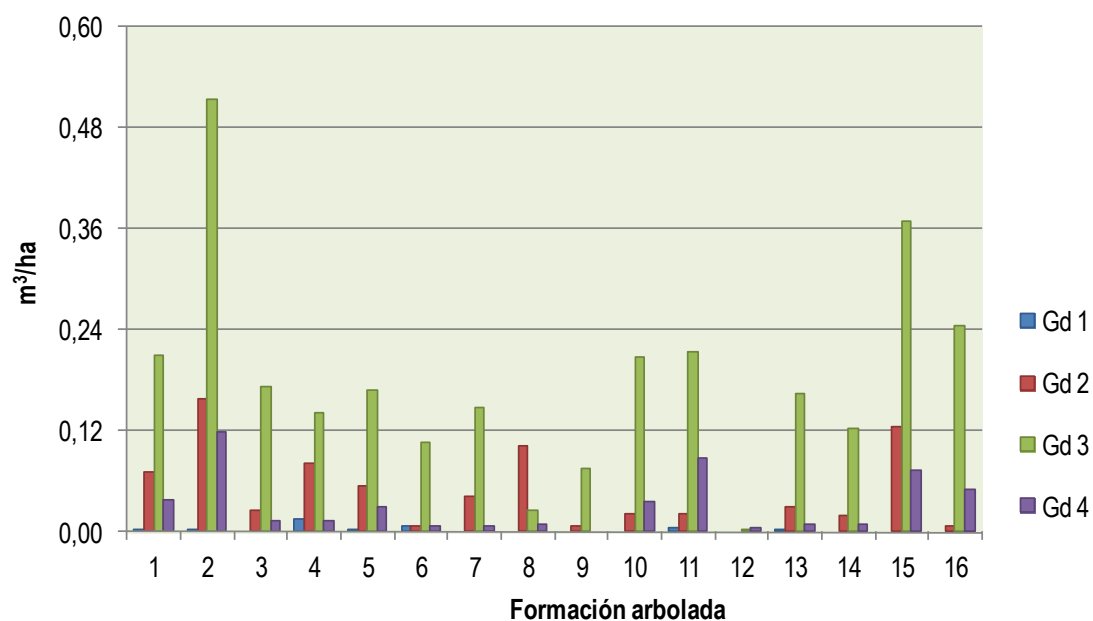


Figura 3.5.14. Volumen de madera muerta de los pies menores muertos en pie por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

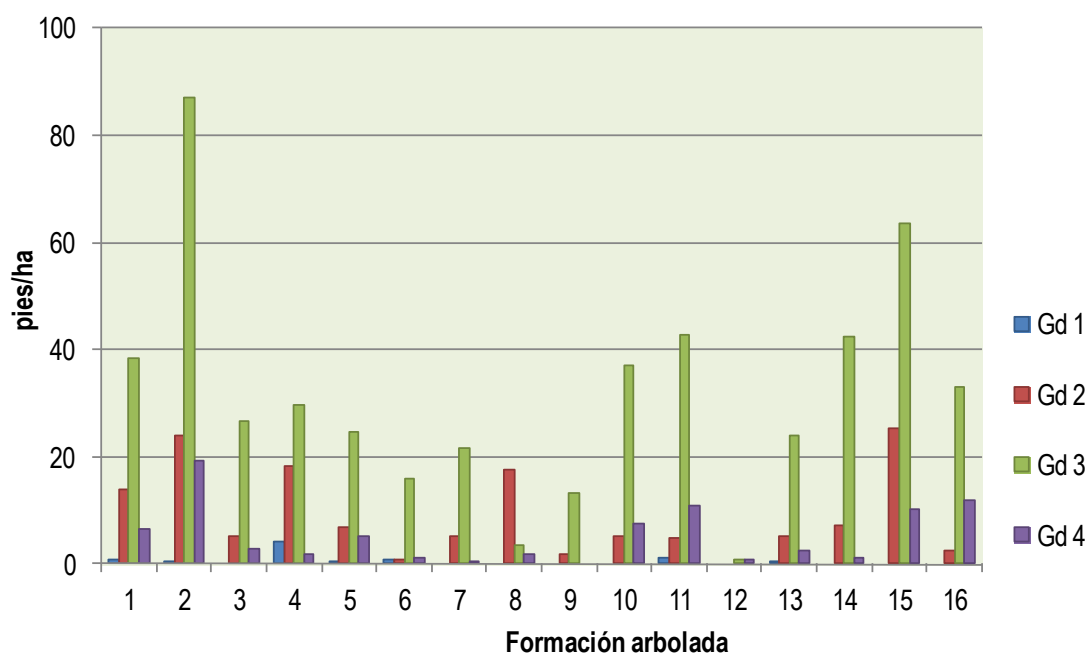


Figura 3.5.15. Número de pies por hectárea de los pies menores muertos en pie, según grado de descomposición por formación arbolada.

En el caso de los pies menores muertos en pie, las especies que concentran una mayor proporción del volumen (67% del total) son, en orden decreciente, el castaño (código 72) y el avellano (código 74). Al considerar el número de pies, las mismas especies concentran también el 67% del número total de pies de esta categoría de madera muerta (Tabla 3.5.14).

Tabla 3.5.14. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número pies menores muertos en pie (Pn) por especie.

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	46,8	43,2
<i>Corylus avellana</i>	20,5	23,4
<i>Eucalyptus globulus</i>	7,8	10,4
<i>Fagus sylvatica</i>	3,9	3,8
<i>Betula alba</i>	3,4	3,5
<i>Quercus robur</i>	3,0	2,9
<i>Pinus pinaster</i>	2,8	2,2
<i>Ilex aquifolium</i>	1,9	1,8
<i>Crataegus monogyna</i>	1,7	0,6
<i>Quercus pirenaica</i>	1,4	1,3
Resto (29 especies)	6,8	6,7

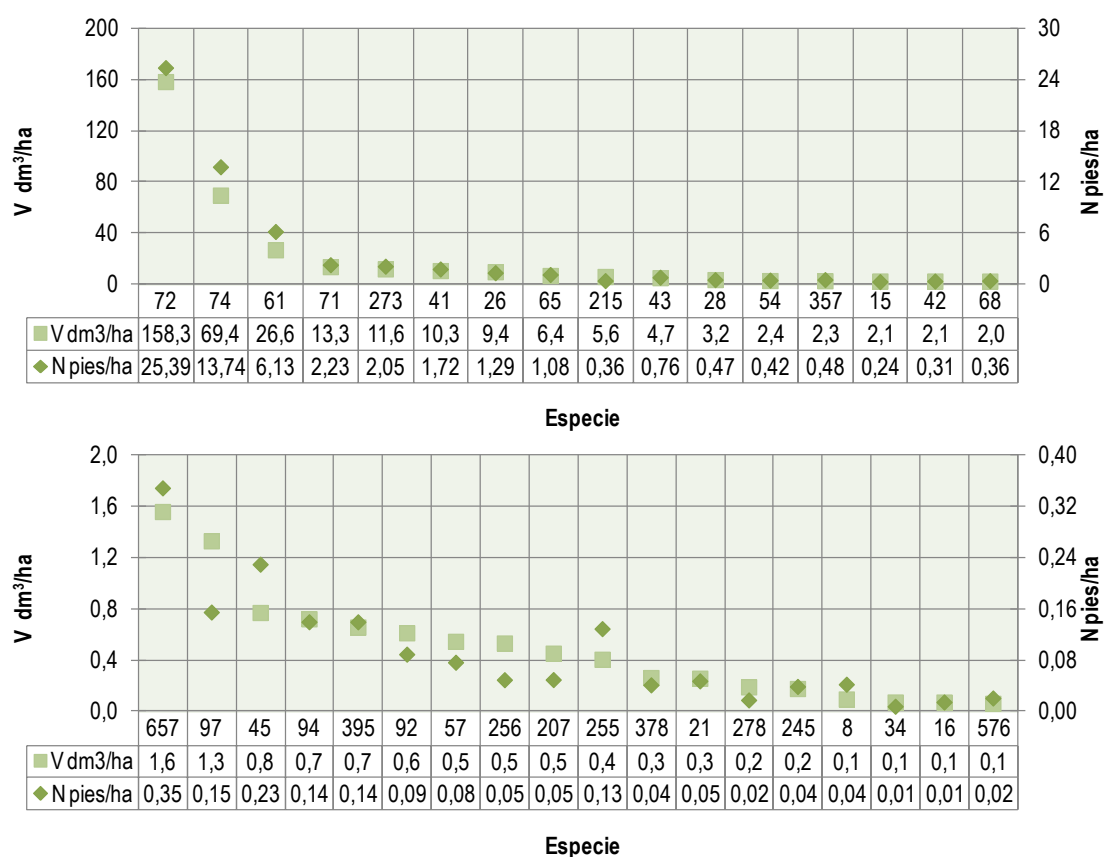


Figura 3.5.16. Volumen y número de pies por hectárea de los pies menores muertos en pie por especie.

3.5.5. Ramas

En la Tabla 3.5.15 se exponen los volúmenes de ramas y su desviación típica para cada formación arbolada. En la Figura 3.5.17 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.18 aparecen los volúmenes de ramas por hectárea y por especie.

En Asturias la madera muerta de ramas representa el 18,8% de la totalidad de madera muerta (Tabla 3.5.2) siendo la tercera tipología en importancia.

En el caso de las ramas, tomando en consideración las superficies de las formaciones arboladas, se tiene que los castañares, los hayedos y el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica (FAP 2, 3 y 1, respectivamente) representan casi el 75% de las existencias totales de madera muerta de esta categoría. Por contrario, las acebedas (FAP 16) presentan las menores existencias (menos del 0,1% del volumen total).

Tabla 3.5.15. Ramas. Volumen (V) y desviación típica del V (S_V). Ambas en m^3/ha .

FAP	V	S_V	FAP	V	S_V
1	2,00	5,36	9	0,94	3,91
2	3,09	6,24	10	0,47	1,27
3	3,51	6,54	11	1,75	3,34
4	0,55	1,63	12	0,62	1,09
5	1,50	3,45	13	3,67	11,68
6	2,05	5,55	14	0,21	0,29
7	0,98	3,38	15	3,01	9,21
8	0,32	0,95	16	0,15	0,19

Tabla 3.5.16. Porcentaje de volumen (P_V) de ramas por grado de descomposición.

GD	P_V
1	1,4
2	7,6
3	37,4
4	35,7
5	13,7
6	3,9
9	0,3

En relación a los grados de descomposición de esta categoría de madera muerta, los grados 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) concentran el 73% del volumen total (Tabla 3.5.16). Ello quiere decir que la mayor parte de esta clase de madera muerta se encuentra en una fase intermedia de descomposición.

Tabla 3.5.17. Porcentaje de volumen (Pv) de ramas por especie.

Especie	Pv
<i>Castanea sativa</i>	39,6
<i>Fagus sylvatica</i>	28,7
<i>Pinus radiata</i>	6,3
<i>Quercus robur</i>	5,1
<i>Pinus pinaster</i>	4,4
<i>Alnus glutinosa</i>	3,7
<i>Eucalyptus globulus</i>	2,7
<i>Betula alba</i>	1,9
<i>Quercus petraea</i>	1,9
Resto (36 especies)	5,7

Las especies que concentran el mayor volumen de esta clase de madera muerta con el 68% del volumen total, son castaño (código 72) y haya (código 71) (Tabla 3.5.17).

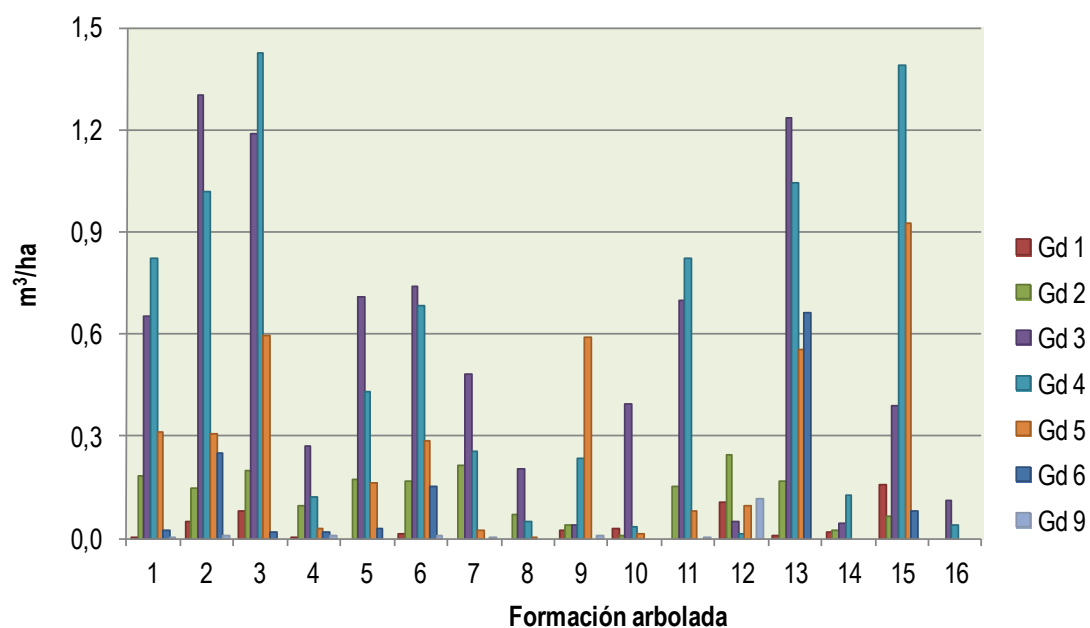


Figura 3.5.17. Volumen de madera muerta de ramas por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

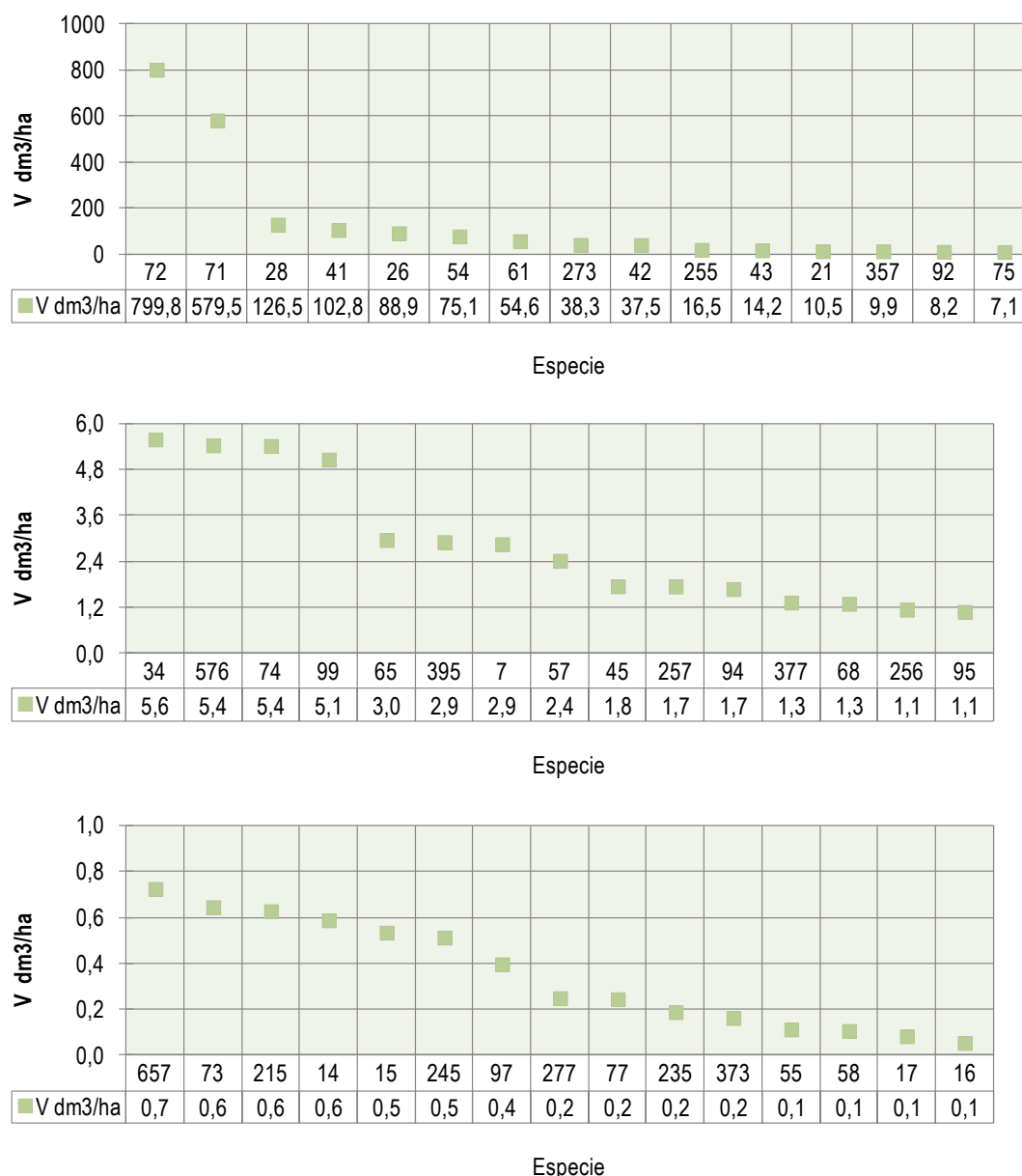


Figura 3.5.18. Volumen por hectárea de la fracción ramas por especie.

3.5.6. Tocones y tocones de brotes de cepa

En la Tabla 3.5.18 se exponen los volúmenes de tocones, el número estimado por hectárea y su desviación para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.19 y 3.5.20 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.21 se presentan los volúmenes y número de tocones por hectárea y por especie.

Al momento de suministrar información sobre los tocones, en los casos que es posible, el total se desagrega por origen del tocón, siendo las posibilidades: cortado por el hombre (h) u otro origen (o).

En Asturias la madera muerta de tocones representa el 6,3% de la totalidad de madera muerta (Tabla 3.5.2).

En el caso de los tocones, considerando la superficie de las formaciones arboladas, se observa que los castañares, los hayedos y el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica (FAP 2, 3 y 1, respectivamente) presentan las mayores existencias (25%, 23% y 21%, respectivamente) del volumen total de madera muerta de esta categoría. En contraposición, las acebedas (FAP 16), presentan las menores existencias (menos del 0,1% del volumen total).

Tabla 3.5.18. Valores del número de tocones por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, el volumen de madera (V) en m^3/ha y desviación típica del V (S_V) en m^3/ha .

FAP	N	S_N	V	S_V	FAP	N	S_N	V	S_V
1	23,94	44,64	0,66	2,27	9	31,12	72,75	1,00	4,24
2	32,52	54,10	0,94	2,28	10	9,97	22,12	0,14	0,33
3	32,65	61,77	1,02	1,82	11	40,90	57,35	0,59	0,90
4	35,02	55,69	0,47	1,08	12	78,60	191,42	0,47	1,07
5	23,62	51,73	0,69	1,59	13	13,19	23,80	0,29	1,07
6	44,24	107,67	0,50	1,35	14	23,24	46,63	0,22	0,39
7	30,62	54,18	0,26	0,51	15	9,90	19,01	0,43	1,45
8	18,77	71,05	0,13	0,43	16	10,61	16,93	0,04	0,05

En relación a los grados de descomposición registrados en tocones, se tiene que el grado 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y el grado 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) concentran, a partes prácticamente iguales, el 63% del volumen total de madera muerta de tocones. Al considerar el número de pies, los mismos grados, concentran el 65% del número total de tocones (Tabla 3.5.20). El elevado volumen como número de tocones presentes en la FAP 9 (otras especies de producción en mezcla) corresponde principalmente a pino radiata, pino albar y eucalipto globulus.

Tabla 3.5.19. Porcentaje de volumen total de tocones (P_v): (t): total, (h): con origen en cortas realizadas por el hombre, (o): con otro origen y porcentaje del número de tocones (P_n) por grado de descomposición.

GD	$P_v(t)$	$P_v(h)$	$P_v(o)$	P_n
1	1,4	1,3	0,1	2,5
2	9,8	7,8	2,0	11,7
3	31,7	15,7	16,0	36,3
4	31,4	15,2	16,2	28,9
5	17,4	7,6	9,8	13,3
6	8,4	3,6	4,8	7,3

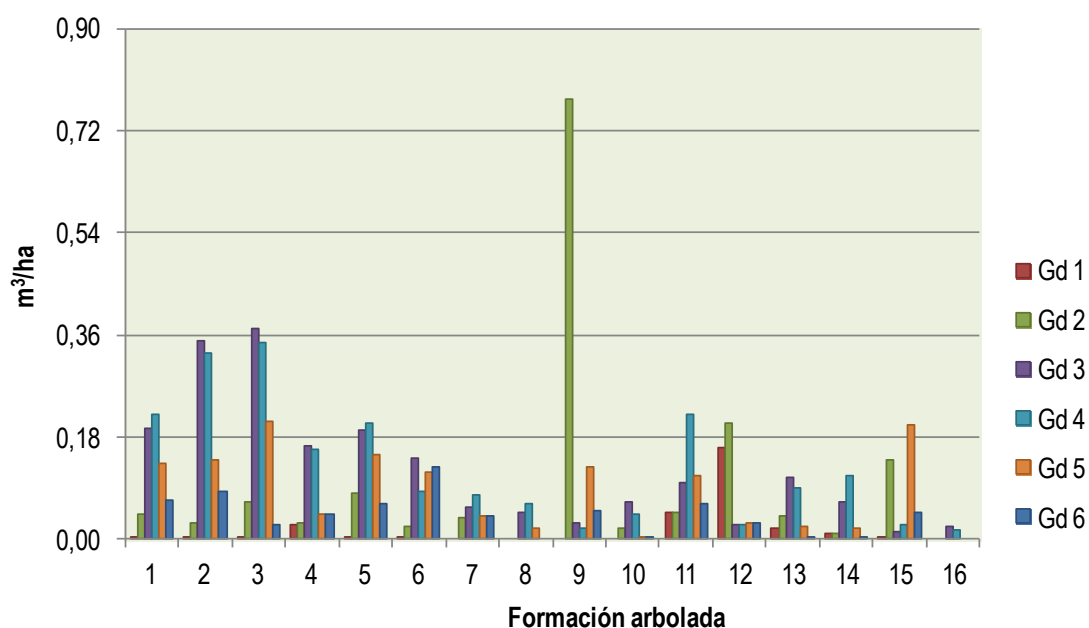


Figura 3.5.19. Volumen de madera muerta de tocones por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

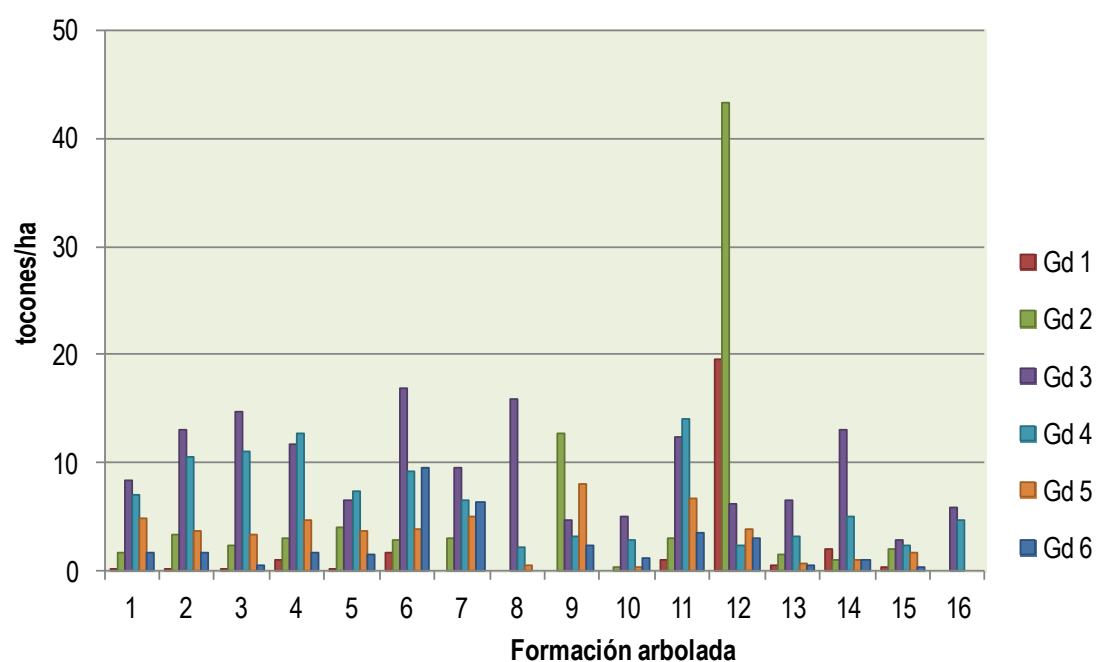
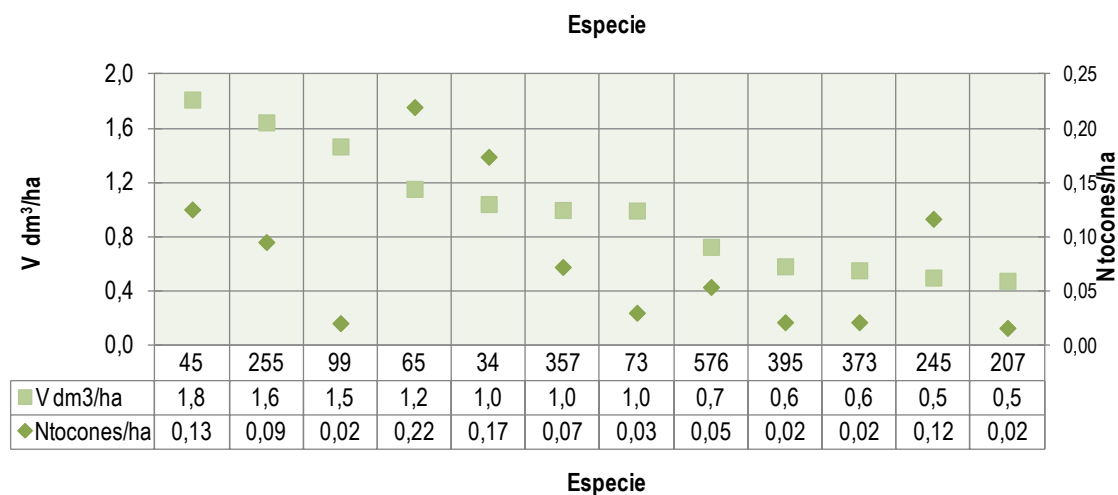
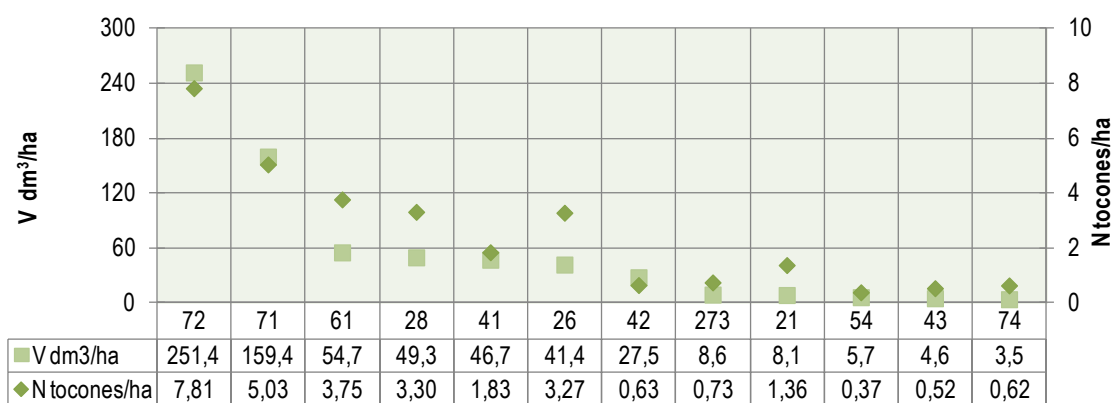


Figura 3.5.20. Número de tocones por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

En el caso de los tocones las principales especies, en términos volumétricos (casi el 61% del volumen total) son, en orden decreciente, castaño (código 72) y haya (código 71). Al considerar el número de tocones, las mismas especies concentran el 42% del total (Tabla 3.5.20 y Figura 3.5.21).

Tabla 3.5.20. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de tocones (Pn) por especie

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	37,2	25,6
<i>Fagus sylvatica</i>	23,6	16,5
<i>Eucalyptus globulus</i>	8,1	12,3
<i>Pinus radiata</i>	7,3	10,8
<i>Quercus robur</i>	6,9	6,0
<i>Pinus pinaster</i>	6,1	10,7
<i>Quercus petraea</i>	4,1	2,1
<i>Betula alba</i>	1,3	2,4
<i>Pinus sylvestris</i>	1,2	4,5
Resto (32 especies)	4,2	9,0



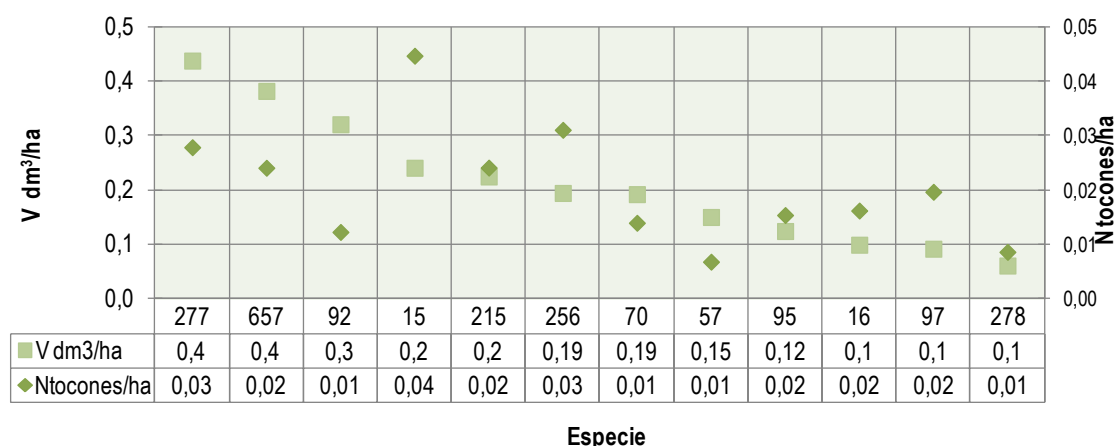


Figura 3.5.21. Volumen y número de tocones por hectárea por especie.

En la Tabla 3.5.21 se exponen los volúmenes de tocones procedentes de brotes de cepa, el número estimado por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.22 y 3.5.23 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.24 aparecen los volúmenes y número de tocones procedentes de brotes de cepa por especie.

Al igual que en el caso de los tocones, al momento de suministrar información sobre los tocones procedentes de brotes de cepa, en los casos que es posible, el total se desagrega por origen del tocón, considerándose las mismas posibilidades: cortado por el hombre (h) y otro origen (o).

Tabla 3.5.21. Valores del número de tocones procedentes de brotes de cepa por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, el volumen de madera (V) en m³/ha y desviación típica del V (S_V) en m³/ha.

FAP	N	S_N	V	S_V	FAP	N	S_N	V	S_V
1	2,16	12,22	0,10	0,65	9	---	---	---	---
2	3,85	12,85	0,13	0,57	10	0,64	4,27	0,00	0,02
3	0,85	4,92	0,05	0,28	11	6,43	24,02	0,16	0,59
4	6,20	19,41	0,13	0,56	12	---	---	---	---
5	0,60	5,36	0,01	0,04	13	0,57	4,93	0,01	0,05
6	0,26	1,90	0,01	0,09	14	3,03	11,34	0,02	0,09
7	---	---	---	---	15	0,71	0,72	0,01	0,01
8	---	---	---	---	16	---	---	---	---

En el caso de los tocones procedentes de brotes de cepa, al considerar la superficie de las formaciones arboladas, se observa que los castañares, el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica y los eucaliptales (FAP 2, 1 y 4, respectivamente) concentran la mayor proporción (83%) del volumen de total de madera muerta de esta categoría.

En relación a los grados de descomposición, el grado 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y el grado de descomposición 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) son los más importantes en términos volumétricos, concentrando casi el 79% del volumen total y el 75% del número de tocones procedentes de brotes de cepas (Tabla 3.5.22). Lo que implica que gran parte de esta clase de madera muerta se encuentra en una fase intermedia de descomposición.

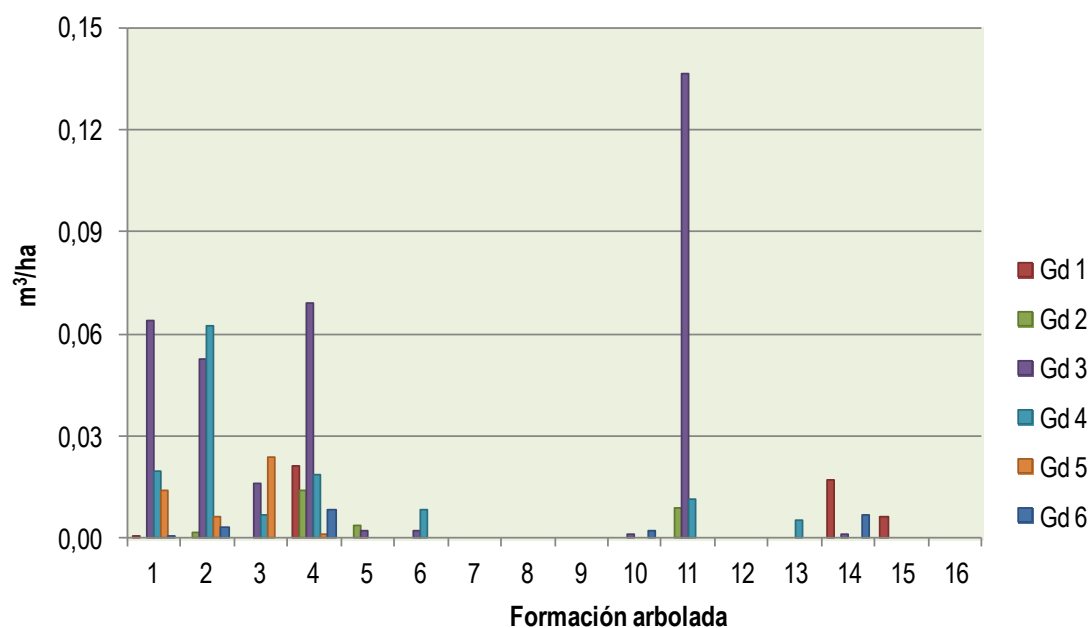


Figura 3.5.22. Volumen de madera muerta de tocones procedentes de brotes de cepa por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

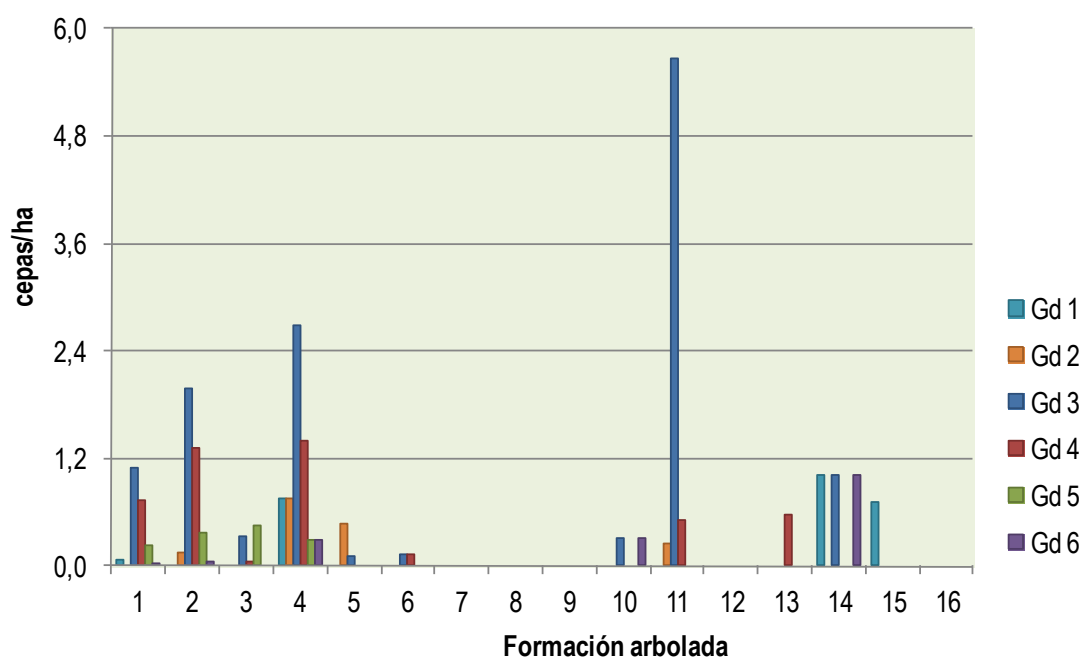


Figura 3.5.23. Número de tocones procedentes de brotes de cepa por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

Tabla 3.5.22. . Porcentaje del volumen total de tocones procedente de brotes de cepa (Pv): (t): total, (h): con origen en cortas realizadas por el hombre, (o): con otro origen y porcentaje del número de tocones procedente de brotes de cepa (Pn) por grado de descomposición.

GD	Pv(t)	Pv(h)	Pv(o)	Pn
1	4,4	4,4	0,0	5,5
2	3,5	3,5	0,0	6,9
3	51,8	42,1	9,7	49,1
4	26,8	16,8	10,0	25,9
5	10,8	4,3	6,5	9,4
6	2,6	0,6	2,0	3,1

Las principales especies identificadas en esta categoría de madera muerta son castaño (código 72) y eucalipto globulus (código 61) concentrando ambas el 80% del número total de cepas.

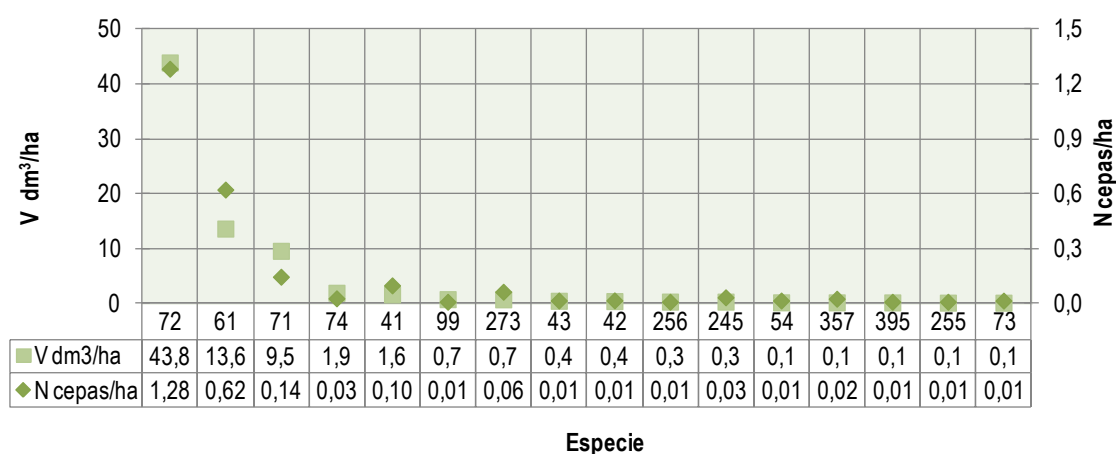


Figura 3.5.24. Número de tocones por hectárea procedentes de brotes de cepa por especie.

Tabla 3.5.23. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de tocones procedentes de brotes de cepa (Pn) por especie

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	59,6	54,1
<i>Eucalyptus globulus</i>	18,4	26,2
<i>Fagus sylvatica</i>	12,9	6,1
<i>Corylus avellana</i>	2,5	1,1
<i>Quercus robur</i>	2,1	4,1
Resto (11 especies)	4,3	8,4

3.5.7. Acumulaciones

En la Tabla 3.5.24 se exponen los volúmenes y el número de acumulaciones por hectárea y su desviación típica para cada formación arbolada. En las Figuras 3.5.25 y 3.5.26 se muestran los resultados en función de su grado de descomposición. En la Figura 3.5.27 se presenta los volúmenes y número de acumulaciones por hectárea por especie. De las acumulaciones totales (t) se consideran extraíbles (s) un 15% y no extraíbles (n) el 85% restante.

En Asturias la madera muerta acumulaciones representa el 0,1% de la totalidad de madera muerta (Tabla 3.5.2).

Considerando las superficies de las formaciones arboladas, se tiene, que el bosque mixto de frondosas autóctonas en región biogeográfica atlántica, los castañares y los robledales de *Q. robur* y/o *Q. petraea* (FAP 1, 2 y 5) presentan las mayores existencias (40%, 22% y 10%, respectivamente) del volumen total de acumulaciones. Por el contrario, el bosque ribereño (FAP 13) presentan las menores existencias (1,5%).

Tabla 3.5.24. Acumulaciones. Valores del número de pies por hectárea (N), desviación típica de N (S_N) en pies/ha, el volumen de madera (V) en m³/ha y desviación típica del V (S_V) en m³/ha.

FAP	N	S _N	V	S _V	FAP	N	S _N	V	S _V
1	0,53	3,46	0,02	0,19	9	1,41	5,70	0,02	0,09
2	0,42	2,91	0,01	0,08	10	-----	-----	-----	-----
3	-----	-----	-----	-----	11	0,26	1,91	0,01	0,05
4	0,12	1,28	0,00	0,02	12	-----	-----	-----	-----
5	0,96	6,33	0,01	0,10	13	0,38	2,31	0,01	0,06
6	0,39	4,05	0,02	0,18	14	-----	-----	-----	-----
7	0,58	4,97	0,00	0,04	15	1,06	1,07	0,06	0,06
8	-----	-----	-----	-----	16	-----	-----	-----	-----

Respecto a la estimación del grado de descomposición, los grados 3 (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y 2 (corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas) representan en conjunto casi el 72% del volumen y el 67% del número de acumulaciones. Es decir, gran parte de las acumulaciones se encuentra en un estado inicial de descomposición (Tabla 3.5.25).

Tabla 3.5.25. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de acumulaciones (Pn) por grado de descomposición. (t): total; (s): acumulaciones extraíble; (n): acumulaciones no extraíbles

GD	Pv(t)	Pv(s)	Pv(n)	Pn(t)	Pn(s)	Pn(n)
1	11,6	1,0	10,7	15,0	1,9	13,2
2	34,6	7,2	27,3	32,2	8,7	23,4
3	37,3	4,7	32,6	35,0	2,3	32,7
4	3,6	0,0	3,6	7,8	0,0	7,8
5	1,6	0,0	1,6	1,9	0,0	1,9
6	9,4	0,0	9,4	6,0	0,0	6,0
9	1,9	1,9	0,0	2,1	2,1	0,0

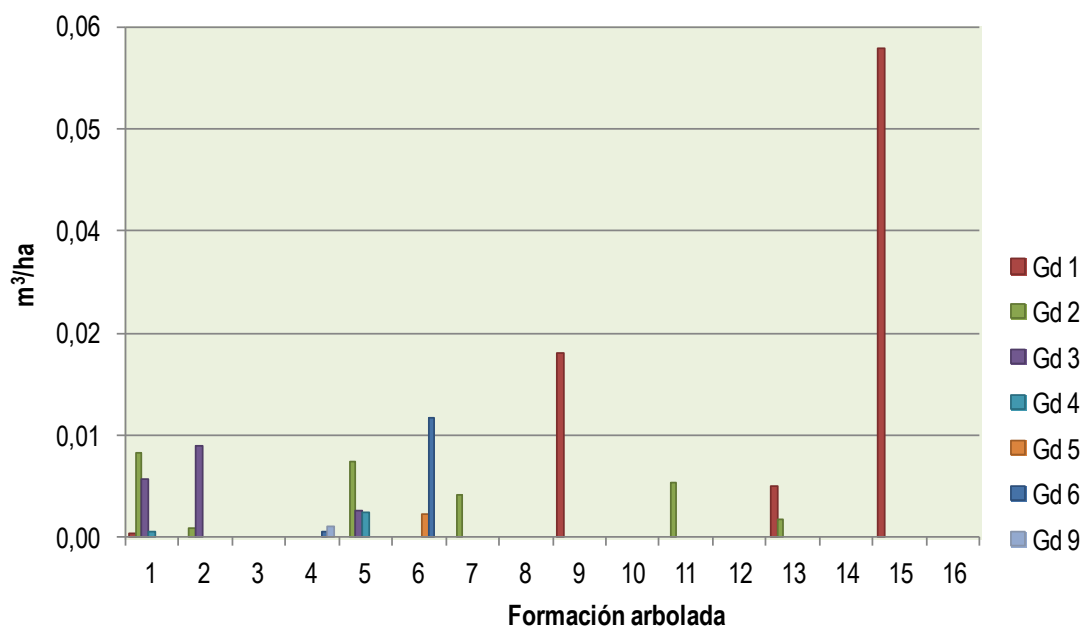


Figura 3.5.25. Volumen de acumulaciones por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

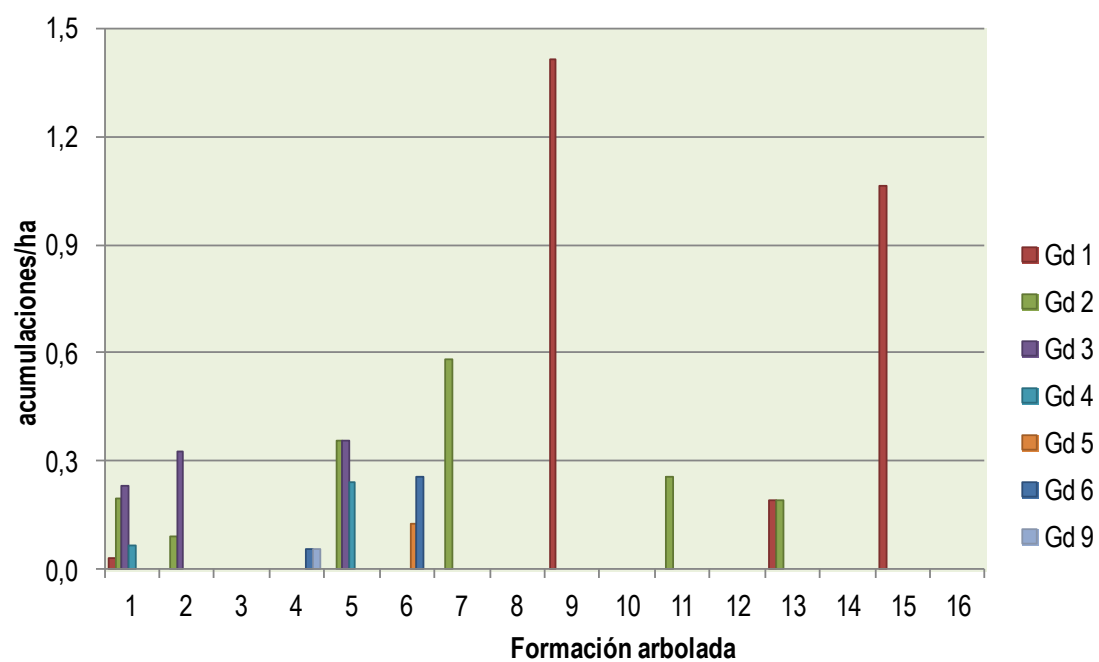


Figura 3.5.26. Número de acumulaciones por hectárea, según grado de descomposición por formación arbolada.

En el caso de las acumulaciones las principales especies en términos volumétricos (concentrando casi el 68% del volumen de acumulaciones), son en orden decreciente, castaño (código 72), pino radiata (código 28) y haya (código 71). Al considerar el número de acumulaciones por especie, las situación varía levemente, ya que en lugar del haya se presenta pino pinaster, así estas especies concentran el 57% del número total de acumulaciones (Tabla 3.5.26 y Figura 3.5.27).

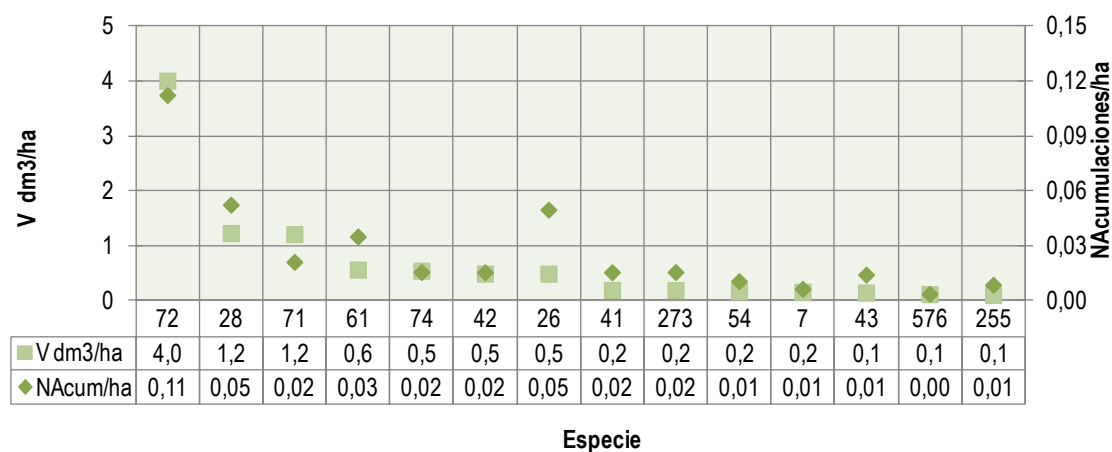


Figura 3.5.27. Volumen y número de acumulaciones por hectárea por especie.

Tabla. 3.5.26. Porcentaje de volumen (Pv) y porcentaje del número de acumulaciones (Pn) por especie.

Especie	Pv (%)	Pn (%)
<i>Castanea sativa</i>	42,1	30,1
<i>Pinus radiata</i>	12,9	14,0
<i>Fagus sylvatica</i>	12,7	5,6
<i>Eucalyptus globulus</i>	5,9	9,3
<i>Corylus avellana</i>	5,6	4,1
<i>Quercus petraea</i>	5,1	4,1
<i>Pinus pinaster</i>	5,1	13,3
<i>Quercus robur</i>	1,9	4,1
<i>Betula alba</i>	1,9	4,1
<i>Alnus glutinosa</i>	1,7	2,8
<i>Acacia spp.</i>	1,6	1,6
<i>Quercus pyrenaica</i>	1,4	3,7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,1	0,9
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,0	2,3

Generalmente estas acumulaciones provienen de restos de cortas que en muchas ocasiones son retirados en un plazo de tiempo medio (meses) por lo que aunque deben considerarse en este estudio, en la mayor parte de las veces, al menos en los sitios más accesibles, pueden ser retiradas del monte.

3.6. Tipificación arbustiva

3.6.1. Composición arbustiva de las formaciones forestales

A. Riqueza de especies arbustiva

Tanto si nos fijamos en los valores de riqueza total de matorral en el principado, como si tenemos en cuenta la superficie de cada formación en los resultados de densidad (Tabla 3.6.1), las formaciones arboladas como los bosques mixtos de frondosas, los robledales y las avellanadas son los que reflejan una mayor diversidad de especies de matorral en sus sotobosques (FAP 1, 5 y 15). Mientras que los que reflejan una menor riqueza de especies son los pinares de pino albar y las plantaciones con especies de producción en mezcla (FAP 12 y 9).

Tabla 3.6.1. Riqueza y número de especies por hectárea (densidad media por formación arbolada provincial (FAP).

FAP	Riqueza	Densidad	FAP	Riqueza	Densidad
1	49,00	9,85	9	19,00	4,62
2	40,00	8,15	10	28,00	6,78
3	33,00	6,83	11	24,00	5,95
4	33,00	6,90	12	17,00	4,36
5	38,00	8,53	13	33,00	8,46
6	30,00	6,81	14	25,00	6,82
7	24,00	5,51	15	33,00	9,86
8	32,00	8,03	16	20,00	6,38

B. Tipificación arbustiva del sotobosque de las formaciones arboladas de Asturias

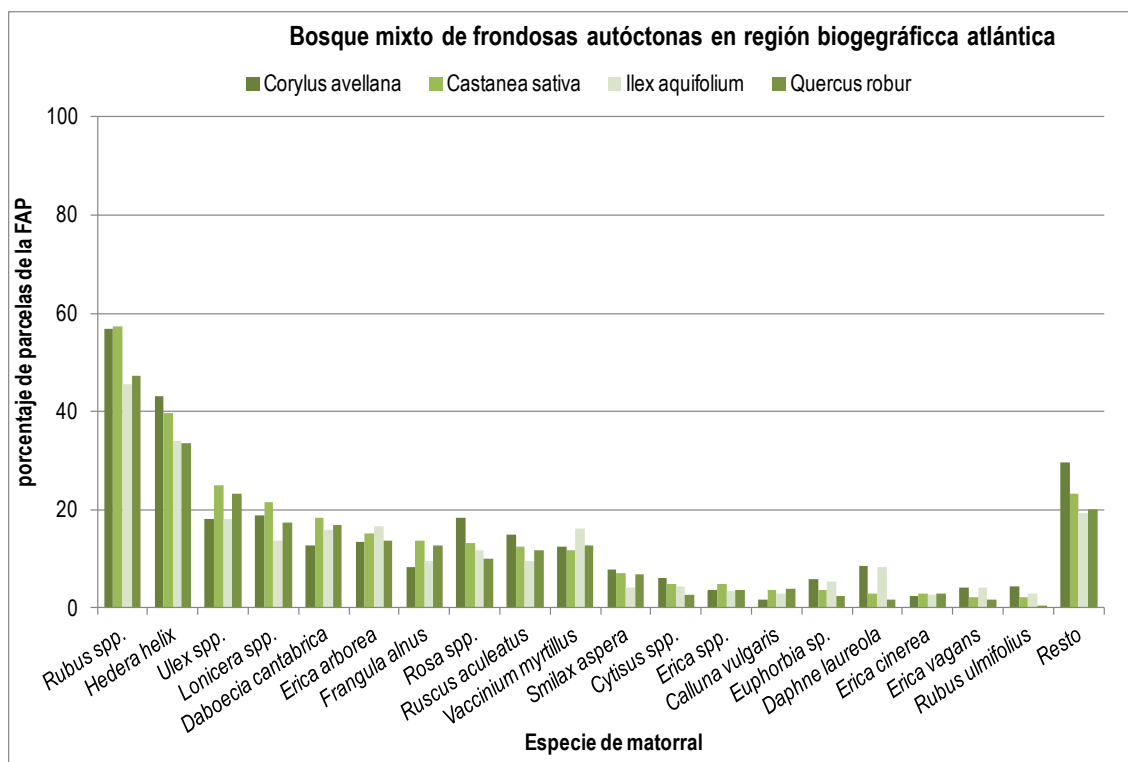
Las figuras siguientes muestran claramente que las formaciones arboladas caracterizadas por la presencia de una o dos especies dominantes como es el caso de los hayedos, los robledales, melojares, pinares de pino albar, abedulares, encinares y acebedas (FAP 3, 5, 8, 12, 10, 14 y 16), presentan una menor riqueza de especies.

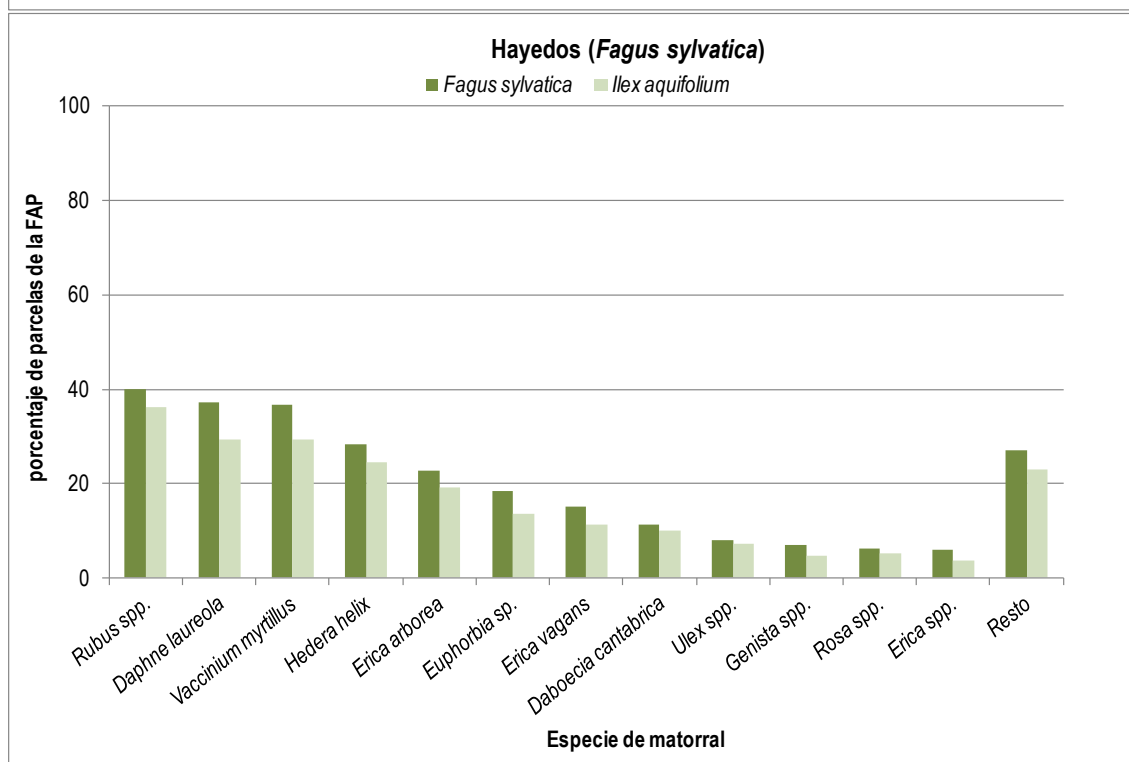
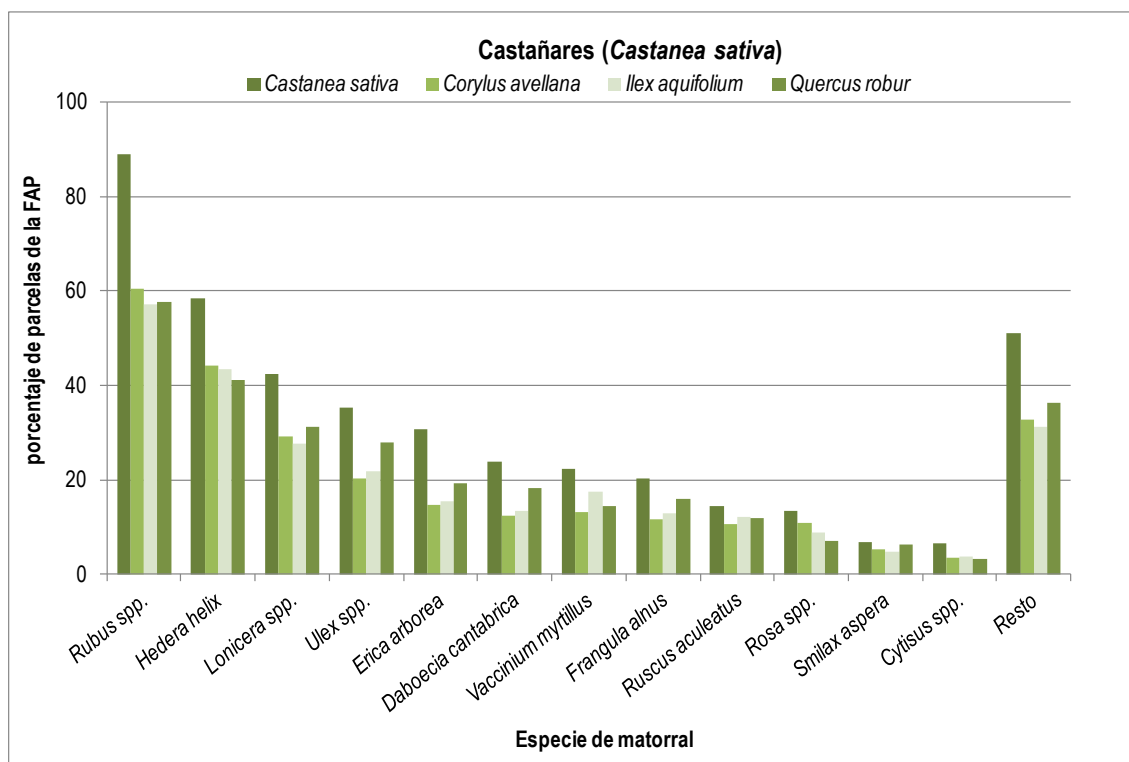
También se observa que algunas formaciones presentan una mayor presencia de sotobosque de matorral, existiendo asociación con algunas de las especies arbóreas dominantes. Así vemos que formaciones como cierto carácter sub-mediterráneo como melojares y castañares (FAP 2 y 8) presentan matorral en un alto porcentaje de parcelas, junto con formaciones de origen antrópico como plantaciones de eucaliptos, de pino radiata, pino marítimo (FAP 4, 6 y 7) y sus mezclas (FAP 9 y 11).

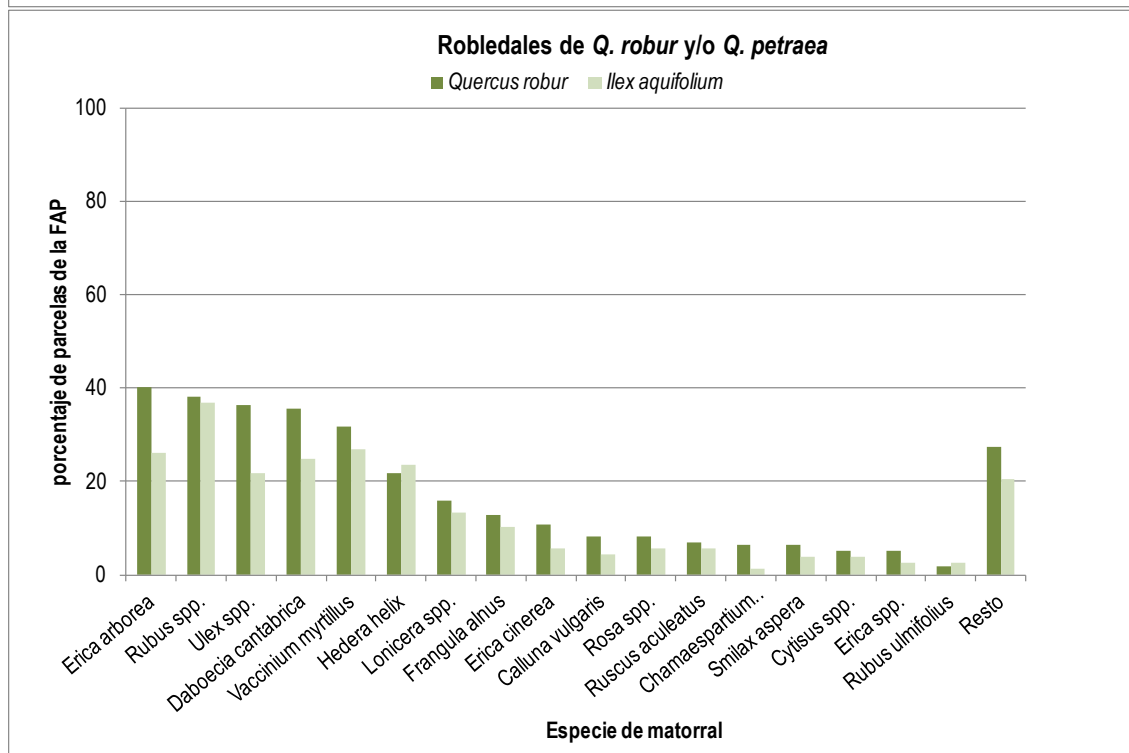
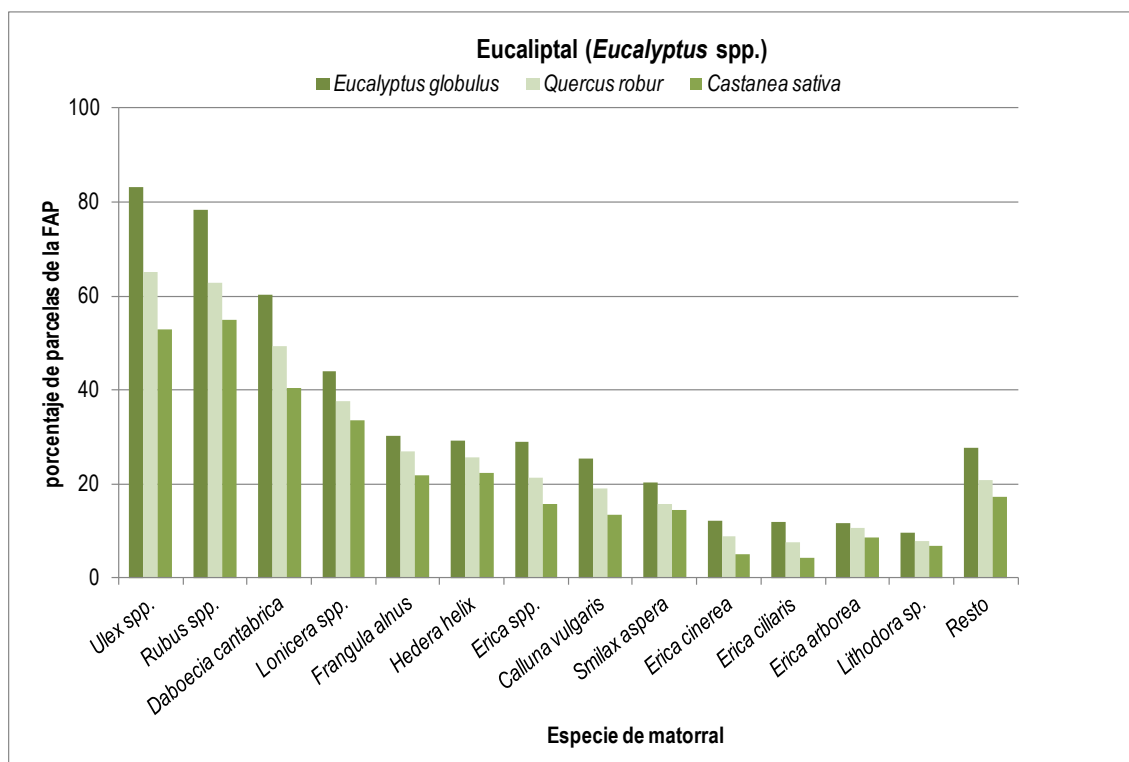
A partir de las figuras se pueden observar varios tipos de sotobosque de matorral bien diferenciados en las heterogéneas formaciones del principado. Algunos de los taxones más abundantes en las formaciones de mayor influencia atlántica pertenecen al género *Rubus* y *Hedera* (zarzamoras y hiedras). Junto con otros géneros como *Rosa* y *Ulex*, son las especies dominantes en los bosques mixtos de frondosas atlánticas, robledales o bosques ribereños (FAP 1, 5 y 13). En los castañares, en cambio, junto con estos taxones aparece cierta dominancia de madreselvas (*Lonicera* spp.).

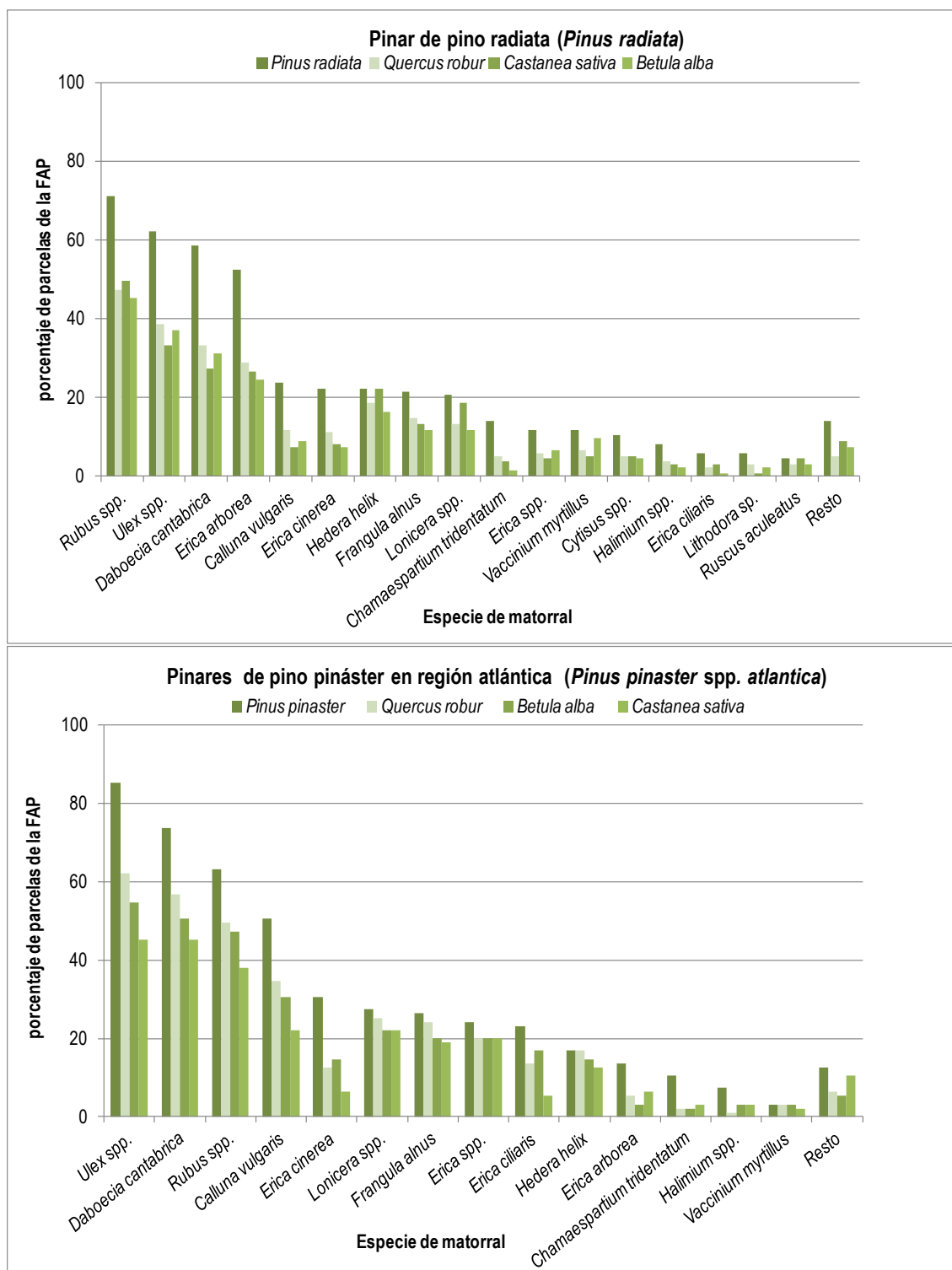
En las formaciones de origen antrópico como pinares de pino marítimo y eucaliptales, las especies con mayor dominancia son sin duda los tojos (*Ulex spp.*), a quien se le suma en importancia el género *Rubus* en los pinares de pino radiata.

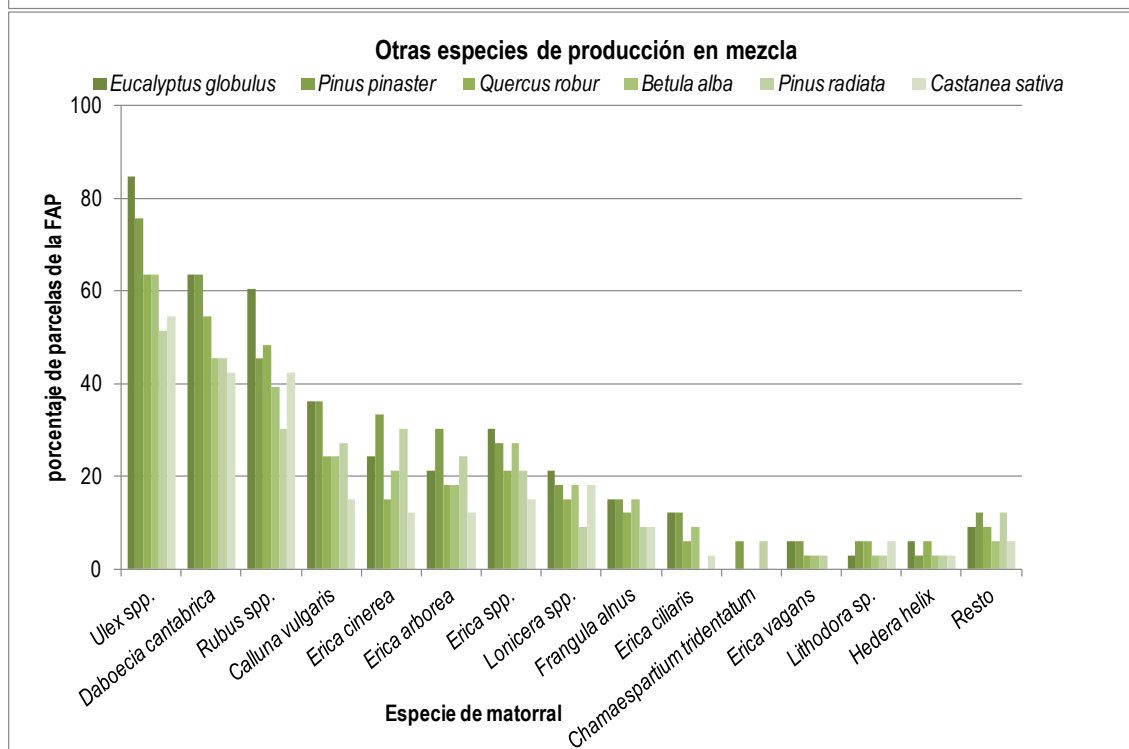
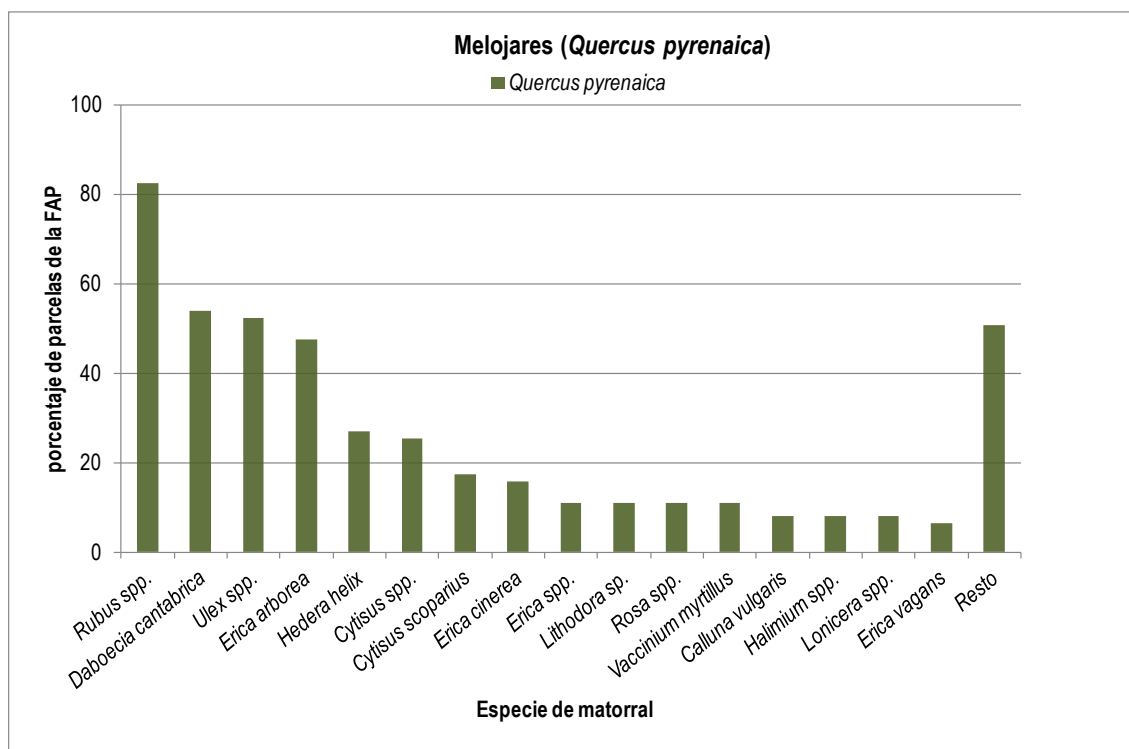
Hay otras formaciones que parecen tener asociado específicamente algunas especies de matorral, como es el caso de la especie *Erica arborea*, dominante en el sotobosque de los robledales (FAP 5), y que cuenta con mucha menor presencia en el resto de formaciones; o la brezina (*Calluna vulgaris*) y las escobas (*Cytisus spp.*) con mayor dominancia en las formaciones montanas dominadas por el abedul (FAP 10). El caso más extremo ocurre en los encinares, que cuenta con una composición florística de matorral muy bien diferenciada con el resto de formaciones más atlánticas del principado. Estos taxones tienen un marcado carácter mediterráneo. Dominan la zarzaparrilla (*Smilax aspera*), el aladierno (*Rhamnus alaternus*) o el rusco (*Ruscus aculeatus*).

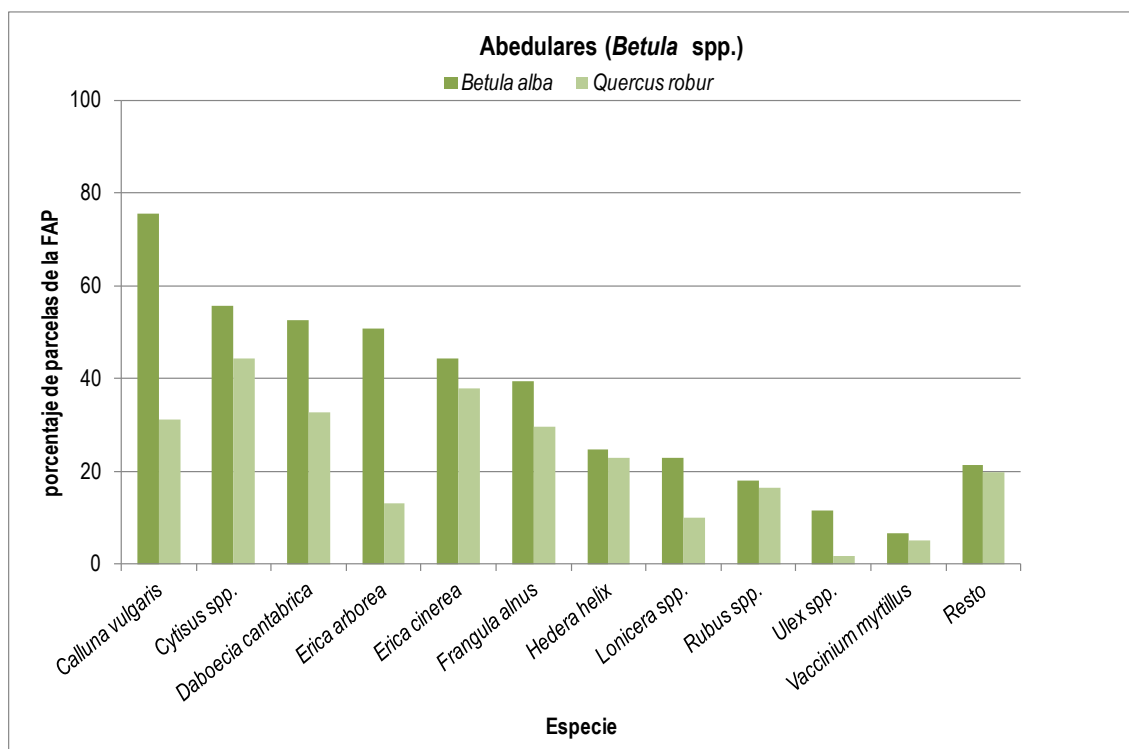


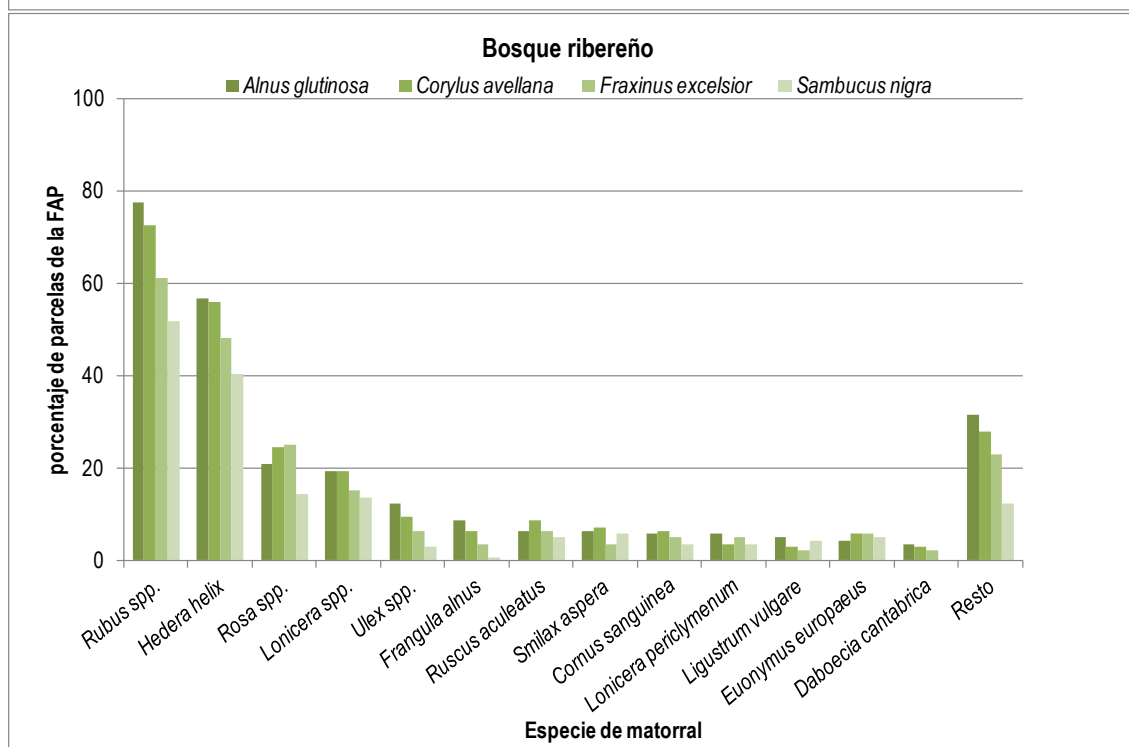
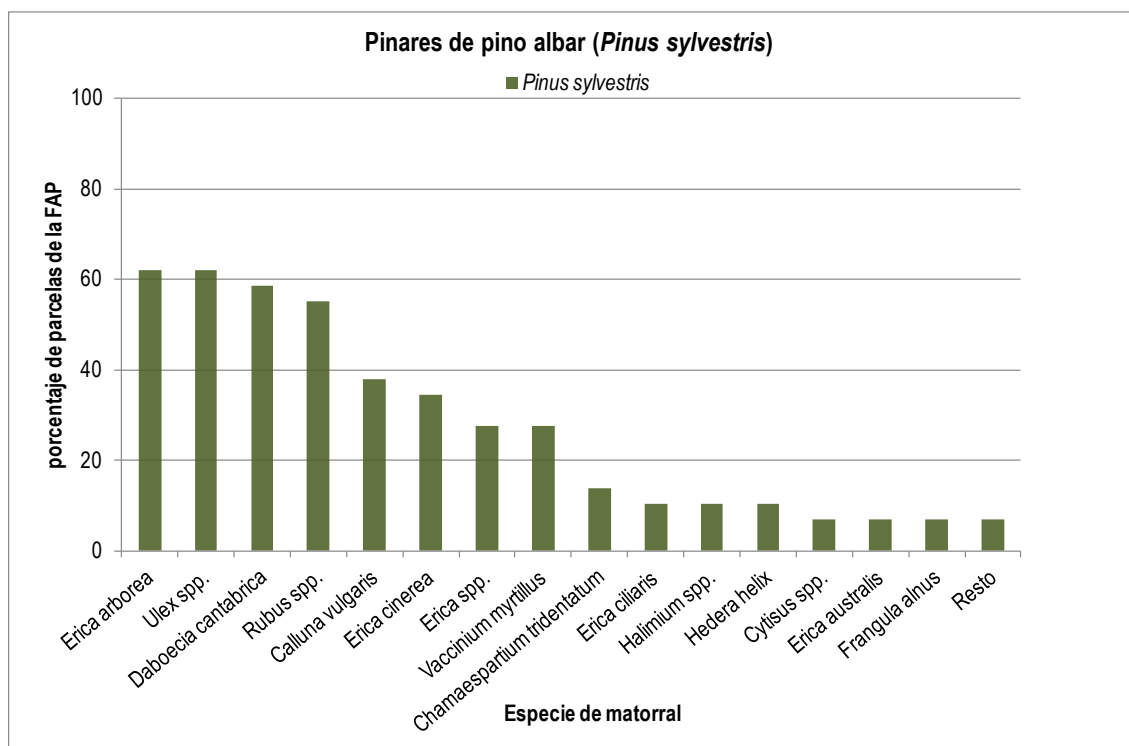


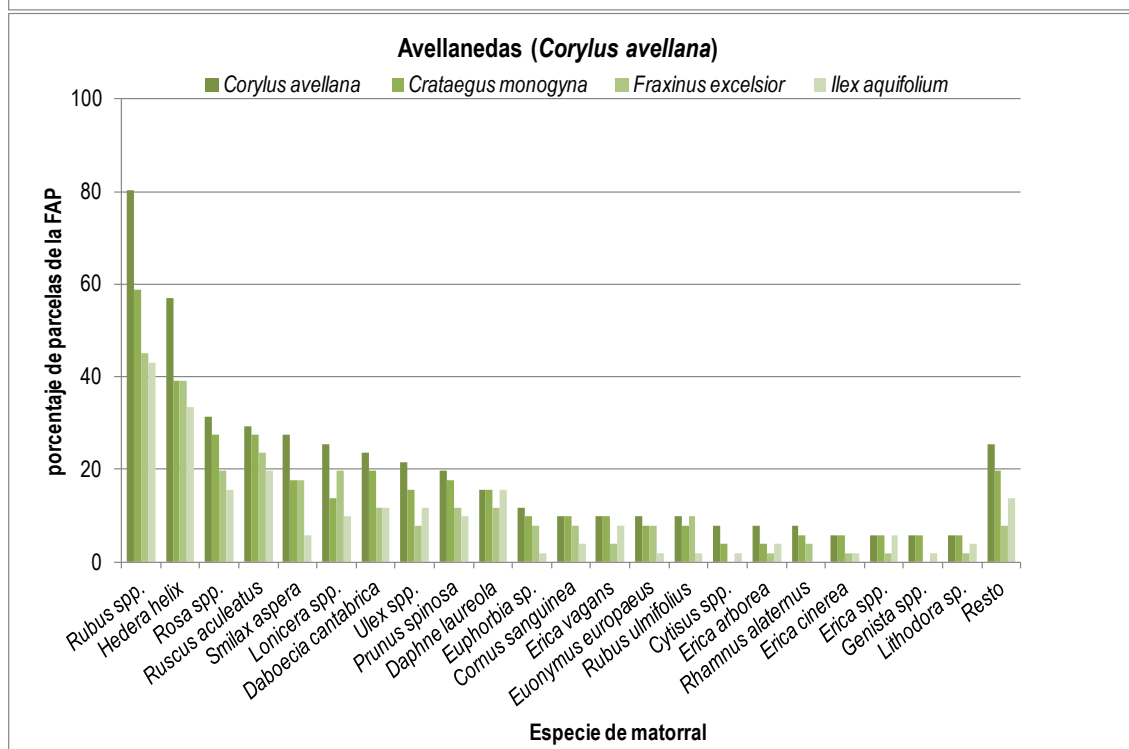
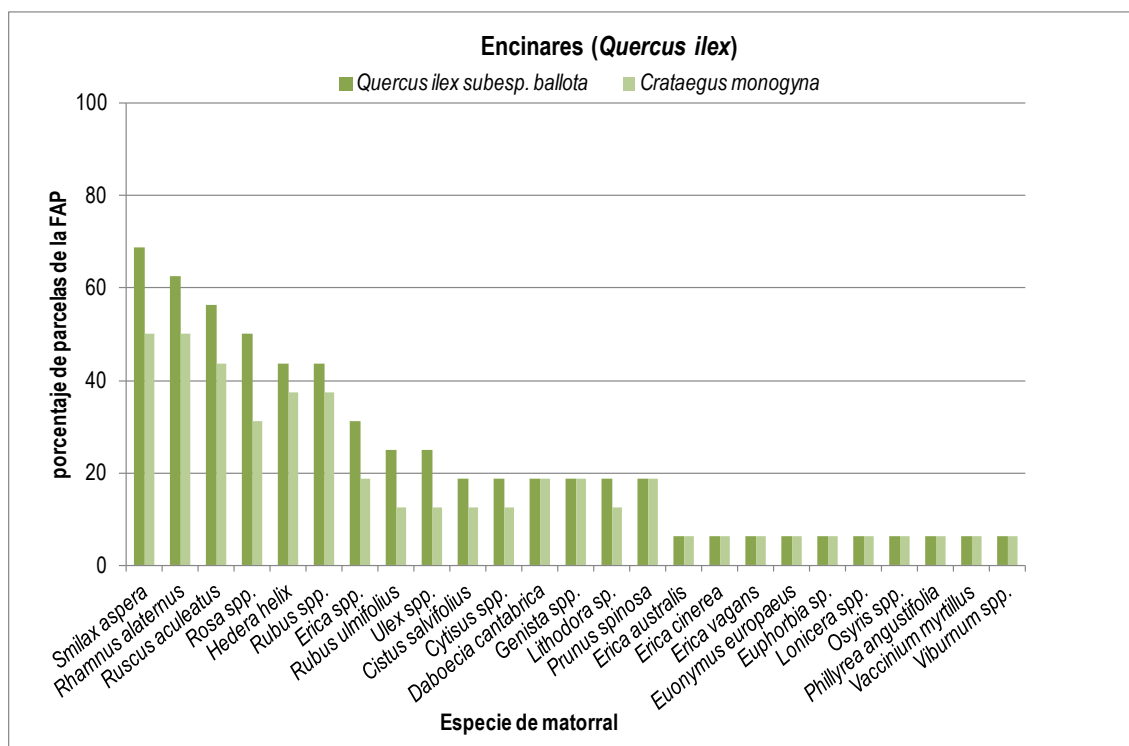












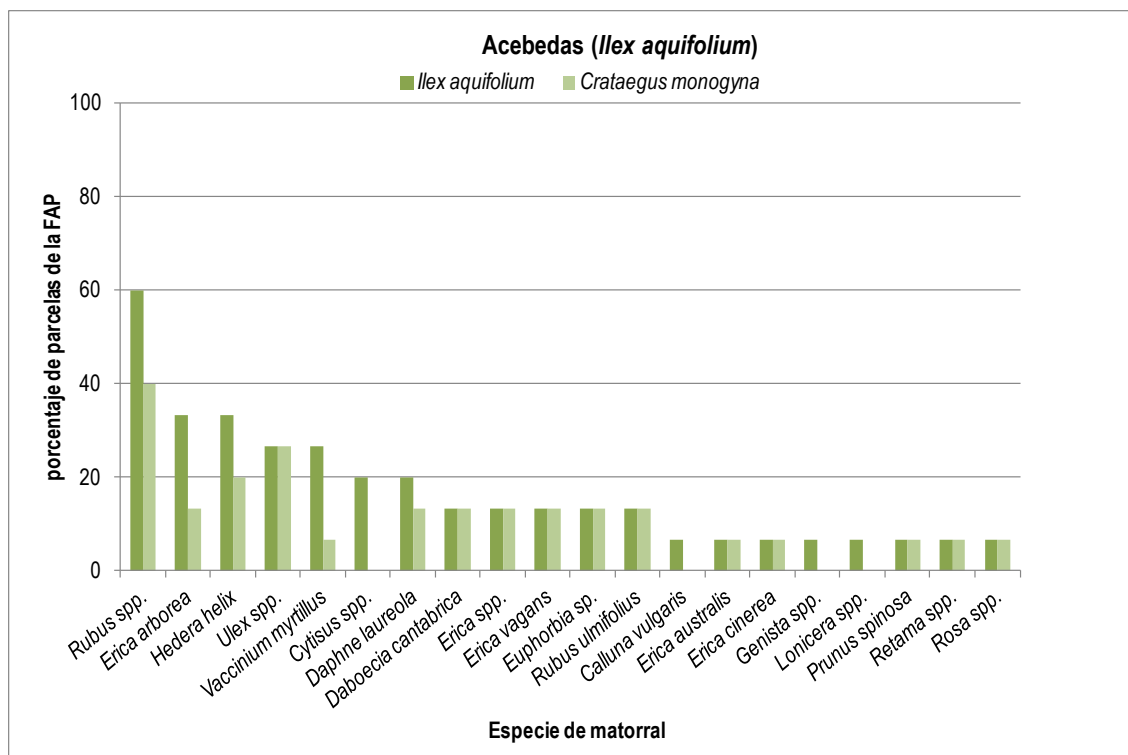


Figura 3.6.1. Tipificación del estrato de matorral con las especies arbóreas dominantes de la formación (presencia > 50%).

3.6.2. Estructura arbustiva de las formaciones forestales

3.6.2.1. Estructura horizontal

A. Fracción de cabida cubierta del matorral respecto de la superficie muestreada

Se ofrecen los resultados de la Fcc del matorral respecto del total de la superficie muestreada y su distribución en clases de Fcc, debiéndose considerar especialmente el porcentaje de superficie de matorral en cada formación arbolada y el porcentaje de solape arbustivo (Fcc > 100) existente (ver Tabla 3.6.2.).

Tabla 3.6.2 Porcentaje de diferentes Fcc de matorral (0-9, 10-39, 40-69, ≥70, ≥100) y la superficie en los diferentes estratos definidos en Asturias.

FAP	Fcc arbustiva (%)					Superficie con matorral (%)
	0 - 9	10 - 39	40 - 69	≥ 70	≥100	
1	9,36	34,10	26,15	19,79	10,60	52,54
2	8,77	44,66	24,11	16,16	6,30	44,06
3	36,63	38,28	13,20	8,25	3,63	26,52
4	1,32	19,74	21,38	29,93	27,63	76,32
5	4,46	33,12	20,38	19,75	22,29	63,24
6	8,15	24,44	26,67	22,22	18,52	63,68
7	5,26	26,32	18,95	29,47	20,00	66,15

Tabla 3.6.2 Porcentaje de diferentes Fcc de matorral (0-9, 10-39, 40-69, ≥ 70 , ≥ 100) y la superficie en los diferentes estratos definidos en Asturias.

FAP	Fcc arbustiva (%)					Superficie con matorral (%)
	0 - 9	10 - 39	40 - 69	≥ 70	≥ 100	
8	3,17	38,10	25,40	15,87	17,46	59,40
9	0,00	30,30	18,18	18,18	33,33	70,64
10	3,28	27,87	21,31	27,87	19,67	67,44
11	8,82	22,06	32,35	19,12	17,65	60,69
12	17,24	34,48	24,14	17,24	6,90	46,34
13	10,07	41,73	19,42	18,71	10,07	45,65
14	0,00	31,25	31,25	31,25	6,25	57,00
15	5,88	29,41	31,37	19,61	13,73	54,98
16	13,33	33,33	33,33	13,33	6,67	46,73

Como se observa en la Tabla 3.6.2. el estrato arbustivo o de matorral tiene una representación variable en las diferentes formaciones arboladas de Asturias. Los porcentajes de Fcc de matorral que caracterizan la mayor parte de las formaciones arboladas del principado, comprende porcentajes de entre el 10-39 %, seguida de porcentajes de superficie de entre 40-69 %. Los porcentajes de Fcc menos frecuentes son los comprendidos entre 0-9 %, salvo en el caso de formaciones arboladas caracterizadas por una escasa presencia de matorral como son las de hayedos (FAP 3). Junto con los hayedos, otras formaciones arboladas muy umbrosas como castañares, acebedas o riberas arboladas (FAP 2, 16, 13) también presentan los menores porcentajes de Fcc de matorral.

Las formaciones que presentan una mayor superficie con matorral se tratan de eucaliptales, abedulares, pinares de pino marítimo o robledales (FAP 4, 10, 7, 5), aunque son en formaciones como plantaciones con especies en mezcla, eucaliptales y robledales (FAP 9, 4 y 5) donde se producen solapamientos de cobertura por el matorral. Aunque la cobertura en estas formaciones es mayor que en otras, la riqueza no tiene por qué serlo. Entre estas formaciones que presentan tan altas cobertura de matorral, sólo en los robledales la riqueza de especies asociada es alta en comparación al resto de formaciones arboladas del principado.

3.6.2.2. Estructura combinada vertical y horizontal de matorral

A. Índice de Importancia de matorral (IVI)

Para el cálculo del índice de importancia de matorral para cada especie o taxon en cada formación, se han considerado tres sumandos: el grado de presencia de las especies arbustivas en las parcelas, la fracción de cabida cubierta respecto al total de la superficie ocupada por el matorral, y la relación media entre la Fcc de cada especie de matorral y su altura (volumen aparente) (Tabla 3.6.2.).

El análisis del índice de importancia permite analizar dominancias de especies y caracterizar el sotobosque de cada formación arbolada. Analizando la Tabla 3.6.2 observamos como en la mayor parte de las formaciones arboladas del principado existen una o dos especies que dominan sobre el resto, siendo la máxima expresión de este caso la ribera arbolada (FAP 13) donde el género *Rubus* presenta un IVI de más del 200. En otros casos como en el hayedo (FAP

3), donde la presencia y el porcentaje de superficie de especies de sotobosques son escasos, la especie de mayor dominancia, el arándano, no llega ni al 100 % de IVI.

Hay dos géneros que parecen ejercer una fuerte dominancia por la luz y el espacio en muchas de las formaciones arboladas del principado. Por ejemplo, las especies del género *Rubus*, tienen valores muy altos de IVI en castañares, bosques mixtos de frondosas alóctonas y autóctonas y avellanedas, además de las riberas (FAP 2, 11 y 15). Mientras que el género de los tojos (*Ulex*) ejercen una gran dominancia sobre el resto de especies de matorral en los pinares de pino marítimo y en las plantaciones de especies de producción en mezcla (FAP 7 y 9).

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
1	<i>Rubus spp.</i>	79,68	34,72	33,89	148,30	2	<i>Rubus spp.</i>	89,04	45,86	44,62	179,52
	<i>Hedera helix</i>	55,83	11,74	7,34	74,91		<i>Hedera helix</i>	58,36	12,43	3,48	74,26
	<i>Erica arborea</i>	28,09	9,97	15,41	53,47		<i>Ulex spp.</i>	35,34	7,40	10,29	53,03
	<i>Ulex spp.</i>	33,22	7,91	9,66	50,78		<i>Lonicera spp.</i>	42,47	4,69	3,22	50,37
	<i>Daboecia cantabrica</i>	25,44	3,70	1,15	30,29		<i>Erica arborea</i>	30,68	5,88	10,51	47,08
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	22,08	5,91	1,66	29,66		<i>Vaccinium myrtillus</i>	22,19	4,48	1,42	28,10
	<i>Lonicera spp.</i>	25,44	2,04	1,59	29,07		<i>Daboecia cantabrica</i>	23,84	2,66	0,97	27,47
	<i>Rosa spp.</i>	20,32	1,82	2,21	24,35		<i>Frangula alnus</i>	20,27	2,34	4,77	27,39
	<i>Frangula alnus</i>	15,19	1,67	3,10	19,97		<i>Ruscus aculeatus</i>	14,52	1,60	0,84	16,96
	<i>Ruscus aculeatus</i>	16,61	2,19	1,08	19,88		<i>Rosa spp.</i>	13,42	1,31	1,80	16,53
	<i>Smilax aspera</i>	8,66	2,64	6,71	18,00		<i>Smilax aspera</i>	6,85	2,37	5,81	15,03
	<i>Cytisus spp.</i>	10,07	1,93	3,16	15,15		<i>Cytisus spp.</i>	6,58	1,03	2,01	9,61
	<i>Daphne laureola</i>	9,54	0,85	0,41	10,80		<i>Erica australis</i>	2,74	1,22	3,30	7,26
	<i>Erica vagans</i>	5,65	1,55	0,57	7,77		<i>Rubus ulmifolius</i>	2,19	1,82	1,70	5,70
	<i>Calluna vulgaris</i>	6,01	0,90	0,41	7,32		<i>Cornus sanguinea</i>	4,66	0,44	0,39	5,48
	<i>Rubus ulmifolius</i>	5,12	1,23	0,91	7,26		<i>Erica spp.</i>	4,38	0,70	0,31	5,40
	<i>Erica spp.</i>	6,01	0,75	0,28	7,03		<i>Calluna vulgaris</i>	4,66	0,35	0,20	5,20
	<i>Euphorbia sp.</i>	6,54	0,32	0,09	6,94		<i>Erica cinerea</i>	4,66	0,34	0,16	5,15
	<i>Erica cinerea</i>	5,30	0,83	0,35	6,48						
	<i>Prunus spinosa</i>	3,36	0,86	1,58	5,80						
	<i>Cornus sanguinea</i>	4,77	0,47	0,53	5,77						
	<i>Lonicera periclymenum</i>	4,06	0,88	0,78	5,73						
1	<i>Genista spp.</i>	2,65	1,24	1,12	5,01	2					
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	36,63	23,11	9,71	69,45		<i>Ulex spp.</i>	83,55	30,80	38,98	153,34
	<i>Erica arborea</i>	22,77	13,69	28,49	64,95	4	<i>Rubus spp.</i>	78,62	35,08	36,91	150,61

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
3	<i>Rubus spp.</i>	39,93	13,01	11,50	64,45		<i>Daboecia cantabrica</i>	60,53	7,25	2,45	70,23
	<i>Daphne laureola</i>	37,29	7,52	5,27	50,08		<i>Lonicera spp.</i>	44,08	3,08	2,52	49,68
	<i>Hedera helix</i>	28,38	7,98	2,70	39,06		<i>Erica spp.</i>	28,95	4,71	2,09	35,74
	<i>Erica vagans</i>	15,18	8,50	6,33	30,01		<i>Frangula alnus</i>	30,26	2,02	3,45	35,73
	<i>Euphorbia sp.</i>	18,48	3,07	1,14	22,70		<i>Hedera helix</i>	29,61	2,91	1,07	33,59
	<i>Cytisus spp.</i>	2,97	2,75	12,57	18,29		<i>Calluna vulgaris</i>	25,66	3,22	1,40	30,28
	<i>Ulex spp.</i>	7,92	4,39	4,62	16,93		<i>Smilax aspera</i>	20,39	3,42	4,77	28,59
	<i>Genista spp.</i>	6,93	3,63	6,22	16,78		<i>Erica arborea</i>	11,84	1,75	2,60	16,18
	<i>Daboecia cantabrica</i>	11,22	2,05	0,77	14,05		<i>Erica ciliaris</i>	12,17	1,53	0,44	14,14
	<i>Erica spp.</i>	5,94	4,04	2,39	12,37		<i>Erica cinerea</i>	12,17	1,01	0,30	13,48
	<i>Rosa spp.</i>	6,27	0,60	0,97	7,84		<i>Lithodora sp.</i>	9,54	0,53	0,12	10,19
	<i>Rubus ulmifolius</i>	2,97	1,16	1,42	5,54						
	<i>Calluna vulgaris</i>	3,30	1,28	0,56	5,14						
	<i>Lonicera spp.</i>	3,96	0,58	0,55	5,10						
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Erica arborea</i>	59,87	30,61	40,33	130,81		<i>Ulex spp.</i>	63,70	30,07	34,06	127,83
	<i>Rubus spp.</i>	54,78	14,72	11,50	81,00		<i>Rubus spp.</i>	74,07	19,08	20,68	113,83
	<i>Ulex spp.</i>	45,86	10,91	12,33	69,10		<i>Erica arborea</i>	53,33	16,37	24,75	94,45
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	50,96	10,68	5,47	67,10		<i>Daboecia cantabrica</i>	59,26	9,95	4,14	73,35
	<i>Daboecia cantabrica</i>	48,41	7,44	1,92	57,77		<i>Erica cinerea</i>	22,96	3,41	1,70	28,07
	<i>Hedera helix</i>	31,21	4,43	1,10	36,74		<i>Calluna vulgaris</i>	23,70	2,76	1,18	27,64
	<i>Frangula alnus</i>	15,92	2,00	5,53	23,46		<i>Hedera helix</i>	24,44	2,09	0,95	27,49
	<i>Lonicera spp.</i>	21,02	1,19	0,62	22,83		<i>Frangula alnus</i>	21,48	1,99	3,94	27,41
	<i>Erica cinerea</i>	14,01	3,55	2,43	19,99		<i>Lonicera spp.</i>	20,74	1,06	0,75	22,55
	<i>Smilax aspera</i>	7,01	3,17	8,85	19,03		<i>Chamaespartium tridentatum</i>	14,07	2,43	1,19	17,69
5	<i>Calluna vulgaris</i>	9,55	2,33	1,91	13,80	6	<i>Erica spp.</i>	11,85	3,01	1,31	16,17

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
7	<i>Rosa spp.</i>	11,46	0,79	0,95	13,20	8	<i>Vaccinium myrtillus</i>	12,59	1,73	0,61	14,94
	<i>Cytisus spp.</i>	10,19	1,28	1,54	13,01		<i>Cytisus spp.</i>	11,11	1,62	1,96	14,69
	<i>Ruscus aculeatus</i>	9,55	0,59	0,22	10,37		<i>Halimium spp.</i>	8,15	0,43	0,12	8,70
	<i>Chamaespartium tridentatum</i>	7,64	1,11	0,50	9,25		<i>Erica ciliaris</i>	6,67	0,98	0,29	7,93
	<i>Rhamnus alaternus</i>	3,82	0,56	1,89	6,28		<i>Lithodora sp.</i>	6,67	0,30	0,07	7,04
	<i>Erica spp.</i>	5,10	0,67	0,48	6,25		<i>Ruscus aculeatus</i>	5,19	0,26	0,11	5,55
	<i>Rubus ulmifolius</i>	5,10	0,65	0,25	6,00						
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
7	<i>Ulex spp.</i>	85,26	31,48	46,52	163,26	8	<i>Rubus spp.</i>	82,54	29,64	19,11	131,28
	<i>Daboecia cantabrica</i>	74,74	11,25	3,81	89,80		<i>Erica arborea</i>	47,62	22,63	38,68	108,94
	<i>Rubus spp.</i>	66,32	12,54	10,80	89,65		<i>Ulex spp.</i>	52,38	14,14	19,69	86,21
	<i>Calluna vulgaris</i>	50,53	7,72	5,64	63,88		<i>Daboecia cantabrica</i>	53,97	6,73	2,11	62,81
	<i>Erica spp.</i>	25,26	8,31	7,50	41,07		<i>Cytisus spp.</i>	25,40	2,70	4,31	32,41
	<i>Lonicera spp.</i>	28,42	3,13	5,53	37,09		<i>Hedera helix</i>	26,98	2,49	0,36	29,83
	<i>Erica cinerea</i>	30,53	3,74	1,54	35,80		<i>Cytisus scoparius</i>	17,46	1,76	2,34	21,57
	<i>Frangula alnus</i>	26,32	2,15	4,15	32,61		<i>Erica cinerea</i>	15,87	2,65	0,98	19,50
	<i>Erica arborea</i>	14,74	7,29	9,05	31,07		<i>Erica spp.</i>	11,11	2,41	1,80	15,32
	<i>Erica ciliaris</i>	23,16	4,07	1,41	28,64		<i>Vaccinium myrtillus</i>	11,11	1,18	0,30	12,59
	<i>Hedera helix</i>	17,89	2,99	0,47	21,35		<i>Rosa spp.</i>	11,11	0,64	0,73	12,48
	<i>Chamaespartium tridentatum</i>	10,53	2,45	1,45	14,43		<i>Lithodora sp.</i>	11,11	0,32	0,07	11,50
	<i>Halimium spp.</i>	7,37	0,60	0,18	8,16		<i>Calluna vulgaris</i>	7,94	1,42	0,40	9,75
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	5,26	0,32	0,07	5,65		<i>Erica vagans</i>	6,35	1,39	1,72	9,45
							<i>Lonicera spp.</i>	7,94	0,35	0,11	8,39
							<i>Halimium spp.</i>	7,94	0,32	0,13	8,38

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
							<i>Cistus spp.</i>	4,76	1,34	2,22	8,32
							<i>Erica australis</i>	4,76	1,74	0,58	7,08
							<i>Prunus spinosa</i>	4,76	0,94	1,00	6,70
							<i>Ruscus aculeatus</i>	4,76	0,86	0,32	5,94
							<i>Chamaespartium tridentatum</i>	4,76	0,32	0,14	5,22
							<i>Frangula alnus</i>	4,76	0,13	0,24	5,13
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Ulex spp.</i>	90,91	40,20	51,67	182,78		<i>Erica arborea</i>	75,41	29,87	42,71	148,00
	<i>Rubus spp.</i>	60,61	14,89	17,46	92,95		<i>Rubus spp.</i>	55,74	14,24	18,69	88,67
	<i>Daboecia cantabrica</i>	75,76	10,98	4,68	91,42		<i>Vaccinium myrtillus</i>	50,82	19,45	6,84	77,11
	<i>Erica arborea</i>	30,30	9,52	12,56	52,39		<i>Ulex spp.</i>	44,26	10,91	14,57	69,74
	<i>Calluna vulgaris</i>	42,42	6,65	3,10	52,17		<i>Daboecia cantabrica</i>	52,46	5,76	1,80	60,02
	<i>Erica spp.</i>	33,33	6,65	3,72	43,70		<i>Calluna vulgaris</i>	22,95	7,39	3,18	33,52
	<i>Erica cinerea</i>	36,36	3,13	1,28	40,78		<i>Frangula alnus</i>	24,59	1,58	2,93	29,10
	<i>Lonicera spp.</i>	24,24	1,59	1,29	27,12		<i>Lonicera spp.</i>	21,31	1,68	1,54	24,53
	<i>Frangula alnus</i>	18,18	0,90	0,91	19,99		<i>Hedera helix</i>	18,03	3,62	0,81	22,47
	<i>Erica ciliaris</i>	12,12	1,93	0,64	14,69		<i>Cytisus spp.</i>	11,48	1,39	3,55	16,41
	<i>Chamaespartium tridentatum</i>	6,06	1,07	0,42	7,55		<i>Erica cinerea</i>	6,56	0,90	0,22	7,68
	<i>Erica vagans</i>	6,06	0,43	0,14	6,63		<i>Erica ciliaris</i>	4,92	0,88	0,30	6,09
	<i>Lithodora sp.</i>	6,06	0,26	0,11	6,42						
9	<i>Hedera helix</i>	6,06	0,17	0,07	6,30	10					
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Rubus spp.</i>	88,24	42,40	46,08	176,72		<i>Erica arborea</i>	62,07	17,78	32,51	112,37
	<i>Ulex spp.</i>	63,24	15,97	20,41	99,61		<i>Ulex spp.</i>	62,07	15,55	11,31	88,93
11	<i>Hedera helix</i>	51,47	8,67	3,07	63,21	12	<i>Rubus spp.</i>	55,17	11,61	11,47	78,25

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Daboecia cantabrica</i>	51,47	7,56	2,88	61,91		<i>Daboecia cantabrica</i>	58,62	10,64	7,18	76,44
	<i>Lonicera spp.</i>	44,12	3,59	2,74	50,45		<i>Erica spp.</i>	27,59	11,53	12,05	51,17
	<i>Frangula alnus</i>	32,35	2,25	3,73	38,34		<i>Calluna vulgaris</i>	37,93	6,55	3,19	47,67
	<i>Smilax aspera</i>	22,06	4,14	6,45	32,65		<i>Erica cinerea</i>	34,48	4,39	3,99	42,86
	<i>Erica arborea</i>	17,65	3,10	5,61	26,36		<i>Vaccinium myrtillus</i>	27,59	3,72	1,88	33,18
	<i>Ruscus aculeatus</i>	17,65	1,02	0,38	19,05		<i>Chamaespartium tridentatum</i>	13,79	8,18	5,05	27,02
	<i>Calluna vulgaris</i>	11,76	2,47	1,54	15,78		<i>Cytisus spp.</i>	6,90	2,83	7,76	17,49
	<i>Rosa spp.</i>	13,24	0,46	0,45	14,14		<i>Erica ciliaris</i>	10,34	4,76	2,34	17,45
	<i>Erica ciliaris</i>	8,82	1,41	0,56	10,79		<i>Hedera helix</i>	10,34	0,74	0,38	11,47
	<i>Erica spp.</i>	8,82	0,44	0,24	9,50		<i>Halimium spp.</i>	10,34	0,45	0,19	10,98
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,35	0,94	0,29	8,59		<i>Frangula alnus</i>	6,90	0,22	0,20	7,32
	<i>Erica cinerea</i>	5,88	1,38	0,55	7,81		<i>Erica australis</i>	6,90	0,22	0,11	7,23
	<i>Lithodora sp.</i>	7,35	0,36	0,08	7,79						
	<i>Erica vagans</i>	4,41	1,14	0,84	6,40						
	<i>Lonicera periclymenum</i>	4,41	1,19	0,74	6,34						
	<i>Prunus spinosa</i>	4,41	0,29	0,98	5,68						
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Rubus spp.</i>	93,53	62,32	62,91	218,75		<i>Smilax aspera</i>	75,00	28,51	43,75	147,26
	<i>Hedera helix</i>	66,91	16,94	10,01	93,86		<i>Rhamnus alaternus</i>	62,50	11,40	23,29	97,19
	<i>Rosa spp.</i>	25,90	1,62	1,83	29,35		<i>Ruscus aculeatus</i>	62,50	3,40	0,78	66,68
	<i>Lonicera spp.</i>	24,46	2,11	2,02	28,59		<i>Rubus spp.</i>	50,00	7,57	4,39	61,96
	<i>Ulex spp.</i>	16,55	2,95	3,42	22,91		<i>Hedera helix</i>	50,00	7,13	0,48	57,61
	<i>Frangula alnus</i>	10,07	1,64	4,18	15,89		<i>Rosa spp.</i>	50,00	1,97	1,57	53,55
	<i>Smilax aspera</i>	7,19	1,06	1,69	9,94		<i>Erica spp.</i>	31,25	4,17	1,19	36,61
	<i>Cornus sanguinea</i>	6,47	1,06	2,19	9,72		<i>Prunus spinosa</i>	18,75	5,81	11,09	35,65
13	<i>Ligustrum vulgare</i>	5,04	1,54	3,11	9,69	14	<i>Ulex spp.</i>	25,00	5,48	2,96	33,44

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Ruscus aculeatus</i>	8,63	0,58	0,26	9,48		<i>Rubus ulmifolius</i>	25,00	2,96	1,60	29,56
	<i>Lonicera periclymenum</i>	6,47	1,34	1,52	9,33		<i>Genista spp.</i>	18,75	7,68	2,55	28,98
	<i>Euonymus europaeus</i>	5,76	0,87	2,24	8,86		<i>Cistus salvifolius</i>	18,75	2,96	0,66	22,37
	<i>Daboecia cantabrica</i>	5,04	0,69	0,24	5,97		<i>Cytisus spp.</i>	18,75	1,64	0,63	21,02
	<i>Erica arborea</i>	4,32	0,61	0,78	5,71		<i>Lithodora sp.</i>	18,75	1,54	0,22	20,51
							<i>Daboecia cantabrica</i>	18,75	1,10	0,25	20,10
							<i>Lonicera spp.</i>	12,50	0,55	0,50	13,55
							<i>Phillyrea angustifolia</i>	6,25	1,10	2,59	9,93
							<i>Erica vagans</i>	6,25	2,19	0,44	8,89
							<i>Erica australis</i>	6,25	1,10	0,59	7,94
							<i>Osyris spp.</i>	6,25	0,55	0,11	6,91
							<i>Erica cinerea</i>	6,25	0,55	0,11	6,91
							<i>Euonymus europaeus</i>	6,25	0,33	0,22	6,80
							<i>Euphorbia sp.</i>	6,25	0,11	0,01	6,37
							<i>Viburnum spp.</i>	6,25	0,11	0,01	6,37
							<i>Vaccinium myrtillus</i>	6,25	0,11	0,01	6,37
FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Rubus spp.</i>	80,39	35,63	45,01	161,03		<i>Rubus spp.</i>	60,00	29,39	18,00	107,39
	<i>Hedera helix</i>	56,86	10,38	2,84	70,08		<i>Erica arborea</i>	33,33	12,84	14,38	60,56
	<i>Smilax aspera</i>	27,45	8,88	16,15	52,48		<i>Cytisus spp.</i>	20,00	8,56	23,92	52,48
	<i>Rosa spp.</i>	31,37	2,43	2,84	36,64		<i>Genista spp.</i>	6,67	10,70	21,36	38,73
	<i>Ruscus aculeatus</i>	29,41	3,89	1,39	34,69		<i>Hedera helix</i>	33,33	3,00	0,74	37,07
	<i>Lonicera spp.</i>	25,49	3,00	5,61	34,10		<i>Ulex spp.</i>	26,67	5,28	4,47	36,42
	<i>Ulex spp.</i>	21,57	6,10	3,74	31,41		<i>Vaccinium myrtillus</i>	26,67	5,42	2,15	34,24
	<i>Daboecia cantabrica</i>	23,53	3,00	0,50	27,03		<i>Erica spp.</i>	13,33	8,70	4,32	26,35
15	<i>Prunus spinosa</i>	19,61	2,71	2,55	24,86	16	<i>Erica vagans</i>	13,33	6,42	2,56	22,32

Tabla 3.6.2. Valores de los diferentes IVI para las especies con índice de importancia de matorral (IVI) superior al 5 .

FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI	FAP	Nombre de la especie	IVI1	IVI2	IVI3	IVI
	<i>Daphne laureola</i>	15,69	0,96	0,38	17,03		<i>Daphne laureola</i>	20,00	0,71	0,33	21,04
	<i>Rubus ulmifolius</i>	9,80	4,24	1,97	16,01		<i>Daboecia cantabrica</i>	13,33	2,14	0,57	16,04
	<i>Erica vagans</i>	9,80	4,10	1,34	15,25		<i>Retama spp.</i>	6,67	2,14	5,34	14,15
	<i>Cytisus spp.</i>	7,84	2,50	3,65	13,99		<i>Euphorbia sp.</i>	13,33	0,43	0,09	13,85
	<i>Cornus sanguinea</i>	9,80	1,50	2,52	13,82		<i>Rubus ulmifolius</i>	13,33	0,29	0,07	13,69
	<i>Euphorbia sp.</i>	11,76	0,86	0,19	12,81		<i>Erica cinerea</i>	6,67	1,43	0,71	8,81
	<i>Euonymus europaeus</i>	9,80	0,43	0,42	10,65		<i>Prunus spinosa</i>	6,67	0,71	0,36	7,74
	<i>Erica arborea</i>	7,84	1,14	1,35	10,34		<i>Erica australis</i>	6,67	0,71	0,28	7,66
	<i>Rhamnus alaternus</i>	7,84	0,78	1,39	10,02		<i>Lonicera spp.</i>	6,67	0,43	0,21	7,31
	<i>Genista spp.</i>	5,88	2,75	1,01	9,64		<i>Calluna vulgaris</i>	6,67	0,57	0,06	7,29
	<i>Erica spp.</i>	5,88	0,68	0,48	7,04		<i>Rosa spp.</i>	6,67	0,14	0,07	6,88
	<i>Lithodora sp.</i>	5,88	0,86	0,13	6,87						
	<i>Erica cinerea</i>	5,88	0,78	0,11	6,78						

Según la figura 3.6.2 y como se ha comentado en líneas anteriores, son los géneros *Rubus* y *Ulex* los que ejercen una mayor dominancia sobre el resto de taxones de matorral en la mayor parte de formaciones arboladas del principado de Asturias. Se diferencian dos géneros de matorral con alta presencia y dominancia (IVI-I) en las parcelas de todos los estratos forestales de Asturias, los tojos (*Ulex* spp.) y las zarzamoras (*Rubus* spp.). Le siguen especie de ericáceas como *Daboecia cantabrica*, *Calluna vulgaris* o *Erica cinerea*.

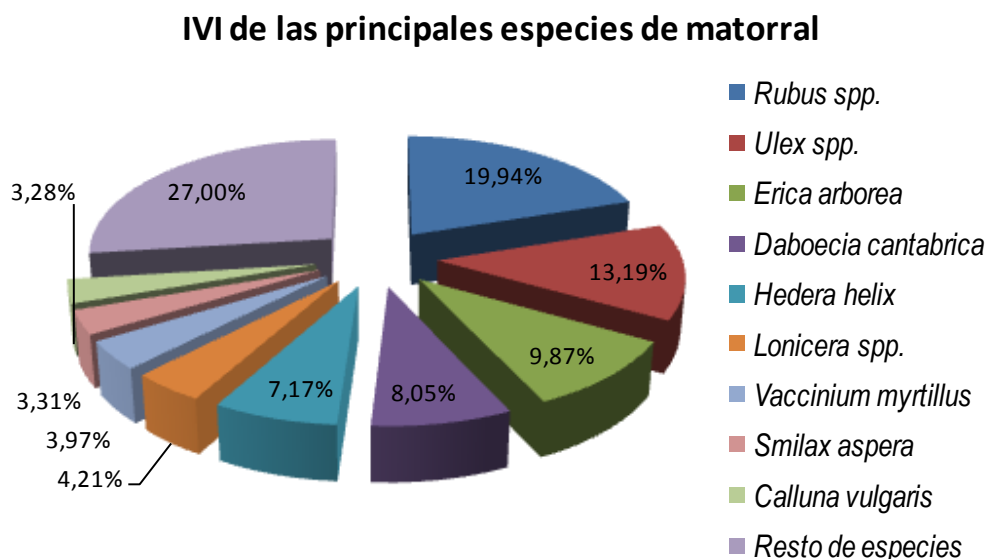


Figura 3.6.2. IVI de los principales taxones de matorral en Asturias.

3.7 Conservación de la flora

A continuación se realiza un análisis de la presencia en las parcelas del inventario de especies de especial interés desde el punto de vista de la conservación y la diversidad biológica por varios motivos: por su escasez e importancia biogeográfica en la comunidad, y por su carácter invasor. Para ello se seleccionaron una serie de especies susceptibles de encontrarse en áreas forestales de la comunidad basada en diferente bibliografía relacionada como son los atlas nacionales y regionales de flora amenazada e invasora (Sanz Elorza *et al.*, 2004; Castaño, 2007; Decreto 65/95). El objetivo de este estudio es realizar un seguimiento de estas especies, conocer su evolución a través de los sucesivos inventarios, así como prever sus efectos sobre la flora nativa y agresividad en el caso de las especies invasoras, y el estado de conservación en el caso de las especies amenazadas.

3.7.1. Especies amenazadas y de interés

Como la figura 3.7.1. indica se ha registrado una alta presencia de flora amenazada, en más del 50 % de la superficie analizada en el IFN4 de Asturias. Esto es debido a la presencia del acebo (*Ilex aquifolium*), en casi un 50 % de esta superficie. Sin tener en cuenta esta especie, la presencia total de la flora amenazada sería de aproximadamente un 7 % del total de la superficie analizada.

De las 13 especies amenazadas seleccionadas en el listado de flora amenazada para el IFN4 en Asturias, encontramos una especie sensible a la alteración de su hábitat, la potentilla arbustiva (*Pentaphylloides fruticosa* subsp. *floribunda*) y doce especies de interés especial, muchas de ellas con marcado carácter mediterráneo, como la encina, el lentisco o el acebuche, de gran rareza en la región eurosiberiana de la península. De éste listado, sólo ha sido registrada en las parcelas del IFN4 la presencia de siete de ellas: fresno (*Fraxinus angustifolia*), genciana (*Gentiana lutea*), acebo (*Ilex aquifolium*), encina (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*), alsina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*), alcornoque (*Quercus suber*) y tejo (*taxus baccata*).

Tabla 3.7.2. Número medio de pies por especie amenazada consideradas en el IFN4 en las formaciones arboladas de Asturias.

FAP	Especie	Nº medio de pies/ parcela	FAP	Especie	Nº medio de pies/parcela
1	Total	13,92	7	Total	8,14
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	6,25		<i>Ilex aquifolium</i>	8,27
	<i>Ilex aquifolium</i>	15,06		<i>Taxus baccata</i>	6,50
	<i>Quercus ilex</i>	17,67		Total	10,18
	<i>Quercus rotundifolia</i>	2,50		<i>Ilex aquifolium</i>	10,75
	<i>Quercus suber</i>	1,33		<i>Quercus ilex</i>	1,00
	<i>Taxus baccata</i>	0,92		Total	8,40
2	Total	10,01	9	<i>Ilex aquifolium</i>	3,75
	<i>Ilex aquifolium</i>	10,52		<i>Quercus ilex</i>	27,00
	<i>Quercus ilex</i>	4,00		Total	7,83
	<i>Quercus rotundifolia</i>	1,00		<i>Ilex aquifolium</i>	8,29
	<i>Quercus suber</i>	2,00		<i>Taxus baccata</i>	1,00
	<i>Taxus baccata</i>	0,83		Total	6,03
3	Total	17,76	11	<i>Fraxinus angustifolia</i>	5,00
	<i>Ilex aquifolium</i>	19,04		<i>Ilex aquifolium</i>	6,30
	<i>Quercus rotundifolia</i>	0,33		<i>Quercus ilex</i>	1,00
	<i>Taxus baccata</i>	4,93		Total	4,50
4	Total	3,21	12	<i>Ilex aquifolium</i>	4,50
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3,40		Total	6,88
	<i>Ilex aquifolium</i>	3,28		<i>Fraxinus angustifolia</i>	3,40
	<i>Quercus ilex</i>	1,00		<i>Ilex aquifolium</i>	7,94
	<i>Quercus rotundifolia</i>	3,50		<i>Taxus baccata</i>	1,00
	<i>Taxus baccata</i>	1,00		Total	40,47
				<i>Ilex aquifolium</i>	6,75
5	Total	11,48	14	<i>Quercus ilex</i>	45,14
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	1,00		<i>Quercus rotundifolia</i>	53,25
	<i>Gentiana lutea</i>	1,00		Total	17,76
	<i>Ilex aquifolium</i>	12,88		<i>Fraxinus angustifolia</i>	1,67
	<i>Quercus ilex</i>	1,00		<i>Ilex aquifolium</i>	22,95
	<i>Quercus rotundifolia</i>	1,00		<i>Quercus ilex</i>	5,00
	<i>Taxus baccata</i>	0,33			

Tabla 3.7.2. Número medio de pies por especie amenazada consideradas en el IFN4 en las formaciones arboladas de Asturias.

FAP	Especie	Nº medio de pies/ parcela	FAP	Especie	Nº medio de pies/parcela
6	Total	10,19	16	<i>Quercus rotundifolia</i>	1,00
	<i>Fraxinus angustifolia</i>	3,00		<i>Taxus baccata</i>	1,00
	<i>Ilex aquifolium</i>	10,79		Total	38,36
	<i>Quercus suber</i>	1,00		<i>Ilex aquifolium</i>	44,75
				<i>Taxus baccata</i>	1,00

La Tabla 3.7.1 señala a las acebedas, los encinares, las avellanedas, los bosques mixtos de frondosas atlánticas y los hayedos (FAP 16, 14, 15, 1 y 3) como las formaciones arboladas que presentan un mayor número de pies de flora de interés en Asturias. Mientras que son eucaliptales y pinares de pino silvestre (FAP 4 y 12) los que presentan una menor presencia de flora amenazada. Este resultado queda en parte explicado por la flora forestal amenazada considerada en el análisis. Una de las especies que registra un mayor número de pies en Asturias es el acebo, especie característica del sotobosque de algunas de las formaciones antes mencionadas como hayedos o bosques mixtos de frondosas atlánticas, y especie principal de las acebedas. Otras dos especies, la encina y la alsina destacan en el principado con una mayor presencia que el resto de especies. Estas son las protagonistas de la formación denominada como encinares (FAP 14), y además la alsina tiene una importante presencia en los bosques mixtos de frondosas atlánticas.

Las especies menos frecuentes en las parcelas del inventario son el fresno, la genciana, el alcornoque y el tejo, por lo que la conservación y monitorización de estas especies deben ser prioritarias para su futura conservación. Además esta escasez justifica la aparición de estas especies en el catálogo de flora regional amenazada. Por otro lado, los bosques mixtos de frondosas atlánticas, es la formación forestal que cuenta con la presencia de un mayor número de especies diferentes de flora amenazada. Lo que hace que la potencial conservación de este hábitat sea de gran interés.

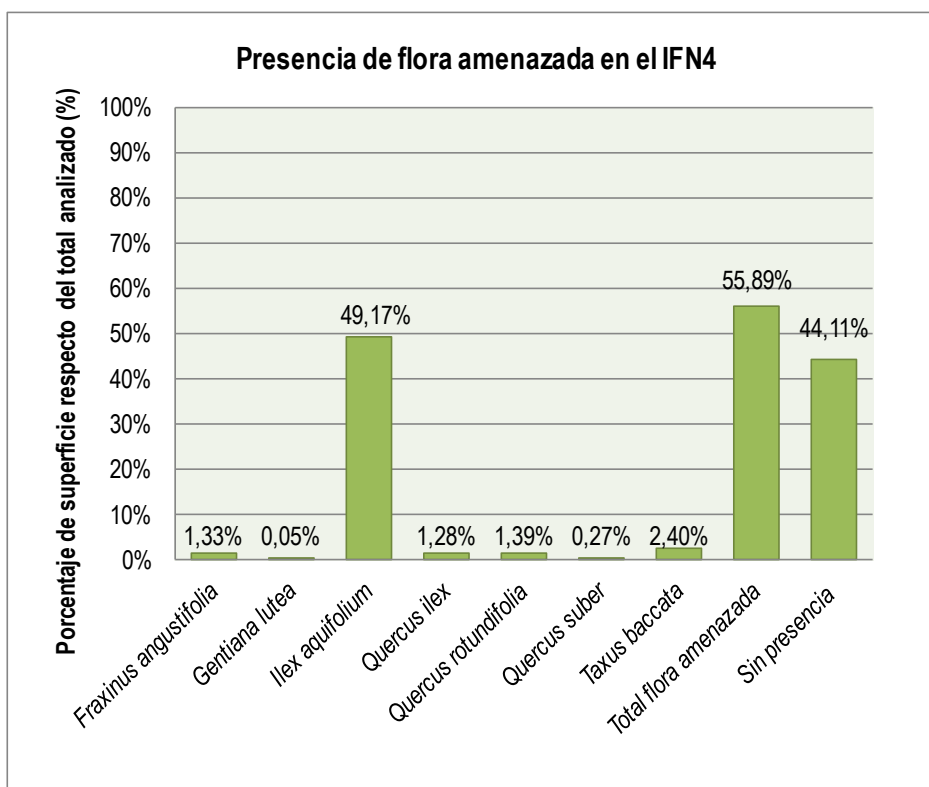


Figura 3.7.1. Porcentaje de parcelas donde se ha registrado la presencia de cada una de las especies amenazadas analizadas, así como el conjunto de la flora amenazada respecto del total de superficie analizada.

3.7.2. Especies Invasoras

Según la Tabla 3.7.2 sólo se ha registrado presencia de flora invasora en 9 de las 16 formaciones forestales consideradas en el principado de Asturias. Además según la figura 3.7.2, sólo se ha registrado presencia de especies invasoras en menos de un 2% de la superficie considerada. Los hábitats con presencia de flora invasora de Asturias son los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castaños, los eucaliptales, los pinares de pino radiata y pino marítimo, plantaciones de especies en mezcla, abedulares, frondosas alóctonas con autóctonas y bosques ribereños (FAP 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11 y 13). Por un lado muchos de estos hábitats se tratan de plantaciones forestales para la producción o hábitats con un alto grado de actuación antrópica (FAP 4, 6, 7 y 2), por otro son hábitats que están en muchos casos asociados a cursos de agua (FAP 1, 10, 13). Como en otros trabajos relacionados, estos resultados reflejan la importante correlación que tienen la presencia de flora invasora con el grado de actuación humana y con sistemas fluviales.

De las trece especies que se incluyeron en los listados de flora invasora, sólo se han registrado presencia de cinco de ellas: *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Buddleja davidii*, *Cortaderia selloana* y *Robinia pseudoacacia*. Las especies que presentan un mayor número promedio de pies por parcela son las dos especies de acacia, mientras que las más raras son la hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*) y el liliar (*Buddleja davidii*).

Mientras que las formaciones que presentan una mayor presencia de esta flora son los bosques mixtos de frondosas alóctonas con autóctonas y los eucaliptales (FAP 11, 4).

Tabla 3.7.2. Número medio de pies por especie y el porcentaje de su presencia en las formaciones arboladas (FAP) donde se ha registrado este tipo de flora en Asturias

FAP	Nombre de la especie	Nº pies/ parcela	Presencia	FAP	Nombre de la especie	Nº pies/ parcela	Presencia
1	Total	0,02	0,70	7	Total	0,05	2,74
	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,00	0,23		<i>Acacia melanoxylon</i>	0,05	2,74
	<i>Buddleja davidii</i>	0,00	0,23		Total	0,03	3,33
	<i>Cortaderia selloana</i>	0,00	0,23		<i>Cortaderia selloana</i>	0,03	3,33
2	Total	0,03	0,99	10	Total	0,09	4,55
	<i>Buddleja davidii</i>	0,00	0,33		<i>Buddleja davidii</i>	0,02	2,27
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,01	0,66		<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,02	2,27
4	Total	0,70	5,37	11	Total	0,64	10,71
	<i>Acacia dealbata</i>	0,10	2,07		<i>Acacia melanoxylon</i>	0,16	5,36
	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,10	2,07		<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,16	5,36
	<i>Cortaderia selloana</i>	0,02	0,83		Total	0,12	3,08
6	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,00	0,41	13	<i>Buddleja davidii</i>	0,07	2,31
	Total	0,01	0,91		<i>Robinia pseudoacacia</i>	0,01	0,77
6	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,01	0,91				

Como muestran los resultados, los eucaliptales y las mezclas de especies alóctonas con autóctonas (FAP 4 y 11) son las formaciones que presentan una mayor frecuencia de flora invasora. Además del alto grado de antropización de estas formaciones, su localización cercana a la costa hace que sean hábitats con un clima más suave, que facilita la instalación y aparición de cierto tipo de flora alóctona. Es el caso del alto número de pies registrado en estos hábitats de acacias, *A. dealbata* y *A. melanoxylon*, y de la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*). Las dos primeras especies tienen su origen en el sudeste de Australia y prefieren las formaciones asturianas costeras. Son especies de crecimiento rápido y pioneras, que además pueden reproducirse tanto de rebrote como de semilla, por lo que tienen un alto poder colonizador principalmente en formaciones arboladas degradadas desplazando o imposibilitando en algunos casos la instauración de la flora nativa. La falsa acacia tiene su origen en la costa este de Estados Unidos, y sus ejemplares fueron usados como en plantaciones forestales para la producción de madera. Su robusto sistema radicular, su rápido crecimiento y su capacidad de emitir rebrotes la hacen ser una especie muy competitiva y agresiva.

Aparecen también en la comunidad dos especies herbáceas de gran poder colonizador, *Cortaderia selloana*, la hierba de la Pampa y *Buddleja davidii*, el liliar. Los plumeros o hierba de la Pampa, es un taxon proveniente de América del Sur muy extendido por la cornisa Cantábrica. Puede invadir una gran variedad de ecosistemas, desde riberas a dunas, por lo que tiene un gran poder colonizador, siendo muy frecuente su presencia en taludes o zonas degradadas ligado a infraestructuras como carreteras. El liliar es originario de China y aparece normalmente ligada a ambientes húmedos, siendo resistente incluso a las bajas temperaturas invernales, compitiendo a veces ventajosamente con la flora autóctona.

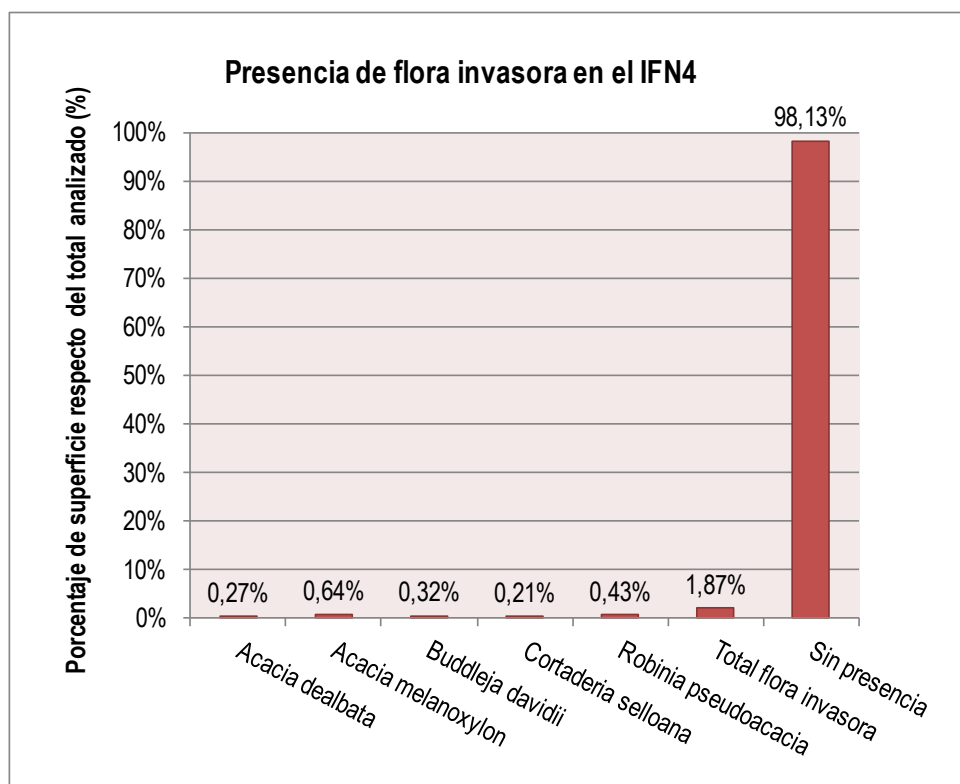


Figura 3.7.2. Porcentaje de parcelas donde se ha registrado la presencia de cada una de las especies invasoras analizadas.

3.8. Tipificación del biotopo

3.8.1. Cobertura del suelo

En este apartado se cuantifica la superficie por hectárea de cada cubierta (Tabla 3.8.1.) (suelo desnudo, piedras, roca madre, turberas, encharcamientos, vegetación herbácea, materia orgánica, etc.) según las formaciones arboladas definidas.

Tabla 3.8.1. Análisis de la cobertura: Valores medios de los porcentajes de cada tipo de cobertura del suelo (columnas A-L), área basimétrica y valor medio del Índice de Shannon-Weaver para los tipos de cobertura en cada uno de las formaciones definidas en Asturias.

Las letras corresponden a las siguientes coberturas: A. Suelo desnudo, B. Piedras, C. Roca madre, D. Materia orgánica, E. Líquenes, hepáticas y musgos, F. Helechos, G. Vegetación herbácea, H. Encharcado, I. Agua, J. Camino compactado, K. Infraestructuras, L. Índice de Shannon-Weaver.

FAP	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1,46	5,58	2,59	65,96	7,65	4,49	9,10	0,02	0,17	0,98	0,19	0,90
2	2,33	6,77	2,30	64,66	7,10	3,98	8,85	0,00	0,79	1,29	0,30	0,90
3	1,68	5,33	3,39	64,48	7,48	4,48	9,56	0,17	0,23	0,97	0,27	0,89

Tabla 3.8.1. Análisis de la cobertura: Valores medios de los porcentajes de cada tipo de cobertura del suelo (columnas A-L), área basimétrica y valor medio del Índice de Shannon-Weaver para los tipos de cobertura en cada uno de las formaciones definidas en Asturias.

Las letras corresponden a las siguientes coberturas: A. Suelo desnudo, B. Piedras, C. Roca madre, D. Materia orgánica, E. Líquenes, hepáticas y musgos, F. Helechos, G. Vegetación herbácea, H. Encharcado, I. Agua, J. Camino compactado, K. Infraestructuras, L. Índice de Shannon-Weaver.

FAP	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
4	1,25	7,29	2,40	63,13	7,38	5,35	9,56	0,02	0,49	1,03	0,17	0,93
5	2,32	7,21	2,91	65,49	6,98	2,89	8,89	0,00	0,45	0,99	0,18	0,86
6	2,73	4,35	2,16	67,24	6,93	4,75	8,81	0,00	0,19	0,66	0,23	0,87
7	1,26	4,70	1,78	66,11	6,88	5,38	9,66	0,00	0,26	1,76	0,19	0,87
8	3,83	7,77	5,21	55,07	7,39	3,94	11,94	0,00	0,21	3,16	0,15	1,02
9	1,32	3,87	2,70	62,05	7,59	4,61	12,41	0,00	2,67	1,73	0,15	0,92
10	0,91	3,99	4,44	64,71	4,78	3,99	12,08	0,00	1,23	1,80	0,16	0,88
11	1,24	5,94	1,50	67,13	5,44	4,69	11,58	0,00	0,09	0,53	0,16	0,90
12	0,56	1,74	0,11	73,75	4,76	2,80	14,00	0,00	0,00	0,39	0,20	0,65
13	1,68	4,94	2,54	67,01	6,59	4,06	10,40	0,00	0,03	0,88	0,18	0,87
14	3,57	6,14	0,31	57,53	8,31	6,68	10,70	0,00	0,00	1,55	0,14	1,04
15	1,54	6,15	1,69	71,88	4,36	4,98	7,29	0,00	0,00	0,87	0,08	0,80
16	7,25	5,33	4,57	49,10	6,33	4,17	19,98	0,00	0,00	1,00	0,10	1,09

En la Figura 3.8.1 y Tablas 3.8.1. y 3.8.2. se observa como las coberturas de suelo más abundantes en los estratos forestales de la comunidad son la materia orgánica, la vegetación herbácea y los líquenes, hepáticas y musgos muy ligados a ambientes umbrosos nemorales.

Aunque los valores del índice de Shannon (Figura 3.8.1) señalan una diversidad de coberturas de suelo bastante parecida en todas las formaciones definidas en la comunidad, destaca el valor de éste en las acebedas, encinares o melojares (FAP 16, 14, 8). Una mayor diversidad de coberturas puede reflejar una mayor diversidad de nichos ecológicos y a su vez mayor riqueza de especies adaptadas a cada uno de ellos. Los menores valores de este índice se encuentran en los pinares de pino albar, que cuentan con una pequeña extensión en la región.

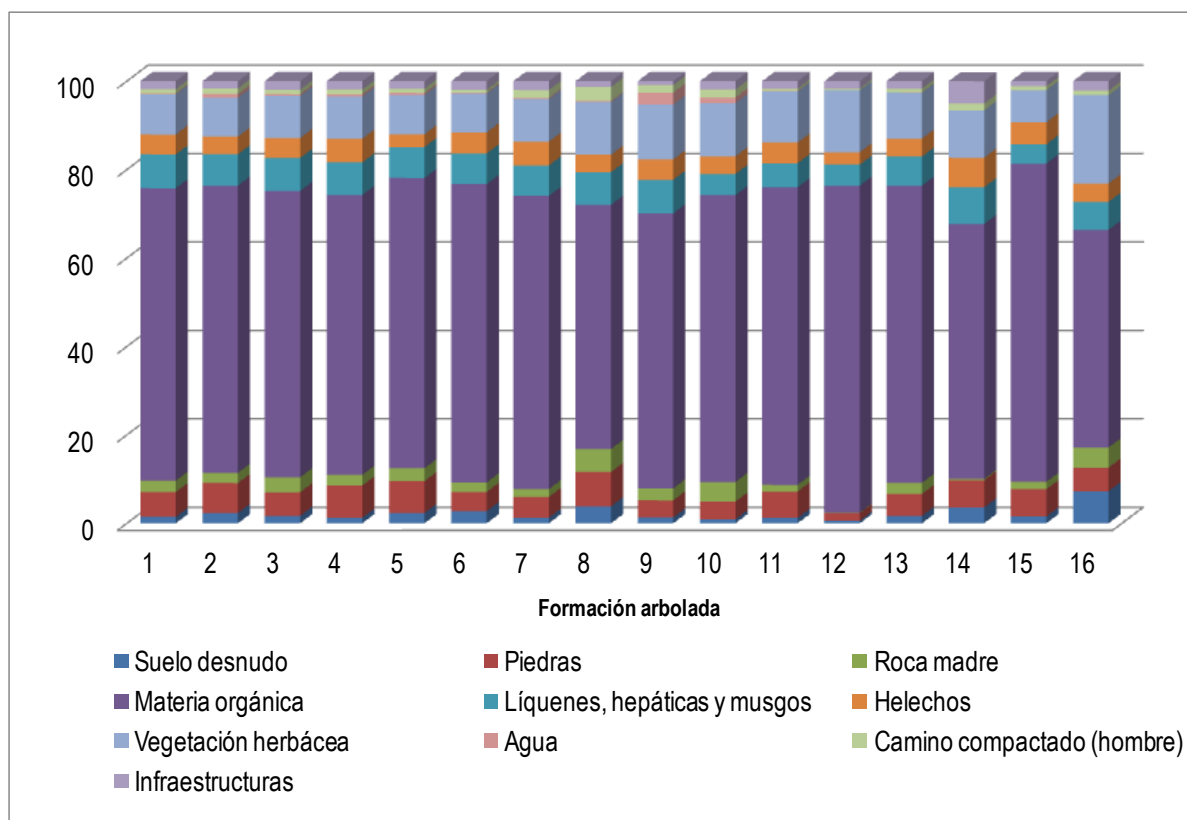


Figura 3.8.1. Valores medios de cada cobertura del suelo en las formaciones arboladas del principado.

Tabla 3.8.1. Porcentaje de parcelas que tienen una cobertura de las diferentes categorías superior al 75% para cada formación.

FAP	Coberturas muy altas	Parcelas (%)	Media aritmética de coberturas
1	Materia orgánica	36,93	86,97
	Vegetación herbácea	0,24	84,91
	Piedras	0,72	81,88
2	Materia orgánica	38,93	87,01
	Piedras	0,34	83,9
	Suelo desnudo	0,34	93,61
3	Materia orgánica	38,4	87,24
	Roca madre	0,4	88,81
	Piedras	0,4	89,69
4	Materia orgánica	34,73	86,96
	Vegetación herbácea	0,42	76,91
	Piedras	0,84	83,19
5	Materia orgánica	43,59	87,82
	Vegetación herbácea	0,85	84,95
	Suelo desnudo	0,85	92,88
6	Materia orgánica	44,86	86,35
	Suelo desnudo	0,93	97,52

Tabla 3.8.1. Porcentaje de parcelas que tienen una cobertura de las diferentes categorías superior al 75% para cada formación.

FAP	Coberturas muy altas	Parcelas (%)	Media aritmética de coberturas
7	Materia orgánica	37,68	88,03
	Materia orgánica	27,08	85,42
	Roca madre	2,08	91,5
8	Suelo desnudo	2,08	86,84
9	Materia orgánica	31,03	84,5
	Materia orgánica	37,21	85,5
10	Vegetación herbácea	2,33	79,78
11	Materia orgánica	38,18	87,22
12	Materia orgánica	55,56	91,28
13	Materia orgánica	48,65	85,47
14	Materia orgánica	30,77	83,68
	Materia orgánica	43,59	87,8
15	Piedras	2,56	79,84
16	Materia orgánica	9,09	81,99

Si se realiza un análisis de la cubierta arbórea y de matorral de cada hábitat (Tabla 3.8.1) se puede tener una idea de los diversos estratos que la caracterizan. Esta diversidad estructural muchas veces se traduce en una mayor riqueza de especies animales.

De manera general los porcentajes de Fcc de las parcelas son altas en las diferentes clases de ambientes forestales de Asturias, variando desde un 87 % hasta un 98 %. Las mayores coberturas arbóreas se corresponden con formaciones plano-caducifolias como hayedos y castañares, así como plantaciones de pino radiata (FAP 3, 2 y 6). Mientras que son los eucaliptales y otras plantaciones de producción, los abedulares y los pinares de pino marítimo (FAP 4, 9, 10 y 7) los que mayor porcentaje de Fcc de matorral presentan, siendo en cambio muy escaso este porcentaje en formaciones muy umbrosas como hayedos (FAP 3) (Tabla 3.8.2).

Tabla 3.8.2 Porcentaje de la Fcc arbórea y Fcc de matorral por formación respecto a la superficie total muestreada y Fcc total de la parcela.

FAP	Fcc arbórea	Fcc matorral	Fcc de la parcela
1	63,52	52,54	95,83
2	74,45	44,06	97,25
3	75,98	26,52	96,77
4	62,08	76,32	97,21
5	59,48	63,24	95,14
6	65,39	63,68	97,95
7	53,15	66,15	96,27
8	56,27	59,40	96,35
9	53,94	70,64	98,18
10	57,39	67,44	97,62

Tabla 3.8.2 Porcentaje de la Fcc arbórea y Fcc de matorral por formación respecto a la superficie total muestreada y Fcc total de la parcela.

FAP	Fcc arbórea	Fcc matorral	Fcc de la parcela
11	60,51	60,69	95,74
12	58,45	46,34	93,62
13	44,80	45,65	86,78
14	61,25	57,00	92,50
15	54,88	54,98	94,61
16	46,67	46,73	94,60

3.8.2. Frecuencia de elementos singulares

El análisis de la frecuencia de aparición en las parcelas del IFN de determinados elementos puede ser un indicador del grado de conservación y riqueza que mantiene un tipo de ecosistema, en este caso a la escala de las formaciones forestales provinciales definidas para cada comunidad. Bosques con gran diversidad estructural y diversidad de especies dan cobijo y alimento a diversas especies de fauna no solo terrestre sino ornitológica.

El análisis detallado del porcentaje de presencia de otros elementos singulares permite separar aquellos elementos indicadores de naturalidad, como cavidades, hormigueros, toperas, madrigueras, cuevas y nidos (Tabla 3.8.3), de los indicadores de actividad humana, como montones de leña, muros y setos (Tabla 3.8.4.) o presencia de ganado (Tabla 3.8.5).

Tabla 3.8.3. Porcentaje de parcelas respecto del total por formación forestal provincial donde se ha registrado la presencia de elementos singulares indicadores de naturalidad.

FAP	Cavidades	Cuevas	Madrigueras	Nidos	Toperas	Otros
1	10,05	1,17	7,94	14,02	0,70	0,70
2	13,49	0,66	4,28	14,14	1,32	0,99
3	20,80	2,00	4,80	4,80	1,60	0,00
4	1,65	0,00	4,96	9,50	2,48	0,83
5	13,56	0,85	5,08	11,86	0,85	1,69
6	5,45	0,00	4,55	10,91	0,91	1,82
7	0,00	0,00	4,11	15,07	0,00	0,00
8	0,00	0,00	4,08	4,08	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00
10	0,00	2,27	4,55	6,82	0,00	4,55
11	3,57	0,00	10,71	14,29	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00
13	4,62	0,00	3,85	10,00	0,77	2,31
14	7,14	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00
15	10,00	2,50	7,50	7,50	2,50	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00

Los nidos y las madrigueras son los indicadores de naturalidad más frecuentes en las parcelas de inventario en la comunidad, ya que se ha registrado presencia de estos elementos en casi todas las formaciones arboladas. Aunque son los nidos y las cavidades en troncos los indicadores con mayor presencia en la superficie forestal asturiana, es decir que aparecen en un mayor porcentaje de parcelas respecto del total. Las formaciones que mayor naturalidad parecen reflejar, ya que tienen un mayor registro de parcelas con indicadores de este tipo son algunas de las que reflejaban también mayor naturalidad en el análisis previo de naturalidad y mayor diversidad en composición y estructural como bosques mixtos de frondosas autóctonas de la región eurosiberiana, castañares hayedos y robledales (FAP 1, 2, 3, 5).

Tabla 3.8.4. Porcentaje de parcelas respecto del total por formación arbolada provincial donde se ha registrado la presencia de elementos singulares indicadores de presencia humana.

FAP	Caminos	Muros	Setos	Terrazas	Montones de leñas
1	15,42	17,52	0,93	0,47	2,57
2	21,71	18,42	0,00	0,33	6,25
3	3,20	1,60	0,00	0,00	0,00
4	23,14	8,26	0,41	0,00	11,57
5	10,17	8,47	0,00	0,85	4,24
6	24,55	13,64	0,00	3,64	4,55
7	21,92	12,33	0,00	0,00	9,59
8	12,24	12,24	0,00	0,00	0,00
9	10,00	3,33	0,00	0,00	6,67
10	13,64	2,27	0,00	0,00	4,55
11	23,21	14,29	1,79	0,00	19,64
12	33,33	0,00	0,00	5,56	5,56
13	9,23	7,69	0,77	0,00	5,38
14	0,00	21,43	0,00	0,00	0,00
15	15,00	25,00	0,00	0,00	0,00
16	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00

Los elementos singulares indicadores de presencia humana que se han registrado con mayor frecuencia en la mayor parte de formaciones son los caminos y los muros, siendo mucho más escasos los setos y terrazas que sólo aparecen en un pequeño porcentaje de parcelas. Le sigue con una importante presencia los montones de leñas. Como también indicaba el análisis de naturalidad, las formaciones que tienen un mayor número de parcelas con presencia de estos indicadores antrópicos son en su mayor parte plantaciones de eucaliptos, pino radiata y los bosques mixtos de frondosas autóctonas y alóctonas (FAP 4, 6 y 11).

Tabla 3.8.5. Porcentaje de parcelas respecto del total por formación forestal arbolada provincial donde se ha registrado la presencia de elementos singulares indicadores de naturalidad.

FAP	CABALLOS	CABRAS	COLMENAS	OVEJAS	VACAS	OTROS
1	15,19	1,87	0,00	0,93	21,96	14,72
2	6,58	2,96	0,00	1,64	16,45	16,78
3	9,60	2,40	0,00	0,00	23,60	11,60
4	4,13	0,41	0,83	1,65	4,55	19,01
5	9,32	3,39	1,69	3,39	19,49	13,56
6	10,00	0,91	0,00	1,82	5,45	9,09
7	6,85	0,00	0,00	0,00	4,11	10,96
8	16,33	4,08	0,00	2,04	20,41	8,16
9	13,33	0,00	0,00	0,00	0,00	13,33
10	6,82	2,27	0,00	2,27	4,55	20,45
11	3,57	1,79	1,79	1,79	8,93	12,50
12	33,33	0,00	0,00	0,00	16,67	5,56
13	11,54	2,31	0,00	0,00	9,23	10,00
14	7,14	21,43	0,00	7,14	14,29	14,29
15	12,50	2,50	0,00	0,00	20,00	7,50
16	41,67	8,33	0,00	8,33	50,00	25,00

El tipo de ganado más frecuente en la superficie forestal asturiana son el vacuno y equino, aunque hay una importante presencia de ganado en una amplia superficie forestal. Además varias formaciones tan diferentes como melojares, encinares, acebedas, robledales, bosques mixtos de frondosas y pinares de pino albar (FAP 8, 14, 16, 5, 1, 12) han registrado presencia de algún tipo de ganado en más de un 50% de su superficie forestal en la comunidad. Se aprecian algunas asociaciones claras como es la mayor frecuencia de aparición de ganado caprino en ecosistemas forestales de carácter más mediterráneo como los encinares (FAP 14), o la importante presencia de ganado vacuno en las acebedas (FAP 16).

4. Conclusiones

Asturias presenta una importante y diversa superficie forestal que queda definida hasta por dieciséis formaciones arboladas con identidad propia. Entre los diferentes ecosistemas forestales dominan los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castañares, los hayedos y en menor medida los robledales, presentan una importante superficie forestal y las plantaciones de eucalipto y pinares de pino radiata y marítimo en zonas cercanas al litoral.

Salvo las plantaciones de eucaliptos y de pino, la mayor parte del territorio forestal asturiano queda enmarcado en las categorías de bosques naturales alterados y bosques seminaturales de la FAO, lo que refleja un alto grado de naturalidad en sus masas forestales. La categoría de bosque más extensa, que supone casi un 40 % del total, es la de bosque natural alterado. Son bosques de especies tanto nativas como en vía de naturalización en donde los procesos ecológicos han sido alterados por actividades humanas como la explotación de la castaña, el carboneo, la explotación de leñas o el pastoreo extensivo. Los bosques seminaturales son la segunda categoría de bosque más importante en el principado donde, aunque se establece regeneración natural, sus ecosistemas han sido sometidos a manejo humano. Destaca la

superficie categorizada como bosques seminaturales en formaciones como hayedos, mezcla de frondosas alóctonas y autóctonas, encinares y avellanedas.

La composición florística arbórea en muchas de las formaciones forestales de la comunidad es alta. Esto se ve reflejado en el análisis del índice del valor de importancia (IVI) o de dominancia que se ha realizado para la comunidad, ya que no se observa una especie dominante sobre el resto. Cuando coexisten varias especies como el castaño, el roble carballo, el acebo, el abedul, éstas tienen similares valores de dominancia.

En cuanto a la riqueza de especies por formación, destaca los valores medios de riqueza por superficie observados en ecosistemas como bosques ribereños, avellanedas, bosques mixtos de frondosas atlánticas, castañares, robledales y en las mezclas de frondosas alóctonas y autóctonas. Cabe destacar la importante riqueza arbórea asociada a las riberas arboladas ya que ocupan una superficie muy pequeña en la comunidad. Las formaciones forestales con una menor riqueza arbórea en término medio son las acebedas, los hayedos, los eucalipatares, los melojares y los pinares de pino albar y marítimo, donde existe una importante dominancia de la especie principal de la formación.

El análisis de la riqueza arbórea y de matorral por formación forestal refleja un aumento del número de taxones encontrados asociados a algunas especies. En el caso de la flora arbórea la presencia de especies como arces, sauces, olmos y cerezos aumenta la riqueza media por parcela en los bosques de frondosas de la comunidad, mientras que son especies de carácter sub-mediterráneo y mediterráneo como castaños, melojos o encinas, los que parecen aumentar la riqueza de especies de matorral.

Los mayores valores medios de riqueza de matorral aparecen en formaciones de bosques mixtos de frondosas atlánticas, robledales y avellanedas, siendo este valor menor en pinares de pino albar y otras formaciones en mezcla.

La diversidad estructural en muchos casos está muy relacionada con una mayor diversidad de especies. Así algunas de las formaciones con una mayor riqueza de especies como los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castañares, robledales, ribera arbolada y avellanedas, presentan una mayor diversidad tanto horizontal como vertical. Sin embargo, esto no es siempre así y otras formaciones de mayor monoespecificidad en cuanto a composición de especies, pero con un grado de naturalidad importante, como los hayedos tienen valores altos de diversidad estructural. Las formaciones más regulares y menos diversas estructuralmente son en su mayor parte plantaciones tanto de eucalipto como de pino, así como algunas formaciones también antropizadas en algunos casos como encinares y acebedas.

En cuanto a la presencia de árboles añosos, los pies de mayor diámetro registrado con más de 2 m de diámetro pertenecen a un castaño y a un roble albar. Pero son especies de haya y castaño las que presentan un mayor número de pies añosos por superficie, normalmente asociados a las sierras de interior de la comunidad. Las formaciones que tienen una mayor presencia de este tipo de árboles, que es un potencial indicador de naturalidad, son los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castañares y los hayedos.

En cuanto al análisis de flora amenazada en la comunidad, la inclusión en los listados del acebo (*Ilex aquifolium*), especie frecuente en las formaciones arboladas asturianas, ha hecho que se registrara una alta presencia de flora amenazada, más del 50 % del total de la superficie forestal analizada, mientras que si no tenemos en cuenta esta especie, la presencia total de flora amenazada sólo sería de aproximadamente un 7 %. Los hábitats que presentan un mayor número de pies de este tipo de flora son las acebedas, los encinares, las avellanedas, los bosques mixtos de frondosas atlánticas y los hayedos. Mientras que son eucaliptales y pinares de pino silvestre los que presentan una menor presencia de flora amenazada. Las especies menos frecuentes en las parcelas del inventario son el fresno, la genciana, el alcornoque y el tejo, por lo que la conservación y monitorización de estas especies deben ser prioritarias para su futura conservación. Además esta escasez justifica la aparición de estas especies en el catálogo de flora regional amenazada. Por otro lado son los bosques mixtos de frondosas atlánticas, la formación forestal que cuenta con la presencia de un mayor número de especies diferentes de flora amenazada. Lo que hace que la potencial conservación de este hábitat sea de gran interés

En cuanto a la presencia de flora invasora en la comunidad, ésta se ha registrado en 9 de las 16 formaciones forestales de Asturias, lo que supone menos de un 2% de la superficie considerada. Los hábitats con presencia de flora invasora de Asturias son los bosques mixtos de frondosas atlánticas, los castaños, los eucaliptales, los pinares de pino radiata y pino marítimo, plantaciones de especies en mezcla, abedulares, frondosas alóctonas con autóctonas y bosques ribereños, siendo los bosques mixtos de frondosas alóctonas con autóctonas y los eucaliptales las formaciones que presentan una mayor presencia de esta flora. Este resultado está en concordancia con los observados en otros trabajos relacionados y que reflejan la importante correlación que tienen la presencia de flora invasora con el grado de actuación humana y con los sistemas fluviales. De las trece especies que se incluyeron en los listados de flora invasora, sólo se han registrado presencia de cinco de ellas: *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon*, *Buddleja davidii*, *Cortaderia selloana* y *Robinia pseudoacacia*. Las especies que presentan un mayor número promedio de pies por parcela son las dos especies de acacia, mientras que las más raras son la hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*) y el liliar (*Buddleja davidii*).

El análisis de madera muerta presentan los mayores volúmenes de madera muerta, el 72% del total registrado, en formaciones arboladas de castaños, hayedos y bosque mixto de frondosas autóctonas atlánticas. El grado de descomposición 3 de la madera muerta (rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura) y 4 (sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos) son los más importantes en términos volumétricos (71% del total). Las especies que mayores frecuencias de madera muerta tienen son el castaño y el haya (64% del volumen total), mientras que la clase de madera muerta que concentra el mayor volumen es la de pies mayores muertos caídos, con aproximadamente el 40% del total.

5. BLIOGRAFIA

Assmann, E. 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, New York. 506 pp.

Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, eds. 2004. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. 2003. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 1072 pp. ISBN 84-8014-521-8 / 978-84-8014-551-0.

Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, Eds. 2007. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda, 2006. Dirección General para la Biodiversidad y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 92 pp. ISBN: 978-84-8014-706-4.

Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, eds. 2009. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2008.. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 2009. 155 pp. ISBN: 978-84-8014-706-4.

Barbati, A.; Corona, P.; Marchetti, M. 2006. *European forest types*. Categories and types for sustainable forest management reporting and policy. EEA Technical report No 9/2006. European Environment Agency.

Berger, W. H.; Parker, F. L. 1970. Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. *Science*, 168: 1345-1347.

Biosoil. 2004. Biosoil project proposal. A demonstration study of forest biodiversity assessment at Level I under council Regulation Forest Focus. Documento interno DG ENV, Comisión Europea.

BOPA, 1995. Boletín oficial del Principado de Asturias. DECRETO 65/95, de 27 de abril, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Flora del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección.

Bravo, F.; Río, M.; Pando, V.; San Martín, R.; Montero, G.; Ordoñez, C.; Cañellas, I. 2002. El diseño de las parcelas del Inventario Forestal Nacional y la estimación de variables dasométricas. En: BRAVO *et al.* (Ed.). 2002. El Inventario Forestal Nacional como elemento clave para la gestión forestal sostenible, 19-35. Ed. Fundación Gral. de la Universidad de Valladolid.

Bravo-Núñez, E. 1991. Sobre la cuantificación de la Diversidad Ecológica. *Hidrobiológica*, 11: 87-93.

Butler, J.; Alexander, K.; Green, T. 2002. Decaying wood: An overview of its status and ecology in the United Kingdom and Continental Europe. USDA Forest Service General Technical Report. PSW-GTR-181.

Castaño I. 2007. Plantas alóctonas invasoras en el Principado de Asturias. Coord.: Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras y Obra social "la Caixa".

Chirici, G.; Winter, S.; Bastrup-Birk, A.; Rondeux, J.; Bertini, R.; Mcroberts, R. E.; Barsoum, N.; Alberdi, I.; Brändli, U.; Marchetti, M. 2010. Harmonised estimation of forest biodiversity indicators at the cross-regional scale using data from national forest inventories. *Forest Sciences*. Aceptada. En rev.

Clark, P.J.; Evans, F.C. 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in populations. *Ecology*, 35: 445-453.

Clifford, H. T.; W. Stephenson. 1975. An Introduction to Numerical Classification. Academic Press, New York. 129 pp.

COST E43. 2004. [online] URL: <http://www.metla.fi/eu/cost/e43/>

Costa, M.; Morla, C.; Sainz, H. (Eds.). 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Ed. Planeta. Barcelona. 572 pp.

Crow, T.; Haney, A.; Waller, D. 1994. *Report on the scientific roundtable on biological diversity convenes by the Chequamegon and Nicolet National Forests*. General Technical Report NC-166. USDA Forest Service. North Central Forest Experiment Station, Saint Paul, Minnesota, USA. 55 pp.

Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest region of Wisconsin. *Ecology*, 32: 476-496.

Davies, C. E.; Moss, D. 1999. *EUNIS Habitat Classification*. Final Report to the European Topic Centre on Nature Conservation. European Environment Agency, Copenhagen.

Del Río, M.; Montes, F.; Cañellas, I.; Montero, G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.*, 12(1): 159-176.

Ferris, R.; Humphrey, J. W. 1999. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry*, 72 (4): 313-328.

Ferris-Kaan, R.; Lonsdale, D.; Winter, T. 1993. The conservation management of deadwood in forests. Research Information Note 241. Research Division, Forestry Authority.

- Finegan, B.; Palacios, W.; Zamora, N.; Delgado, D. 2001. Ecosystem-level Forest Biodiversity and Sustainability Assessment for Forest Management. En: RAISON *et al.* (Eds.). 2001. *Criteria and indicators for sustainable forest management*. C. 17: 341-377. IUFRO Research Series, 7. Wallingford, UK, CABI Publishing.
- Gibbons, P., Boak, M. 2002. The value of paddock trees for regional conservation in an agricultural landscape. *Ecological Management & Restoration*. Vol 3, Nº 3: pp 205-210.
- Hunter, M. L. 1990. Wildlife, Forests, and Forestry. Principles of Managing Forests for Biological Diversity. Englewood Cliffs N.J. Prentice-Hall. 370pp.
- Larsson, T-B. Ed. 2001. Biodiversity evaluation tools for European forests. *Ecological Bulletins*, 50. 240 pp.
- Lehmkuhl, J. F.; Kennedy, M.; Ford, E.D.; Singleton, P.H.; Gaines, W.L.; Lind, R.L. 2007. Seeing the forest for the fuel: Integrating ecological values and fuels management. *Forest Ecology and Management*, Volume 246, Issue 1.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton. University Press. Princeton. New Jersey. 179 pp.
- Margalef, R. 1958. Temporal succession and spatial heterogeneity in natural phytoplankton. En: BUZZATI-TRAVERSO (Ed.). 1958. *Perspectives in Marine Biology*: 323-349, University of California Press, Berkeley.
- Margalef, R. 1968. *Perspectives in Ecological Theory*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona. 951 pp.
- Margalef, R. 1998. *Ecología*. Novena Edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 pp.
- MCPFE. 2003. Fourth Ministerial Conference on the protection of Forests in Europe. Conference Proceedings, 28-30 April, 2003. Vienna. Austria.
- Neumann, M.; Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*, 145: 91-106.
- Newton, A. C.; Kapos, V. 2002. Biodiversity indicators in national forest inventories. *Unasylva*, 53(210): 56-64.
- Nilsson, S. G.; Baranowski, R. 1997. Habitat predictability and the occurrence of wood beetles in old-growth beech forests. *Ecography*, 20(5): 491-498.

Pretzsch, H. 1996. Strukturvielfalt als Ergebnis Waldbaulichen Handels. *Allg. Forst u. J.-Zeitung*, 166: 213-221.

Ranius, T.; Jansson, N. 2000. The influence of forest regrowth, original canopy cover and tree size on saproxylic beetles associated with old oaks. *Biological Conservation*, 95: 85-94.

Rényi, A. 1961. On measures of entropy and information. En: NEYMAN (Ed.). 1960. Proceedings of the 4th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. Vol. 1: 547-561. Berkley. University of California Press.

Robla, E., Vallejo, R., De la Cita, J., Lerner M. 2009. El Mapa Forestal España a escala 1: 25000. Continuación y actualización de un proyecto. V Congreso Forestal Español. Ávila.

Roman-Amat, B.; Hermeline, M.; Michon, J.M. 2001. An Approach to Indicators for Sustainable Forest Management at the Sub-national Level in European Forestry. En: RAISON et al. (eds.). 2001. Criteria and indicators for sustainable forest management. C. 20: 423-440. IUFRO Research Series, 7. Wallingford, UK, CABI Publishing.

San Miguel A., Roig S., Cañellas I., 2006. Fruticicultura. En: Montero G., Serrada R. (eds) Compendio de Selvicultura aplicada en España. DGCONA. Madrid.

Sans Elorza, M.; Dana Sánchez, E. D.; Sobrino Vesperinas, E. 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 378pp.

Schuck, A.; Meyer, P.; Menke, N.; Lier, M.; Linder, M. 2004. Forest biodiversity indicator: Dead wood - A proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. En: MARCHETTI (Ed.). 2004. Monitoring and Indicators of forest biodiversity in Europe - From ideas to operability. *EFI proceedings*, 51: 49-77.

Schulze, E. D.; Mooney, H. A. 1994. Ecosystem function of biodiversity: a summary. En: SCHULZE; MOONEY (Eds.). 1994. Biodiversity and Ecosystem Function: 497-510. Springer-Verlag, Berlin.

Serrada, R.; Montero, G.; Reque, J. A. (Eds.). 2008. *Compendio de Selvicultura Aplicada en España*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. Fundación Conde del Valle de Salazar.

Shannon, C.; Weaver, W. 1948. *A Mathematical theory of communication*. (Reprinted with corrections). Univ. of Illinois Press. The Bell System Technical Journal, 27: 379-423, 623-656.

Simpson, E.H. 1949. Measurements of diversity. *Nature*, 163: 688.

Species Diversity & Richness III. 2002. Pisces Conservation Ltd. Irch House. Lymington. Software. PISCES Conservation Ltd. 2002. [online] URL: [http://www. Piscesconservation.com/](http://www.Piscesconservation.com/)

Stokland, J. N.; Eriksen, R.; Tomter, S. M.; Korhonen, K.; Tomppo, E.; Rajaniemi, S.; Söderström, U.; Toet, H.; Riis-Nielsen, T. 2003. Forest biodiversity indicators in the Nordic countries. *Status based on National Forest Inventories*. Nordic Council of Ministers. TemaNord 2003. 108pp.

Travaglini, D.; Chirici, G. 2006. *Forest Biota. Forest Biodiversity Test-phase Assessments. Dead wood assessment*. Work report. Accademia Italiana di Scienze Forestali. [online] URL: <http://www.icp-forests.org/forestbiota/docs/MinutesAthens.doc>

Turner, M. G. 2005. Landscape Ecology: what is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36: 319-344.

UNEP. 1992. *Convention on biological Diversity*. United Nations Environment Programme. Nairobi. Kenya. [online] URL: <http://www.biodiv.org/convention/articles>

UNEP. 1995. *Global Biodiversity Assessments*. United Nations Environment Programme & Cambridge University Press. 1140 pp.

UNEP. 1997. Recommendations for a core set of indicators of biological biodiversity. *Convention on Biological Diversity*. UNEP/CBD/SBSTTA/3. Montreal.

UNEP, 2003. Proposed biodiversity indicators relevant to the 2010 target. UNEP/CBD/SBSTTA/9

Vallejo, R. 2005. El Mapa Forestal de España escala 1:50.000 (MFE50) como base del Tercer Inventario Forestal Nacional. *Actas de la I Reunión de Inventario y Teledetección Forestal. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.*, 19: 205-210.

Vessey, K.; Söderström, B.; Glimskar, A.; Svensson, B. 2001. Species-Richness correlations of six different *taxa* in Swedish seminatural Grasslands. *Conservation Biology*, 16(2): 430-439.

Villanueva Aranguren, J. A. (Dir.). 2008. Tercer Inventario Forestal Nacional: 1997-2007: Comunidad Autónoma del País Vasco - Euskadi: Álava - Araba. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 416 pp. + 1 CD-ROM + 1 mapa.

Vitousek, P. M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277: 494-499.

Whittaker, R. H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. En: HECHT *et al.* (Eds.). *Evolutionary biology*. Vol 10: 1-67. Plenum Press, New York.

WRI, WCU, UNEP. 1992. *Global Biodiversity Strategy. Guidelines for action to save, study and use earth's biotic wealth sustainably and equitably*. Library of Congress Catalog Card. 234pp.

ANEXO I. CLAVE DE LAS ESPECIES FORESTALES ARBÓREAS EN EL IFN

CÓD. ESPECIE	NOMBRE IFN	NOMBRE COMÚN
001	<i>Heberdenia bahamensis</i>	Aderno
007	<i>Acacia</i> spp.	Acacia
008	<i>Phillyrea latifolia</i>	Labiérnago
010	Sin asignar	Sin asignar
011	<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto
012	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano silvestre
013	<i>Celtis australis</i>	Almez
014	<i>Taxus baccata</i>	Tejo
015	<i>Crataegus</i> spp.	Crataegus
016	<i>Pyrus</i> spp.	Peral silvestre
017	<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro
018	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Chameciparis
019	Otras coníferas	Otras coníferas
020	<i>Pinus</i> spp.	Pinos
021	<i>Pinus sylvestris</i>	Pino silvestre
022	<i>Pinus uncinata</i>	Pino uncinata
023	<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero
024	<i>Pinus halepensis</i>	Pino halepensis
025	<i>Pinus nigra</i>	Pino laricio
026	<i>Pinus pinaster</i>	Pino pináster
027	<i>Pinus canariensis</i>	Pino canario
028	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata
029	Otros pinos	Otros pinos
030	Mezcla de coníferas	Coníferas, excepto pinos
031	<i>Abies alba</i>	Pinabete
032	<i>Abies pinsapo</i>	Pinsapo
033	<i>Picea abies</i>	Píceas
034	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Seudotsuga
035	<i>Larix</i> spp.	Alerce
036	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
037	<i>Juniperus communis</i>	Enebro común
038	<i>Juniperus thurifera</i>	Sabina albar
039	<i>Juniperus phoenicea</i>	Sabina negral
040	<i>Quercus</i> spp.	Quercus
041	<i>Quercus robur</i>	Roble pedunculado
042	<i>Quercus petraea</i>	Roble
043	<i>Quercus pyrenaica</i>	Rebollo
044	<i>Quercus faginea</i>	Quejigo fagínea
045	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	Encina

CÓD. ESPECIE	NOMBRE IFN	NOMBRE COMÚN
046	<i>Quercus suber</i>	Alcornoque
047	<i>Quercus canariensis</i>	Quejigo bética
048	<i>Quercus rubra</i>	Roble americano
049	Otros quercus	Otros quercus
050	Mezcla de árboles de ribera	Árboles ripícolas
051	<i>Populus alba</i>	Álamo
052	<i>Populus tremula</i>	Chopo temblón
053	<i>Tamarix</i> spp.	Taraje
054	<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso
055	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Fresno
056	<i>Ulmus minor</i>	Olmo
057	<i>Salix</i> spp.	Sauce
058	<i>Populus nigra</i>	Chopo
059	Otros árboles ripícolas	Otros árboles ripícolas
060	Mezcla de eucaliptos	Eucaliptos
061	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto globulus
062	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rostrata
063	Otros eucaliptos	Otros eucaliptos
064	<i>Eucalyptus nitens</i>	Eucalipto nitens
065	<i>Ilex aquifolium</i>	Acebo
066	<i>Olea europaea</i>	Acebuche
067	<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo
068	<i>Arbutus unedo</i>	Madroño
069	<i>Phoenix</i> spp.	Palmera
070	Mezcla de frondosas de gran porte	Frondosas de gran porte excepto <i>Quercus</i> (H.t.>10 m)
071	<i>Fagus sylvatica</i>	Haya
072	<i>Castanea sativa</i>	Castaño
073	<i>Betula</i> spp.	Abedul
074	<i>Corylus avellana</i>	Avellano
075	<i>Juglans regia</i>	Nogal
076	<i>Acer campestre</i>	Arce
077	<i>Tilia</i> spp.	Tilo
078	<i>Sorbus</i> spp.	Sorbus
079	<i>Platanus hispanica</i>	Plátano
080	Laurisilva	Laurisilva
081	<i>Myrica faya</i>	Faya
082	<i>Ilex canariensis</i>	Acebiño
083	<i>Erica arborea</i>	Brezo arbóreo
084	<i>Persea indica</i>	Viñátigo
085	<i>Sideroxylon marmulano</i>	Marmulan
086	<i>Picconia excelsa</i>	Palo blanco
087	<i>Ocotea phoetens</i>	Til
088	<i>Apollonias barbuja</i>	Barbusano

CÓD. ESPECIE	NOMBRE IFN	NOMBRE COMÚN
089	Otras laurisilvas	Otras laurisilvas.
090	Mezcla de pequeñas frondosas	Frondosas de pequeño porte (H.t.<10 m)
092	<i>Robinia pseudacacia</i>	Acacia robinia
094	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel
095	<i>Prunus</i> spp.	Prunus
096	<i>Rhus coriaria</i>	Zumaque
097	<i>Sambucus nigra</i>	Saúco negro
098	<i>Carpinus betulus</i>	Carpe
099	Otras frondosas	Otras frondosas
207	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia melanoxylon
215	<i>Crataegus monogyna</i>	Majuelo
217	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro deodara
219	<i>Tetraclinis articulata</i>	Arar
235	<i>Larix decidua</i>	Alerce común
236	<i>Cupressus arizonica</i>	Ciprés arizónica
237	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro oxicedro
238	<i>Juniperus turbinata</i>	Sabina canaria
243	<i>Quercus pubescens</i> (Q. <i>humilis</i>)	Roble húmilis
244	<i>Quercus lusitanica</i> (Q. <i>fruticosa</i>)	Quercus lusitanica
245	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>	Alsina
253	<i>Tamarix canariensis</i>	Tarajal
255	<i>Fraxinus excelsior</i>	Fresno excelsior
256	<i>Ulmus glabra</i>	Olmo montano
257	<i>Salix alba</i>	Sauce blanco
258	<i>Populus x canadensis</i>	Chopo híbrido
264	<i>Eucalyptus viminalis</i>	Eucalipto viminalis
268	<i>Arbutus canariensis</i>	Madroño canario
273	<i>Betula alba</i>	Abedul pubescens
275	<i>Juglans nigra</i>	Nogal
276	<i>Acer monspessulanum</i>	Arce de Montpellier
277	<i>Tilia cordata</i>	Tilo cordata
278	<i>Sorbus aria</i>	Mostajo
279	<i>Platanus orientalis</i>	Plátano oriental
281	<i>Myrica rivas-martinezii</i>	Faya herreña
282	<i>Ilex platyphylla</i>	Naranjero
283	<i>Erica scoparia</i>	Tejo, brezo arbóreo escopario
289	<i>Pleiomeris canariensis</i>	Delfino
291	<i>Buxus balearica</i>	Boj de Baleares
292	<i>Sophora japonica</i>	Acacia sofora
293	<i>Pistacia atlantica</i>	Cornicabra canaria
294	<i>Laurus azorica</i>	Loro, laurel

CÓD. ESPECIE	NOMBRE IFN	NOMBRE COMÚN
299	<i>Ficus carica</i>	Higuera
307	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia dealbata
315	<i>Crataegus laeviagata</i>	Espino majuelo
317	<i>Cedrus libani</i>	Cedrus libani
319	<i>Thuja</i> spp.	Thuja
335	<i>Larix leptolepis</i>	Alerce leptolepis
336	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés lambertiana
337	<i>Juniperus cedrus</i>	Enebro canario
344	<i>Quercus alpestris</i>	
355	<i>Fraxinus ornus</i>	Fresno orno
356	<i>Ulmus pumila</i>	Olmo pumilo
357	<i>Salix atrocinerea</i>	Bardaguera
364	<i>Eucalyptus gomphocephalus</i>	Eucalipto gonfo
373	<i>Betula pendula</i>	Abedul péndula
376	<i>Acer negundo</i>	Arce negundo
377	<i>Tilia platyphyllos</i>	Tilo común
378	<i>Sorbus aucuparia</i>	Serbal de cazadores
389	<i>Rhamnus glandulosa</i>	Sanguino
392	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Acacia gleditsia
395	<i>Prunus avium</i>	Cerezo silvestre
399	<i>Morus</i> spp.	Morera
415	<i>Crataegus lacinata</i>	Majoletto
435	<i>Larix x eurolepis</i>	Alerce híbrido
436	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés americano
437	<i>Juniperus oxycedrus subesp. macrocarpa</i>	
444	<i>Quercus faginea subesp. Broteroi</i>	
457	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón
464	<i>Eucalyptus robusta</i>	Eucalipto robusto
469	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera
476	<i>Acer opalus</i>	Arce ópalus
478	<i>Sorbus domestica</i>	Serbal común
489	<i>Visnea mocanera</i>	Mocan
495	<i>Prunus lusitanica</i>	Loro, Hija
499	<i>Morus alba</i>	Morera blanca
515	<i>Crataegus azarolus</i>	Espino
557	<i>Salix cantabrica</i>	Sauce cantábrico
569	<i>Dracaena draco</i>	Drago
576	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Arce seudoplátano
578	<i>Sorbus torminalis</i>	Serbal torminal
595	<i>Prunus padus</i>	Prunus padus
599	<i>Morus nigra</i>	Morera negra
657	<i>Salix caprea</i>	Sauce cabruno

CÓD. ESPECIE	NOMBRE IFN	NOMBRE COMÚN
676	<i>Acer platanoides</i>	Arce platanoide
678	<i>Sorbus latifolia</i>	Serbal de hoja ancha
757	<i>Salix elaeagnos</i>	Sarga
778	<i>Sorbus chamaemespilus</i>	Serbal chame
857	<i>Salix fragilis</i>	Mimbre
858	<i>Salix canariensis</i>	Sauce canario
957	<i>Salix purpurea</i>	Mimbrera

ANEXO II. CLAVE DE LAS ESPECIES DE MATORRAL EN EL IFN4

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1163	<i>Adenocarpus decorticans</i>	Cenizo
2163	<i>Adenocarpus gibbsianus</i>	Rascavieja
2103	<i>Adenocarpus spp.</i>	Codeso
10103	<i>Adenocarpus telonensis</i>	Escobón prieto
200	<i>Amelanchier ovalis</i>	Guillormo, durillo agrio
150	<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	Carrizo
1175	<i>Anagyris foetida</i>	Altramuz hediondo, altramuz del diablo
175	<i>Anagyris spp.</i>	Altramuz
125	<i>Anthyllis cytisoides</i>	Albaida
107	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Gayuba
159	<i>Artemisia canariensis</i>	Mol
1159	<i>Artemisia reptans</i>	Amuley, incienso menudo
126	<i>Artemisia spp.</i>	Amuley, incienso menudo
2159	<i>Artimisia barrelieri</i>	Boja, boja follonera
3159	<i>Artimisia campestris</i>	Abrótano del campo
138	<i>Asparagus spp.</i>	Esparraguera
6104	<i>Astragalus spp.</i>	Astragalos
133	<i>Atriplex spp.</i>	Orgaza
116	<i>Berberis vulgaris</i>	Agracejo
4124	<i>Buplerum gibraltaricum</i>	Cuchilleja, crujía
2124	<i>Bupleurum frutescens</i>	Cuchillejo, hinojo de perro
1124	<i>Bupleurum fruticosum</i>	Adelfilla, matabuey
3124	<i>Bupleurum spinosum</i>	Pelagarco, pendejo
124	<i>Bupleurum spp.</i>	Adelfilla, pendejo
9100	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj
2104	<i>Calicotome spinosa</i>	Boj
3104	<i>Calicotome villosa</i>	Retama espinosa, aulaga espinosa
106	<i>Calluna vulgaris</i>	Brecina
160	<i>Chamaecytisus proliferus</i>	Tagasaste
3690	<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito
136	<i>Chamaespartium tridentatum</i>	Carquesa, carcasa
3101	<i>Cistus albidus</i>	Estepa blanca, jara blanca
4101	<i>Cistus clusii</i>	Romero macho
7101	<i>Cistus crispus</i>	Jara rizada, jaguarzo prieto
1101	<i>Cistus ladanifer</i>	Jara pringosa
8101	<i>Cistus laurifolius</i>	Jara estepa
10101	<i>Cistus libanotis</i>	Romerina

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
5101	<i>Cistus monspeliensis</i>	Jaguarzo negro, estepa negra
2101	<i>Cistus populifolius</i>	Jarón, Jara cervuna
11101	<i>Cistus psilosepalus</i>	Carpaza, carpazo
6101	<i>Cistus salvifolius</i>	Jaguarzo morisco, jaguarzo vaquero
101	<i>Cistus spp.</i>	Jara, jaguarzo, estepa
9101	<i>Cistus symphytifolius</i>	Amagante
1132	<i>Clematis flammula</i>	Azahar bravo, hierba de Job
132	<i>Clematis spp.</i>	Clemátides
2132	<i>Clematis vitalba</i>	Abrazadera, hierba de los pordioseros
7103	<i>Colutea arborescens</i>	Abrazadera, hierba de los pordioseros
1172	<i>Corema album</i>	Camarina
172	<i>Corema spp.</i>	Camarina
139	<i>Coriaria myrtifolia</i>	Emborrachacabras
900	<i>Cornus sanguinea</i>	Cornejo
152	<i>Coronilla emerus</i>	Aliaguetto (Aragón), coletuy, coroneta
1152	<i>Coronilla glauca</i>	Coletuy, coronilla, lentejuela
3152	<i>Coronilla juncea</i>	Coronilla
2152	<i>Coronilla minima</i>	Coletuy, coroneta, coronilla de rey
5104	<i>Coronilla spp.</i>	Coronilla
118	<i>Cotoneaster spp.</i>	Cotoneaster
153	<i>Cytisophyllum sessilifolium</i>	Rubiana redonda
1187	<i>Cytisus baeticus</i>	Escobón negro
1188	<i>Cytisus grandiflorus</i>	Escobón
1168	<i>Cytisus malacifitanus</i>	Escobón, retama de escobas
1167	<i>Cytisus scoparius</i>	Retama negra
4104	<i>Cytisus spp.</i>	Piorno, escobón
1189	<i>Cytisus striatus</i>	Escobón morisco
1191	<i>Cytisus tribracteolatus</i>	Rubiana redonda
1190	<i>Cytisus villosus</i>	Rubiana peluda
120	<i>Daboecia cantabrica</i>	Tamborella
1110	<i>Daphne gnidium</i>	Torvisco, matapollo, bufalaga
2110	<i>Daphne laureola</i>	adelfilla, laureola, torvisco macho
3110	<i>Daphne mezereum</i>	Laureola hembra, matababras
110	<i>Daphne spp.</i>	Torvisco
178	<i>Dittrichia viscosa</i>	Altabaca
1154	<i>Dorycnium hirsutum</i>	Bocha, bocha peluda, encibar
154	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	Bocha basta, bocha blanca
7104	<i>Dorycnium spp.</i>	Doricnium
1177	<i>Echinospartum boissieri</i>	Albulaga piorno fino
177	<i>Echinospartum spp.</i>	Albulaga

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
161	<i>Echium sp.</i>	Albulaga
1173	<i>Ephedra fragilis</i>	Hierba de las coyunturas
173	<i>Ephedra spp.</i>	Efedra
1102	<i>Erica arborea</i>	Brezo blanco
2102	<i>Erica australis</i>	Brezo colorado, brezo rubio
8102	<i>Erica ciliaris</i>	Carroncha, argaña
5102	<i>Erica cinerea</i>	Brezo ceniciento
9102	<i>Erica erigena</i>	Brezo irlandés
4102	<i>Erica multiflora</i>	Brezo de invierno
6102	<i>Erica scoparia</i>	Brezo de escobas
102	<i>Erica spp.</i>	Brezo
7102	<i>Erica umbellata</i>	Mogariza, quiruela
3102	<i>Erica vagans</i>	Ruyón, rugón
1166	<i>Erinacea anthyllis</i>	Piorno azul, asiento de monja
1104	<i>Erinacea spp.</i>	Erinácea, aulaga almohadillada
500	<i>Euonymus europaeus</i>	Botonero
3162	<i>Euphorbia aphylla</i>	Tolda
1162	<i>Euphorbia canariensis</i>	Cardón
2162	<i>Euphorbia handiensis</i>	Cardoncillo, cardón peludo
162	<i>Euphorbia sp.</i>	Euforbia
300	<i>Frangula alnus</i>	Arraclán
6155	<i>Genista baetica</i>	Genista
5155	<i>Genista balansae</i>	Piorno
8155	<i>Genista cinerea</i>	Hiniesta
10155	<i>Genista hirsuta</i>	Tojo alfiletero, aulaga merina
9155	<i>Genista linifolia</i>	Escobón blanco, retama fina
1155	<i>Genista monspessulana</i>	Escobón de Montpellier
2155	<i>Genista patens</i>	Hiniesta borde
3155	<i>Genista scorpius</i>	Aliaga, aulaga, aulaga judía
155	<i>Genista spp.</i>	Genista
11155	<i>Genista triacanthos</i>	Aulaga morisca
12155	<i>Genista tridens</i>	Aulaga de tres puntas
13155	<i>Genista tridentata</i>	Genista
4155	<i>Genista triflora</i>	Ginesta triflora, escobón
7155	<i>Genista umbellata</i>	Bolina
14155	<i>Genista versicolor</i>	Piorno amarillo
9104	<i>Genistella spp.</i>	Genistela
140	<i>Globularia alypum</i>	Coronilla de fraile
4117	<i>Halimium atripicifolium</i>	Jara del diablo, jara blanca
2117	<i>Halimium commutatum</i>	Romera
1117	<i>Halimium halimifolium</i>	Jaguarzo blanco

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
3117	<i>Halimium lasianthum</i>	Carpaza amarilla
117	<i>Halimium spp.</i>	Jaguarzo
141	<i>Hedera helix</i>	Hiedra
142	<i>Helianthemum spp.</i>	Heliantemo
128	<i>Helichrysum stoechas</i>	Manzanilla de monte, amaranto
1128	<i>Helicrisum italicum</i>	Siempreviva de monte, boja yesquera
163	<i>Hypericum canariensis</i>	Granadilla
143	<i>Jasminum fruticans</i>	Jazmín silvestre
3700	<i>Juniperus communis spp alpina</i>	Enebro rastrero
1139	<i>Juniperus sabina</i>	Sabina rastrera
164	<i>Kleinia neriifolia</i>	Berode, berol
185	<i>Launaea arborescens</i>	Rascamoños, cardavieja
3109	<i>Lavandula lanata</i>	Alhucema bravía, alhucemón
1109	<i>Lavandula latifolia</i>	Espliego
109	<i>Lavandula spp.</i>	Lavandula
2109	<i>Lavandula stoechas</i>	Cantueso
112	<i>Ligustrum vulgare</i>	Aligustre
182	<i>Lithodora sp.</i>	Aligustre
1144	<i>Lonicera etrusca</i>	Madreselva etrusca, matahombres
2144	<i>Lonicera implexa</i>	Madreselva entrelazada
3144	<i>Lonicera periclymenum</i>	Madreselva, madreselva española
4144	<i>Lonicera pyrenaica</i>	Madreselva de roca
144	<i>Lonicera spp.</i>	Madreselva
5144	<i>Lonicera xylosteum</i>	Cerecillo
158	<i>Maytenus canariensis</i>	Peralillo
1158	<i>Maytenus senegalensis</i>	Cambrón, arto negro
145	<i>Medicago arborea</i>	Alfalfa arbórea, mielga real
600	<i>Myrtus communis</i>	Mirto
146	<i>Nerium oleander</i>	Adelfa
8104	<i>Ononis spp.</i>	Ononis
156	<i>Ononis tridentata</i>	Arnacho, arnal
1135	<i>Osyris alba</i>	Retama loca, guardalobos
2135	<i>Osyris quadripartita</i>	Bayón
135	<i>Osyris spp.</i>	Osyris
103	<i>Otras papilionoideas altas</i>	Otras papilionoideas altas (H.t. > 1,5m)
104	<i>Otras papilionoideas bajas</i>	Otras papilionoideas bajas (H.t. < 1,5m)
147	<i>Paliurus spina-christi</i>	Espina santa, espina de Cristo
183	<i>Periploca laevigata</i>	Cornical, cornicabra
113	<i>Phillyrea angustifolia</i>	Labiérnago
1171	<i>Phlomis lychnitis</i>	Matagallos amarillo

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
2171	<i>Phlomis purpurea</i>	Matagallo
171	<i>Phlomis spp.</i>	Flomis
111	<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco
9300	<i>Pistacia terebinthus</i>	Cornicabra
148	<i>Prunus mahaleb</i>	Cerezo de Santa Lucía, cercino
1148	<i>Prunus ramburii</i>	Espino negro
2950	<i>Prunus spinosa</i>	Endrino
105	<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja
1105	<i>Quercus fruticosa</i>	Sin asignar
2165	<i>Retama mosnosperma</i>	Retama blanca
1165	<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama común
4103	<i>Retama spp.</i>	Retama
6122	<i>Rhamnus alaternus</i>	Agracejo, carrasquilla
400	<i>Rhamnus alaternus</i>	Agracejo, carrasquilla
3122	<i>Rhamnus alpinus</i>	Pudol
1122	<i>Rhamnus lycioides</i>	Escambrones, espino negro
5122	<i>Rhamnus myrtifolius</i>	Agracejo, espino
4122	<i>Rhamnus oleoides</i>	Espino olivero, espino prieto
2122	<i>Rhamnus saxatilis</i>	Espino de tintes
122	<i>Rhamnus spp.</i>	Espino de tintes
1108	<i>Rhododendrom ponticum</i>	Hojaranzo
108	<i>Rhododendron spp.</i>	Rododendro, bujo
1131	<i>Ribes alpinum</i>	Grosellero de los Alpes
2131	<i>Ribes rubrum</i>	Grosellero rojo
131	<i>Ribes spp.</i>	Grosellero
119	<i>Rosa spp.</i>	Rosa
114	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero, romero macho
1114	<i>Rosmarinus tomentosus</i>	Romero blanco
1121	<i>Rubus caesius</i>	Zarza de los rastrojos, mora pajarera
2121	<i>Rubus idaeus</i>	Frambueso
121	<i>Rubus spp.</i>	Zarza
3121	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora
166	<i>Rumex lunaria</i>	Calcosa
130	<i>Ruscus aculeatus</i>	Rusco
1130	<i>Ruscus hypophyllum</i>	Laurel alejandrino común, laureola
186	<i>Salsola sp.</i>	Laurel alejandrino común, laureola
197	<i>Sambucus palmensis</i>	Sáuco canario
2970	<i>Sambucus racemosa</i>	Sáuco rojo
127	<i>Santolina rosmarinifolia</i>	Santolina, botonera
1127	<i>Santolina sp.</i>	Santolina, botonera
8103	<i>Sarothamnus scoparius</i>	Sin asignar

CÓDIGO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
5103	<i>Sarothamnus vulgaris</i>	Sin asignar
181	<i>Securinega tinctoria</i>	Tamujo
180	<i>Sideritis sp.</i>	Tamujo
149	<i>Smilax aspera</i>	Zarzaparrilla
9103	<i>Spartium junceum</i>	Retama de olor
3103	<i>Spartium spp.</i>	Retama de olor
134	<i>Spiraea spp.</i>	Espírea
176	<i>Staurucanthus boivinii</i>	Tojo, tojo de Boivín
165	<i>Teline sp.</i>	Tojo, tojo de Boivín
1179	<i>Teucrium fruticans</i>	Olivilla blanca
179	<i>Teucrium spp.</i>	Teucrium
151	<i>Thymelaea spp.</i>	Tiemelaea
4129	<i>Thymus albicans</i>	Almoradux, mejorana
3129	<i>Thymus baeticus</i>	Tomillo gris, tomillo limonero
5129	<i>Thymus granatensis</i>	Tomillo serpol, hierba luna
1129	<i>Thymus mastichina</i>	Tomillo blanco, mejorana silvestre
129	<i>Thymus spp.</i>	Tomillo
2129	<i>Thymus zygis</i>	Tomillo salsero
61103	<i>Ulex baeticus</i>	Aulaga vaquera
1164	<i>Ulex canescens</i>	Tojo encanecido
81103	<i>Ulex eriocladus</i>	Aulaga prieta, tojo moruno
71103	<i>Ulex minor</i>	Tojo gateño
157	<i>Ulex parviflorus</i>	Aulaga, aulaga moruna
1103	<i>Ulex spp.</i>	Tojo, aulaga
137	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Arándano
1170	<i>Vella spinosa</i>	Piorno de crucecillas
170	<i>Vella spp.</i>	Vella
1115	<i>Viburnum rigidum</i>	Ahojillado, barbadija
115	<i>Viburnum spp.</i>	Viburno
2115	<i>Viburnum tinus</i>	Durillo
174	<i>Vitis vinifera</i>	Vid
184	<i>Withania frutescens</i>	Oroval arbustiva
123	<i>Zizyphus lotus</i>	Azufaifo, arto

ANEXO III. TARIFAS DEL IFN4 UTILIZADAS PARA LA CUBICACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS

Para cubicar la madera muerta de los pies mayores muertos en pie y de los pies mayores muertos caídos, se utilizan las siguientes ecuaciones considerando:

- La especie determinada en la toma de datos
- La "Forma de cubicación":
- Los "Modelo 1" y "Modelo 11" para el volumen maderable con corteza
- El "Modelo 12" para el volumen de leñas gruesas

Se calcula y se genera de este modo, en cada parcela, para cada especie y para cada grado de descomposición, el volumen con corteza/ha y el Número de pies/ha.

Los modelos considerados son:

Modelo 1: $VCC = a + b (d)^2 \times h$

Modelo 11: $VCC = p \times (d)^q \times (h)^r$

Modelo 12: $VLE = p \times (d)^q$

donde

VCC = volumen maderable con corteza en decímetros cúbicos (dm³)

VLE = volumen de leñas gruesas en dm³

d = diámetro normal en milímetros (mm)

h = altura total en metros (m)

a, b, c, p, q, r = coeficientes del modelo

A continuación se presentan los valores que toma cada coeficiente en función de la especie, forma de cubicación, parámetro y modelo.

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
007	3	VCC	1	-3,740000	0,000294	---	---	---
007	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
008	3	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
008	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
008	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
008	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
012	4	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
012	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
012	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
012	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
014	2	VCC	1	28,730000	0,000346	---	---	---
014	2	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
014	5	VCC	1	28,730000	0,000346	---	---	---
014	5	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
015	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
015	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
016	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
016	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
016	3	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
016	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
016	4	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
016	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
016	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
016	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
018	2	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
018	2	VLE	12	---	---	0,001414	1,731130	---
021	2	VCC	1	14,580000	0,000344	---	---	---
021	2	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
021	3	VCC	1	7,220000	0,000307	---	---	---
021	3	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
021	5	VCC	1	36,680000	0,000206	---	---	---
021	5	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
023	2	VCC	11	---	---	0,001426	1,766730	0,988820
023	2	VLE	12	---	---	0,000001	3,045580	---
026	1	VCC	1	42,990000	0,000290	---	---	---
026	1	VLE	12	---	---	0,000056	2,240280	---
026	2	VCC	1	42,990000	0,000290	---	---	---
026	2	VLE	12	---	---	0,000056	2,240280	---
026	3	VCC	1	14,090000	0,000323	---	---	---
026	3	VLE	12	---	---	0,000056	2,240280	---
026	5	VCC	1	38,410000	0,000208	---	---	---
026	5	VLE	12	---	---	0,000056	2,240280	---
028	1	VCC	1	48,730000	0,000253	---	---	---
028	1	VLE	12	---	---	0,001414	1,731130	---
028	2	VCC	1	48,730000	0,000253	---	---	---
028	2	VLE	12	---	---	0,001414	1,731130	---
028	3	VCC	1	2,290000	0,000254	---	---	---
028	3	VLE	12	---	---	0,001414	1,731130	---
028	5	VCC	1	48,730000	0,000253	---	---	---
028	5	VLE	12	---	---	0,001414	1,731130	---
033	2	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
033	2	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
034	2	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
034	2	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
034	3	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
034	3	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
034	5	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
034	5	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
041	1	VCC	1	72,950000	0,000251	---	---	---
041	1	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
041	2	VCC	1	72,950000	0,000251	---	---	---
041	2	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
041	3	VCC	1	17,780000	0,000099	---	---	---
041	3	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
041	4	VCC	1	118,860000	0,000084	---	---	---
041	4	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
041	5	VCC	1	48,870000	0,000200	---	---	---
041	5	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
041	6	VCC	1	48,870000	0,000200	---	---	---
041	6	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
042	1	VCC	1	237,580000	0,000211	---	---	---
042	1	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
042	2	VCC	1	237,580000	0,000211	---	---	---
042	2	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
042	3	VCC	1	17,780000	0,000099	---	---	---
042	3	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
042	4	VCC	1	146,280000	0,000082	---	---	---
042	4	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
042	5	VCC	1	24,290000	0,000204	---	---	---
042	5	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
042	6	VCC	1	24,290000	0,000204	---	---	---
042	6	VLE	12	---	---	0,000379	2,026910	---
043	2	VCC	1	31,240000	0,000267	---	---	---
043	2	VLE	12	---	---	0,000094	2,272360	---
043	3	VCC	1	15,140000	0,000140	---	---	---
043	3	VLE	12	---	---	0,000094	2,272360	---
043	4	VCC	1	42,940000	0,000171	---	---	---
043	4	VLE	12	---	---	0,000094	2,272360	---
043	5	VCC	1	36,920000	0,000210	---	---	---
043	5	VLE	12	---	---	0,000094	2,272360	---
043	6	VCC	1	36,920000	0,000210	---	---	---
043	6	VLE	12	---	---	0,000094	2,272360	---
044	2	VCC	11	---	---	0,000926	1,894570	0,794900
044	2	VLE	12	---	---	0,000036	2,469920	---
044	3	VCC	11	---	---	0,000587	2,109460	0,360800
044	3	VLE	12	---	---	0,000036	2,469920	---
044	5	VCC	11	---	---	0,000672	1,945930	0,708580
044	5	VLE	12	---	---	0,000036	2,469920	---
045	2	VCC	1	49,260000	0,000261	---	---	---
045	2	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
045	3	VCC	1	13,080000	0,000271	---	---	---
045	3	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
045	4	VCC	1	38,700000	0,000195	---	---	---
045	4	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
045	5	VCC	1	26,440000	0,000230	---	---	---
045	5	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
046	2	VCC	1	49,260000	0,000261	---	---	---
046	2	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
046	4	VCC	1	38,700000	0,000195	---	---	---
046	4	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
048	2	VCC	1	-1,960000	0,000286	---	---	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
048	2	VLE	12	---	---	0,000012	2,638520	---
049	2	VCC	1	72,950000	0,000251	---	---	---
049	2	VLE	12	---	---	0,000048	2,359620	---
051	2	VCC	1	30,910000	0,000260	---	---	---
051	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
052	2	VCC	1	27,330000	0,000278	---	---	---
052	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
054	2	VCC	1	39,310000	0,000222	---	---	---
054	2	VLE	12	---	---	0,000931	1,831290	---
054	3	VCC	1	39,310000	0,000222	---	---	---
054	3	VLE	12	---	---	0,000931	1,831290	---
054	5	VCC	1	39,310000	0,000222	---	---	---
054	5	VLE	12	---	---	0,000931	1,831290	---
055	2	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
055	2	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
055	3	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
055	3	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
055	5	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
055	5	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
055	6	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
055	6	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
056	2	VCC	1	24,820000	0,000263	---	---	---
056	2	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
056	3	VCC	1	24,820000	0,000263	---	---	---
056	3	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
057	2	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
057	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
057	3	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
057	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
057	4	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
057	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
057	5	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
057	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
058	2	VCC	1	56,040000	0,000242	---	---	---
058	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
058	5	VCC	1	59,080000	0,000129	---	---	---
058	5	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
061	1	VCC	1	40,560000	0,000250	---	---	---
061	1	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
061	2	VCC	1	40,560000	0,000250	---	---	---
061	2	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
061	3	VCC	1	-1,970000	0,000190	---	---	---
061	3	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
061	5	VCC	1	21,500000	0,000112	---	---	---
061	5	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
063	2	VCC	1	40,560000	0,000250	---	---	---
063	2	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
063	5	VCC	1	21,500000	0,000112	---	---	---
063	5	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
064	2	VCC	1	3,440000	0,000263	---	---	---
064	2	VLE	12	---	---	0,001747	1,731730	---
065	2	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
065	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
065	3	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
065	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
065	5	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
065	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
068	2	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
068	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
068	3	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
068	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
068	5	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
068	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
071	1	VCC	1	126,350000	0,000229	---	---	---
071	1	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
071	2	VCC	1	126,350000	0,000229	---	---	---
071	2	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
071	3	VCC	1	12,810000	0,000144	---	---	---
071	3	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
071	4	VCC	1	82,870000	0,000131	---	---	---
071	4	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
071	5	VCC	1	82,870000	0,000131	---	---	---
071	5	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
071	6	VCC	1	82,870000	0,000131	---	---	---
071	6	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
072	2	VCC	1	62,480000	0,000217	---	---	---
072	2	VLE	12	---	---	0,000021	2,526130	---
072	3	VCC	1	9,210000	0,000165	---	---	---
072	3	VLE	12	---	---	0,000021	2,526130	---
072	4	VCC	1	77,740000	0,000134	---	---	---
072	4	VLE	12	---	---	0,000021	2,526130	---
072	5	VCC	1	77,740000	0,000134	---	---	---
072	5	VLE	12	---	---	0,000021	2,526130	---
072	6	VCC	1	77,740000	0,000134	---	---	---
072	6	VLE	12	---	---	0,000021	2,526130	---
073	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
073	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
074	2	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
074	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
074	3	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
074	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
074	4	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
074	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
074	5	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
074	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
075	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
075	2	VLE	12	---	---	0,000000	3,525470	---
075	4	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
075	4	VLE	12	---	---	0,000000	3,525470	---
075	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
075	5	VLE	12	---	---	0,000000	3,525470	---
076	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
076	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
076	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
076	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
077	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
077	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
077	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
077	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
077	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
077	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
078	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
078	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
079	2	VCC	1	56,040000	0,000242	---	---	---
079	2	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
079	5	VCC	1	59,080000	0,000129	---	---	---
079	5	VLE	12	---	---	0,000047	2,381420	---
092	2	VCC	1	56,040000	0,000242	---	---	---
092	2	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
092	3	VCC	1	0,680000	0,000234	---	---	---
092	3	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
092	5	VCC	1	59,080000	0,000129	---	---	---
092	5	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
094	2	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
094	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
094	3	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
094	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
094	4	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
094	4	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
094	5	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
094	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
095	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
095	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
095	3	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
095	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
095	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
095	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
097	2	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
097	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
097	3	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
097	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
097	5	VCC	1	21,560000	0,000097	---	---	---
097	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
099	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
099	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
099	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
099	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
207	2	VCC	1	-3,740000	0,000294	---	---	---
207	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
207	3	VCC	1	-3,740000	0,000294	---	---	---
207	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
207	5	VCC	1	-3,740000	0,000294	---	---	---
207	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
215	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
215	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
215	3	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
215	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
215	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
215	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
235	2	VCC	1	4,530000	0,000317	---	---	---
235	2	VLE	12	---	---	0,000119	2,146450	---
245	2	VCC	1	49,260000	0,000261	---	---	---
245	2	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
245	3	VCC	1	13,080000	0,000271	---	---	---
245	3	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
245	4	VCC	1	38,700000	0,000195	---	---	---
245	4	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
245	5	VCC	1	26,440000	0,000230	---	---	---
245	5	VLE	12	---	---	0,000032	2,565960	---
255	2	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
255	2	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
255	3	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
255	3	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
255	4	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
255	4	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
255	5	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
255	5	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
255	6	VCC	1	37,560000	0,000231	---	---	---
255	6	VLE	12	---	---	0,000027	2,517970	---
256	2	VCC	1	24,820000	0,000263	---	---	---
256	2	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
256	3	VCC	1	24,820000	0,000263	---	---	---
256	3	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
256	5	VCC	1	24,820000	0,000263	---	---	---
256	5	VLE	12	---	---	0,000013	2,579130	---
257	2	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
257	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
257	3	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
257	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
257	4	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
257	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
257	5	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
257	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
258	2	VCC	1	56,040000	0,000242	---	---	---
258	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
273	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
273	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
273	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
273	3	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
273	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
273	5	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
277	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
277	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
277	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
277	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
278	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
278	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
278	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
278	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
278	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
278	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
357	2	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
357	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
357	3	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
357	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
357	4	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
357	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
357	5	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
357	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
373	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
373	2	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
373	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
373	5	VLE	12	---	---	0,000125	2,167230	---
377	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
377	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
377	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
377	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
377	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
377	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
378	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
378	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
378	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
378	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
378	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
378	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---

Especie	Forma de cubicación	Parámetro	Modelo	a	b	p	q	r
395	2	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
395	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
395	3	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
395	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
395	5	VCC	1	62,780000	0,000190	---	---	---
395	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
457	5	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
457	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
476	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
476	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
576	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
576	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
576	3	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
576	3	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
576	5	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
576	5	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---
657	2	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
657	2	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
657	3	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
657	3	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
657	4	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
657	4	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
657	5	VCC	1	109,530000	0,000148	---	---	---
657	5	VLE	12	---	---	0,001660	1,773600	---
676	2	VCC	1	23,460000	0,000228	---	---	---
676	2	VLE	12	---	---	0,001063	1,851530	---