MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MONTES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA

UCAV

www.ucavila.es

TRABAJO FIN DE MÁSTER

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CRECIMIENTO DE OCHO CONÍFERAS EN LA FINCA DE FONTMARTINA (MONTSENY)

Alumno: KEVIN OLIVER DEL REY MORRIS

Director: FERNANDO HERRÁEZ GARRIDO

Convocatoria: SEPTIEMBRE **Año: 2019**

RESUMEN

En este documento se presentan unos datos de comparación de volumen con corteza de diferentes especies para poder dotar de un fundamento científico la elección de especies forestales en los futuros proyectos de repoblación en el macizo del Montseny.

Para dicho propósito se realizaron los trabajos de campo pertinentes para la medición de diámetros y alturas de individuos de ocho especies de coníferas que eran dominantes en alguna de las diferentes unidades de superficie en que se dividió la finca de Can Planas de Fontmartina, en el Parque Natural del Montseny. Un total de 41 parcelas fueron identificadas con dichas especies. Por medio de la información contenida en el IFN II se obtuvo el VCC de cada clase diamétrica de las diferentes especies y se confrontaron con las clases diamétricas más representadas de cada conífera.

Los resultados muestran como - a ciertas alturas de los respectivos turnos por especie - *Pseudotsuga menziesii* muestra valores de VCC totales por hectárea mayores al resto de especies. *Pinus pinaster* y *Cedrus atlantica* muestran valores entre 500 y 600 m^3/ha, aunque a densidades muy dispares. *Cedrus atlantica* es la especie con mayores diámetros en el estudio, hecho a tener en cuenta si el objetivo final de la repoblación es el aprovechamiento forestal.

Sin más estudios que lo corroboren se descarta el uso de *Picea abies*, por presentar masas con alta mortalidad y fustes rotos, así como de *Pinus uncinata* por presentar los valores de crecimiento más bajos.

En último lugar, y tomando en cuenta un escenario de previsible calentamiento global, se observa que *Pinus ponderosa*, *Cedrus atlantica* y *Pseudotsuga menziesii* parecen ser las tres especies con un mayor margen de respuesta a las condiciones cambiantes.

AGRADECIMIENTOS

Liam, empecé esto sin que estuvieras aquí pero hoy lo acabo por ti; por ti y un poco, por mi ego. Gracias por darme el tiempo y el poder haber dormido.

Alex, la única que me aguantaste cuando no tenía ganas ni ánimos para continuar. Te lo debo.

Jordi, no puedes ser el primero al que agradecérselo porque me echan de casa, pero tú lo has hecho fácil, has sido paciente y ante la duda no has vacilado en echarme una mano. Gracias por guiarme.

Encarna, te debo las cervezas prometidas por ayudarme en la confección de los planos.

ÍNDICE

Resumen **1**

Agradecimientos **2**

Índice **3**

Índice de Figuras **5**

Índice de Tablas **6**

Abreviaturas **7**

1. Antecedentes **8**

2. Objetivos **12**

3. Descripción bibliográfica de las especies **13**

3.1. Abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) 13

3.2. Cedro del Himalaya (*Cedrus deodara*) 14

3.3. Cedro del Atlas (*Cedrus atlantica*) 15

3.4. Pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) 16

3.5. Pino rodeno (*Pinus pinaster*) 17

3.6. Pino silvestre (*Pinus sylvestris*) 18

3.7. Pino negro (*Pinus uncinata*) 19

3.8. Abeto (*Abies alba*) 20

4. Descripción de la zona de estudio **22**

4.1. Características climáticas 24

5. Metodología **27**

5.1. Estratificación de la finca 28

5.2. Intensidad de muestreo e inventario 30

5.3. Análisis de los datos obtenidos 33

5.3.1. Cálculo de la altura según especie 33

5.3.2. Cálculo del área basimétrica 34

5.3.3. Cálculo del volumen con corteza 34

5.3.4. Cálculo del error por especie 35

6. Resultados y discusión **36**

6.1. Comparativa de crecimientos según VCC 36

6.1.1. Existencias medias por especie 36

6.1.2. Clases diamétricas más representadas según especie 37

6.1.2.1. Clase diamética más numerosa para *Pseudotsuga menziesii* 37

6.1.2.2. Clase diamétrica más numerosa para *Cedrus deodara* 38

6.1.2.3. Clase diamétrica más numerosa para *Cedrus atlantica* 39

6.1.2.4. Clase más diamétrica más numerosa para *Pinus ponderosa* 40

6.1.2.5. Clase diamétrica más numerosa para *Pinus pinaster* 41

6.1.2.6. Clase diamétrica más numerosa para *Pinus Sylvestris* 41

6.1.2.7. Clase diamétrica más numerosa para *Pinus uncinata* 42

6.1.2.8. Clase diamétrica más numerosa para *Abies alba* 42

6.2. Comparativa de crecimientos según altura 43

6.3. Comparativa entre densidad y clases diamétricas 44
6.4. Errores en base al área basimétrica 45
7. conclusiones 51
Bibliografía 53
Anexos 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación de la finca de Can Planas de Fontmartina. Fuente: Diputación de Barcelona. 22
Figura 2. Perímetro de la finca de Can Planas de Fontmartina. Fuente: Archivo del autor. 23
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Gaussen para Fontmartina. 25
Figura 4. Climodiagrama de Walter-Lieth para Fontmartina. 26
Figura 5. Existencias en VCC y densidad media de las diferentes especies. 36
Figura 6. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 40. 37
Figura 7. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 40. 37
Figura 8. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30. 38
Figura 9. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 30. 38
Figura 10. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 50. 39
Figura 11. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 50. 39
Figura 12. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 25. 40
Figura 13. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 25. 40
Figura 14. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30. 41
Figura 15. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 25. 41
Figura 16. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 15. 42
Figura 17. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30. 42
Figura 18. Altura de las diferentes especies según la clase diamétrica. 43
Figura 19. Distribución de las densidades según clases diamétricas. 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de temperatura (T) y pluviometría (P) para el período abr. 1992 – may. 2016. 25

Tabla 2. Unidades de actuación y principales características. 32

Tabla 3. Error según área basimétrica por especies 45

ABREVIATURAS

AB. Área basimétrica o basal

CPF. Centro de la Propiedad Forestal

DB. Diputación de Barcelona

GC. Generalitat de Cataluña

ICGC. Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña

IFN II. Inventario Forestal Nacional II

VCC. Volumen con corteza

1. ANTECEDENTES

El Parque Natural del Montseny y Reserva de la Biosfera se alza actualmente como uno de los parques emblema de Cataluña, debido a sus particularidades ecológicas, su característico enclave, la cultura que la envuelve y la relación hombre naturaleza que se lleva dando desde hace siglos.

El interés por la preservación de este macizo del Montseny ya se demostró a finales del siglo XIX de la mano de los primeros excursionistas que impulsaron el proceso de descubrimiento de los valores naturales y culturales de la zona. En 1879, Antoni Massó, uno de los fundadores de la Asociación Catalana de Excursiones Científicas, ya proclamaba la necesidad de protección de estos bosques: "*se ha de evitar la destrucción de estos magníficos bosques de hayas colosales, gigantes de la vegetación, tan poéticos como útiles*".

Con estos antecedentes, y después de una primera iniciativa de aplicación de una figura jurídica de protección en el año 1922, es el gobierno de Primo de Rivera el que aprueba la creación del Patronato de la Montaña del Montseny en el 1928, a través de un decreto que establecía unas indicaciones genéricas en relación al área que tenía que gestionar el Patronato, llamado Alt Montseny, y que encomendaba la gestión a la Diputación de Barcelona. Este decreto establecía la declaración de utilidad pública de las obras e instalaciones sanitarias (una de las finalidades del régimen de protección era la lucha contra la tuberculosis) y por tanto, el derecho a expropiar del Patronato (BARBER, 2014).

La resolución del Comité Internacional de Coordinación del Programa MAB (Man and Biosphere) de la UNESCO de 28 de abril de 1978 incorpora el Parque del Montseny a la Red Internacional de Reservas de la Biosfera dentro de dicho Programa, lo que la hizo una de las primeras reservas a nivel mundial. En 1987, se declararía el Parque Natural del Montseny como tal, a caballo entre las provincias de Barcelona y de Girona, de acuerdo a la *Ley 12/85, de Espacios Naturales de Cataluña* y por medio del *Decreto 105/1987*, de la Generalitat de Cataluña.

Actualmente, las Diputaciones de Barcelona y Girona son los órganos que gestionan las más de 30.000 hectáreas de superficie del parque y las relaciones con los aproximadamente 50.000 habitantes que se hallan dentro de sus límites.

En lo que a la finca de estudio se refiere, documentos aportados por la propia Diputación de Barcelona datan la adquisición de la finca de *Can Planas de Fontmartina* - junto a las de *Riera del Ciuret* y *Vilá de la Costa* - en el año 1929.

El ingeniero forestal Joaquin Martin Diéguez, promotor y encargado de la reforestación de la finca de *Can Planas de Fontmartina* utiliza estas palabras en referencia a la excelencia de la finca:

"*La privilegiada situación geográfica de las citadas fincas, el interés biológico que representan, la encrucijada de climas en que se encuentran, el pintoresquismo del lugar, las bellezas panorámicas que disfrutan y la representatividad que tienen, tanto ante los interesados dentro del Patronato de la Montaña del Montseny, como ante los de la provincia de Barcelona, e incluso a los de toda España, son razones, a nuestro juicio, más que suficientes, para proceder a una adecuada ordenación de especies y reforma silvícola, que las convierta además de síntesis y representación de las tierras españolas y catalanas especialmente, de inapreciable valor nacional, en yunque de prueba para nobles especies forestales más o menos exóticas, ofreciendo todo ello al interés general, como muestra forestal y comprobación de resultados técnicos, tendiendo a convertir así estas fincas, en un lugar único de interés científico y turístico del más alto rango y nivel*" (DIPUTACIÓN DE BARCELONA, 1969).

Bajo este pretexto, el mismo ingeniero forestal redacta una memoria donde se detallan los aspectos de la reforestación de las zonas yermas de la finca, con la intención de cumplir con los objetivos de:

- Poner un bien rústico de la Diputación, en plena producción.
- Cumplir con uno de los fines fundamentales en que está basado el Patronato de la Montaña del Montseny y que es el carácter eminentemente turístico.
- Lograr la fijación de los terrenos, evitando así la erosión con el paso de los años.

Tal y como se muestra en la Memoria del proyecto de reforestación (DIPUTACIÓN DE BARCELONA, 1963) los trabajos de reforestación propiamente dichos se llevaron a cabo entre 1963 y 1968. La elección de especies se hizo atendiendo a pequeñas pruebas anteriores al proyecto, a la pobreza del suelo en sustancias fertilizantes y a la lentitud de crecimiento de las especies frondosas.

Se utilizaron diferentes especies durante los trabajos de reforestación aunque muchas de ellas fueron como pies aislados; se cita un total de 39 especies forestales, de las cuales solo unas pocas en forma de masas monoespecíficas. Todo este conjunto forestal acabaría denominándose el "Silvetum del Montseny" (DIPUTACIÓN DE BARCELONA, 1969). En este estudio, solo las más representativas y que mejor condiciones de masa presentaban, han sido las analizadas.

Apuntando específicamente al proyecto de repoblación (DIPUTACIÓN DE BARCELONA, 1963) que se llevó a cabo entre 1963 y 1968, se tiene constancia que éste abarcaba una superficie total de unas 70 ha de yermos y matorrales.

El sistema de repoblación fue con plantas de uno a dos años, procedentes de los viveros del mismo Servicio Forestal de la Diputación Provincial. Teniendo en cuenta la fuerte pendiente del terreno y la necesidad de que la repoblación constituyera una masa arbórea, se propuso un número de plantas de 2500 pies por hectárea. Asimismo, se tenía en cuenta una reposición de marras del 30% del total de pies en el primer año, y del 30% de la 1ª reposición en el segundo año.

El proyecto también recogía unos cuidados culturales que consistían en la limpieza de matorral por descepe del mismo y quema posterior, la formación de una pequeña casilla para la recogida de las aguas de lluvia, la apertura de sendas para facilitar el trabajo y la consigna de pequeñas cantidades para combatir las posibles plagas.

El plan inicial para la ejecución de los trabajos se databa en 3 años.

No se tiene constancia de la realización de grandes trabajos de clareos de ningún tipo durante este período.

Como se ha podido denotar en estas líneas, la relación entre la propiedad – sea propiedad privada o incluso pública - y el aprovechamiento forestal ha sido una constante en las últimas décadas en el macizo del Montseny.

Con la mera intención de hacer entender el porqué de esta relación y donde se podría situar el inicio, Martí Boada (2001) describe la situación con estas palabras:

"*En el Parque Natural del Montseny las reforestaciones arbóreas con especies que no son propias de la zona responden a dos procesos, más o menos coincidentes en el tiempo y que tuvieron lugar en los 50-60. De una banda, la creación de un Silvetum o colección de*

coníferas por parte de la administración forestal de la Diputación de Barcelona, propietaria de la finca de Can Planas de Fontmartina. De la otra, el inicio del periodo de desmoronamiento de las actividades primarias en el macizo que comportó el abandono gradual de las aparcerías del medio y alto Montseny. Una consecuencia de este éxodo fue la plantación de coníferas de crecimiento rápido en las fajas abandonadas de las masías".

2. OBJETIVOS

Con la idea de proteger los suelos en la finca de Fontmartina, y de potenciar el uso social y turístico de los bosques de la zona, en 1962 se redacta un proyecto de reforestación de los suelos yermos; el objetivo principal del presente estudio, pasado este período hasta la actualidad, es:

- Identificar qué especie usada en la reforestación ha sido la que mejor se ha adaptado. Para poder conseguir este propósito hará falta analizar el nivel de crecimiento de las diferentes especies y compararlo entre ellas, así como, a los estándares de crecimiento de cada una de ellas.

Debido a que las masas forestales ocupan la mayor parte del territorio del macizo del Montseny y a su marcado carácter en cuanto al aprovechamiento forestal, será muy interesante:

- Determinar aquellas especies que fueron usadas en su día en las repoblaciones y que han dado rendimientos bajos o bien, no se han aclimatado o adaptado a las condiciones climatológicas de la zona de estudio.

Por último, y enlazando el análisis que se haga del crecimiento de las diferentes especies será necesario:

- Establecer una relación de las especies con mayor potencialidad adaptativa teniendo en cuenta un contexto de inexorable cambio climático, de manera que la o las especies que muestren mayores crecimientos - y por tanto sean las más propicias a futuras repoblaciones con objetivos maderables - también muestren signos de margen en la adaptación al terreno y a posibles cambios en el régimen de lluvias y/o de temperaturas.

3. DESCRIPCIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LAS ESPECIES

Con el propósito de poder confrontar los valores del crecimiento observado en diferentes especies usadas en la reforestación de Fontmartina en relación a los crecimientos que se han documentado a lo largo de los años que la misma especie presenta de forma natural en su región de distribución, a continuación se presenta un pequeño extracto bibliográfico de las principales características de cada una de las especies sobre las que se centra el presente estudio.

Dicho extracto se ha realizado tomando como referencia lo indicado principalmente en *Árboles y arbustos de la España Peninsular* de Ceballos y Ruiz de la Torre (1971), además de muchos otros artículos científicos y manuales de diferentes entes del sector, que han ayudado a complementar y actualizar datos sobre los principales caracteres biológicos, ecológicos y etológicos de las especies de estudio, y que han sido referenciados en el apartado de Bibliografía.

3.1. ABETO DE DOUGLAS (*PSEUDOTSUGA MENZIESII*)

Se trata de una especie original de la zona oeste de Norteamérica, desde México hasta la Columbia Británica, pudiéndose hallar entre el nivel del mar y los 2000 m y donde puede sobrepasar los 100 m de altitud. En Cataluña su cultivo se ha centrado en la zona del Montseny – Guilleries y sus dimensiones no suelen superar los 40 m (RIBOT, 2017).

Las condiciones óptimas para una mayor producción son de regímenes pluviométricos superiores a los 750 – 800 mm y una pluviometría mínima en verano de 200 a 250 mm (CPF, 2010). Aunque aguanta bien los inviernos fríos, la experiencia en Cataluña demuestra que en zonas frías y con inversión térmica se puede tener problemas con las heladas. Aguanta bastante bien la nieve aunque sí es sensible al viento, ya que aproximadamente un 85% de su sistema radicular se encuentra en los primeros 30 – 50 cm (RIBOT, 2017).

Así pues, necesita suelos con una profundidad mínima de 40 cm, ácidos y ligeros o poco compactos, y no tolera suelos mal drenados ni empapados (CPF, 2010)

Las principales salidas de la madera del abeto de Douglas son las estructuras (macizas, laminadas o encoladas) y la trituración; gracias a su cilindridad y las características de la madera es muy propicia para bigas enteras o laminadas. A partir del análisis de las tablas de producción existentes, se observa que a escala europea hay crecimientos que van de los 10 a los 24 m^3/ha·año o de los 15,3 a los 22,8 m^3/ha·año en el noreste del macizo central francés. (CPF, 2010).

Según García et al (1996) los crecimientos medios máximos recogidos en su estudio en Asturias eran de entre 12,5 y 21,4 m^3/ha·año a los 50 – 65 años en Asturias y de entre 14,3 y 23,2 m^3/ha·año en Galicia.

En Vericat (2014) se cita que las últimas observaciones realizadas en Cataluña demuestran que es posible obtener pies de 3 m^3 o más, con los que se obtiene mayor rentabilidad, por lo que hay que encaminar la gestión hacia aquí con turnos de 60 – 70 años. Abogan por modelos de gestión en que después de dos o tres clareos se disponga de masas de 180 pies/ha, diámetros superiores a los 50 cm y cortas finales de entre 400 y 500 m^3/ha.

3.2. CEDRO DEL HIMALAYA (*CEDRUS DEODARA*)

Proveniente del Himalaya occidental, desde Afganistán a Garhwal, entre 1200 y 3000 m de altitud. En el noroeste del Himalaya, de 1300 a 3900 m. Muy amplio en cuanto a climas, desde el subtropical templado al submediterráneo continental, soportando 500 mm de precipitación media anual. Los mejores cedrales reciben de 1000 a 1800 mm/año, con temperaturas mínimas de -12 ºC (CEBALLOS, 1971).

Los pies de mayor talla pueden alcanzar los 70 m.

Esta es una especie demandada comercialmente por la calidad de su madera; Wani (2014) fija turnos alrededor de los 120 años. El mismo autor destaca la importancia de la especie como secuestrador de carbono gracias a su lento crecimiento en comparación con especies de crecimiento más rápido.

Tal y como destaca Borgankoar et al (1999, en LINARES, 2011) la precipitación es el factor limitante en el crecimiento de esta especie.

3.3. CEDRO DEL ATLAS (*CEDRUS ATLANTICA*)

Su área natural cubre un área de aproximadamente 130.000 hectáreas, distribuidas entre Marruecos de forma más o menos continua (Rif, Medio Atlas y Alto Atlas) y Argelia. En latitud no baja de 32º (CHEDDADI et al, 2009, en LINARES, 2011).

Esta especie crece en altitudes de entre 1300 a 2600 metros sobre el nivel del mar, donde la precipitación anual varía entre 500 mm, en el extremo suroccidental de su distribución, en el Alto Atlas y 2000 mm, en el extremo norte de su distribución, en el Rif Occidental. La media de las mínimas del mes más frío varían entre -1 y -8 ºC (BENABID 1994; MHIRIT 1994; ambos en LINARES, 2012). Ceballos (1971) fija puntos en su distribución donde la precipitación no sobrepasa los 360 mm.

Teniendo en cuenta la oscilación térmica, abarca desde climas litorales (Rif), a continentales húmedos (Atlas Medio) y continentales secos (Áures) y forma grandes masas puras de carácter climácico, así como también masas mezcladas con pinsapo y *Pinus nigra*; también es típica su asociación con la encina, que parece ser la mezcla óptima. Las masas más extensas cuentan 250 – 400 años (Atlas Medio). En los montes ordenados del Rif y Gomara se establecieron turnos medios de 110 – 120 años (CEBALLOS, 1971).

Es una especie con relativa amplia tolerancia en relación al clima y al tipo de suelo; eso sí, prefiere suelos permeables, arenosos o pedregosos.

En los cedrales destinados a la producción de madera el diámetro mínimo de cortabilidad se cifra en 60 cm, alcanzándose a los 80 – 90 años en suelos profundos y frescos, hasta 140 – 160 en los superficiales y calcáreos.

En los fustales buenos las existencias llegan a 700 m^3/ha; los de tipo medio deben contener al menos 300 m^3/ha si se hallan en buen estado (CEBALLOS, 1971).

Ceballos (1971) comenta también que el cedro del Atlas se ha empleado como árbol forestal en especial en Francia, en suelos degradados, a partir de 1000 metros de altitud. Está muy indicado para repoblación de suelos calizos en las montañas mediterráneas. Recomienda su uso especialmente para repoblaciones en las sierras béticas y subbéticas y en general en las altas sierras de la mitad sur de España.

En España son pocas las experiencias conocidas sobre la utilización de esta especie, y de hecho muchas de ellas se hallan en las montañas del Montseny y Guilleries. En repoblaciones

llevadas a cabo en la zona por Emilio Garolera (GAROLERA en 1993; en ALCÁZAR, 1997) indica como a los 9 años, y según una clasificación categórica de 4 niveles (excelente, bueno, regular y malo), se califica el desarrollo de *Cedrus atlantica* como "excelente", así como el de *Cedrus libani* de "bueno".

3.4. PINO PONDEROSA (*PINUS PONDEROSA*)

El área de distribución natural de esta especie se extiende desde Canadá hasta México y desde la costa del océano Pacífico hacia el este hasta las colinas Black Hills de Dakota del Sur (SPAVENTO y KEIL, 2011, en DI MARCO, 2013).

Se la considera una especie de crecimiento rápido que puede vivir en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre los 5 ºC y 10ºC y extremos anuales que varían entre -40 ºC hasta 45 ºC. Las precipitaciones, en forma de lluvia o nieve, llegan a los 1700 mm anuales en la zona oeste, mientras que en el este son mucho menores, incluso en algunos casos cercanas a los 500 mm anuales (DI MARCO, 2013).

Condiciones de precipitación sobre los 500 mm también se han registrado en las poblaciones de Argentina, en la provincia de Neuquén, donde existen extensas masas monoespecíficas de la especie plantadas desde principios de siglo XX (GIRARDIN, 1995).

En lo que a crecimiento respecta, se han determinado valores de entre 6,07 y 44,62 m^3/ha·año en la zona de Neuquén. Sin embargo, otros estudios realizados por Meurise (1988, en GIRARDIN, 1995) en poblaciones para *Pinus ponderosa* junto a *Pseudotsuga taxifolia* en EEUU, determinan valores de entre 2 y 9 m^3/ha·año.

La oferta de madera en la actualidad proviene fundamentalmente de clareos, con un importante componente de madera juvenil. Los principales usos de esta madera son para postes impregnados y varillas para alambrado, postes para construcción, tablas y tacos para pallets.

El turno de corta para la especie se hallaría alrededor de los 35-45 años de edad (DI MARCO, 2013).

Otro importante estudio llevado a cabo por Davel, M. (2006) destaca la importancia en el prendimiento y crecimiento de las plántulas de esta especie al eliminar la vegetación competidora mediante el uso de herbicidas.

3.5. PINO RODENO (*PINUS PINASTER*)

Se trata de una conífera nativa de la región mediterránea occidental y del oeste de Europa, con una relativa reducida área de distribución natural –comprendiendo zonas en España, Portugal, sur de Francia, Italia, Marruecos, Argelia y Túnez- aunque ha sido la más usada en repoblaciones en España, sobretodo en el noroeste español (AFIF, 2009).

Algunos autores la dividen en dos subespecies, diferenciando la *ssp. atlantica*, distribuida en el norte de Portugal y España sobre todo, y la *ssp. mesogeensis*, de aspecto mediterráneo (FERRERAS, 1987; CEBALLOS, 1971); la primera de crecimiento más rápido y mayor aprovechamiento que la segunda.

Ceballos (1971) cita que la precipitación media anual en sus localidades varia de los 300 mm en el Bajo Duero, a 400 mm en la Meseta Ibérica y hasta 600 mm en el resto de regiones.

Esta especie muestra un amplio rango ecológico siendo capaz de sobrevivir en altas y bajas temperaturas, regulares o variables precipitaciones así como severas sequías (BOGINO, 2008). El mismo autor afirma que su crecimiento radial muestra una fuerte asociación a la precipitación mientras que el efecto de la temperatura es menos evidente.

Es una especie de temperamento robusto con gran exigencia luz, capaz de colonizar formaciones rastreras, bajas y abiertas, y cuyos brinzales soportan mal la sombra desde pequeños. Presenta el crecimiento más rápido entre los pinos peninsulares, con máximo en los estados de monte bravo y bajo latizal. La longevidad es mediana, pudiendo alcanzar 200 – 300 años (CEBALLOS, 1971).

En España se le aplican diferentes turnos, según la finalidad de su tratamiento, de 25 – 30 años para apeas y postes, de 70 – 80 años para maderas de sierra y de 80 – 90 años cuando se resina (CEBALLOS, 1971).

Según un estudio llevado a cabo por Pérez (2002), en 1999 en el centro de España, el período vegetativo de la especie era de 260 días (8,6 meses), un resultado muy parecido a los 9 meses

de crecimiento anual obtenidos por Figuereido (1992, en PÉREZ, 2002) en la costa submediterránea portuguesa, con mayor precipitación y temperatura. El mismo estudio presentaba crecimientos de 0,5 cm/año en diámetro.

Otro apunte es que según Pires (2010), en un estudio en una plantación de 6 años de edad en el norte de Portugal, la eliminación del subpiso lleva a crecimientos bajos si no se ayuda de fertilización; hecho a tener en cuenta en posibles reforestaciones.

3.6. PINO SILVESTRE (*PINUS SYLVESTRIS*)

El pino silvestre es un árbol con amplia distribución en el continente europeo, desde las tierras boreales hasta tocar el Mediterráneo; también la hallamos en zonas de Asia. Cuanto más al sur, más se comporta como una especie de montaña; más rara en territorios atlánticos, ya que no vive bien en climas muy oceánicos y temperados a la vez (GRACIA et al, 2011).

La extensión y variedad de su área natural y diversificación morfológica se traducen en una gran amplitud ecológica. No es exigente en cuanto a sustratos y tolera los calizos y yesosos. Los ambientes que ocupa en España registran precipitaciones de entre 400 mm en la zona centro hasta los 800 mm en las sierras béticas. Su adaptabilidad a los territorios que ocupa también viene demostrada por las oscilaciones térmicas que soporta, de 50 ºC en España hasta 70 ºC en Siberia Meridional (CEBALLOS, 1971).

Algunos estudios como en Olarieta et al (2001), mantienen que el crecimiento de la especie va estrechamente ligado a la profundidad enraizable, no tanto así de la altitud o la orientación. Gracia et al (2011) destaca un mayor volumen maderable en las umbrías del territorio catalán, seguramente debido a una menor densidad en las masas de solana.

Su madera es de mediana a alta calidad, apreciándose para chapa diámetros no por debajo de 38 – 40 cm, por lo que se buscará árboles con diámetros superiores a los mencionados (MONTERO et al, 1992, en MONTERO et al, 2000). El mismo autor fija en experiencias realizadas en Navafría, y sobre masa de calidad media, áreas basimétricas de entre 45 m^2/ha a los 35 años y 62 m^2/ha a los 55 en parcelas testigo; entre 26 m^2/ha y 31 m^2/ha en parcelas con claras fuertes.

Montero (2001) relata que en otras experiencias en Guadarrama se obtuvo el máximo crecimiento medio anual en volumen de masa total de 8,3 m^3/ha a los 70 años. Generalmente,

la selvicultura de especies de montaña con alto valor ecológico y protector, como es el caso del pino silvestre en el Sistema Central, se planifica a turnos de 100-120 años. Asimismo destaca que son las zonas entre 800 y 1600 m de los bosques españoles donde esta especie obtiene mayores valores de producción (CAÑELLAS et al, 2000).

Existe una significativa relación en la reducción del crecimiento diametral debido a sequías severas (EILMANN et al, 2006; en CANDEL-PÉREZ et al, 2012).

3.7. PINO NEGRO (*PINUS UNCINATA*)

Se localiza de forma natural en los Alpes occidentales y a lo largo de los Pirineos, llegando por el límite sur de su distribución hasta las sierras de Gúdar y Cebollera; la mayor representación en España la hallamos en la provincia de Lleida. Es una especie típicamente de montaña –entre los 1600 y 2400 m- situándose la mayor parte de sus rodales en laderas con fuertes pendientes.

A pesar de la poca superficie que ocupa es una especie de gran interés debido a su carácter singular e importante papel ecológico protector de sus masas; ha sido utilizado también en reforestaciones de pequeños rodales en la sierra de Guadarrama y Sierra Nevada, con la finalidad principal de protección de suelo y control de avalanchas (CALAMA, 2004).

Su límite altitudinal coincide con la isoterma anual de 4 ºC y la de 8 ºC durante julio. Aún así puede llegar a vivir hasta la isoterma de 0 ºC y seguir absorbiendo CO_2 hasta -5 ºC (CANTEGREL, 1983; en GUTIÉRREZ, 1991).

Sus características ecológicas corresponden a las de una especie microterma y orófila, siendo la más higrófila de las especies españolas de Pinus, con necesidades de precipitaciones superiores a los 600 mm anuales, parte de las cuales han de ser estivales (RUIZ DE LA TORRE, 1979; en GALVÁN, 2014).

Gutiérrez (1991) sugiere que el crecimiento radial de la especie es ampliamente controlado por las altas temperaturas, más que no la escasez de agua, especialmente durante el período vegetativo.

En el estudio llevado a cabo en diferentes masas monoespecíficas como mixtas en el Pirineo por Calama (2004), se encuentran en las primeras una altura dominante máxima de 22,7 m,

llegando a alcanzar áreas basimétricas de 78 m^2/ha en masas muy densas. La productividad de estos pinares es baja en general, aunque algo mayor en cotas inferiores; los valores de crecimiento medio registrados en estudios en el Pirineo varían de 2,1 m^3/ha · año a los 122 años hasta 7,1 m^3/ha · año a los 50 años en calidades medias y altas (COQUILLAS, 2002; en CALAMA, 2004).

Su madera es torcida o revirada, de albura gruesa, compacta y suave, por lo que si procede de buena estación, su calidad es superior a la del pino silvestre. Ceballos (1971) habla de turnos largos, de entre 120 y 150 años.

3.8. ABETO (*ABIES ALBA*)

El abeto común es una especie propia de las cordilleras montañosas húmedas de Europa central y meridional, y que en España queda circunscrito a la cordillera pirenaica. Curiosamente, su límite meridional en la Península Ibérica viene marcado por el macizo del Montseny, de aquí la importancia de los estudios sobre la viabilidad de sus poblaciones que se llevan a cabo en este parque.

Rivas-Martínez (1987, en GARCÍA et al, 2005) sitúa las dos series de abetal pirenaico *Festuco altissimae-Abieto albae* sigmetum y *Goodyero-Abieto albae* sigmetum, respectivamente basófila y acidófila en temperaturas anuales medias comprendidas entre los 7 y los 10ºC y en precipitaciones anuales medias entre 1200 y 1700 mm.

Ruiz de la Torre (1979) cataloga estas formaciones como propias de climas fríos y húmedos, con valores de entre 0 y -3ºC para la temperatura media mensual más baja y entre 15 y 18ºC la mensual más alta. Ceballos (1971) comenta que en algunas umbrías donde se hallan abetales se alcanzan los 750-800 mm/año, aunque los mejores abetales se dan con precipitaciones por encima de los 1000 mm; parte de esta (300-400 mm) durante el verano.

La mayor parte de sus masas están comprendidas entre 1200 y 1600 m, aunque puede llegar a los 2000 m y mezclarse con el pino negro.

Es especie de sombra, de temperamento delicado; parece ser que los factores climáticos son predominantes en la distribución de estas formaciones, dada la plasticidad edáfica de la especie, capaz de vivir tanto en sustratos ácidos como básicos (GARCÍA, 2005). De hecho,

Barbeta (2018) describe que el crecimiento es sensible a los años con veranos cálidos y secos; esta sensibilidad apunta a que los abetos hace varias décadas que ven limitado su crecimiento.

Aunós (2006) cita que esta especie suele evolucionar en ausencia de tratamientos hacia la monostratificación, con la consiguiente desaparición de individuos de estratos inferiores por falta de luz. Ceballos (1971) sitúa su turno a la edad de 125-150 años.

Tal y como cita Bartolomé (2005) *Abies alba* se encuentra colonizando zonas de pastos en el Montseny, por la prohibición de quemas y actividades ganaderas y también por la subida de la temperatura. En esta misma zona, la especie se encuentra en regresión debido al cambio en el patrón climático (BARBETA, 2018; PÉREZ-OBIOL, 1990; PUJANTELL, 2018).

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Como ya se ha citado anteriormente, el presente estudio se enmarca en la finca de Can Planas de Fontmartina, en el que es conocido como "Silvetum del Montseny". Los límites de la finca se encuentran dentro del término de Fogars de Montclús, a escasos 25 km de la costa en línea recta y dentro de la provincia de Barcelona.

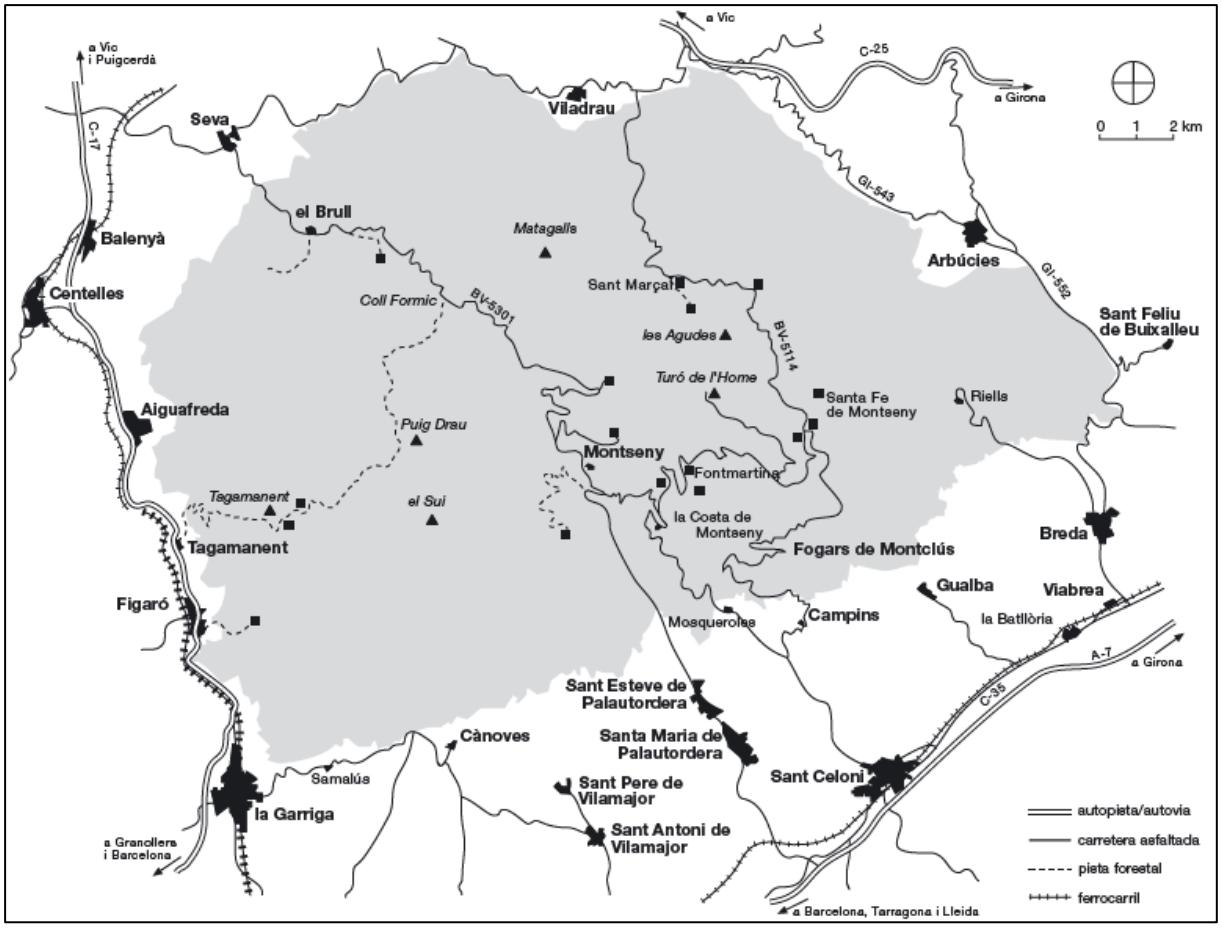


Figura 1. Situación de la finca de Can Planas de Fontmartina. Fuente: Diputación de Barcelona.

Dentro de este marco el "Silvetum del Montseny" está situado sobre la solana del macizo del Turó de l'Home, con una superficie de unas 310 ha., extendiéndose desde el Puig de les Olles a 1.684 metros de altitud, hasta las cercanías de la masía El Vilar, a unos 800 metros de altitud. Varios torrentes atraviesan la finca entre los cuales el Sot de l'Infern, el Sot dels Avellaners o el Sot del Bernadal[1].

[1] En el anexo I se visualiza con mayor alcance la superficie de la finca.

La exposición sur de los terrenos hace que estén algo preservados de los vientos del norte, pero por su altitud y por no estar rodeados de ningún otro macizo es por lo que los vientos procedentes de cualquiera de los otros cuadrantes restantes le tienen siempre un dominio libre y directo (MARTÍN, 1971).

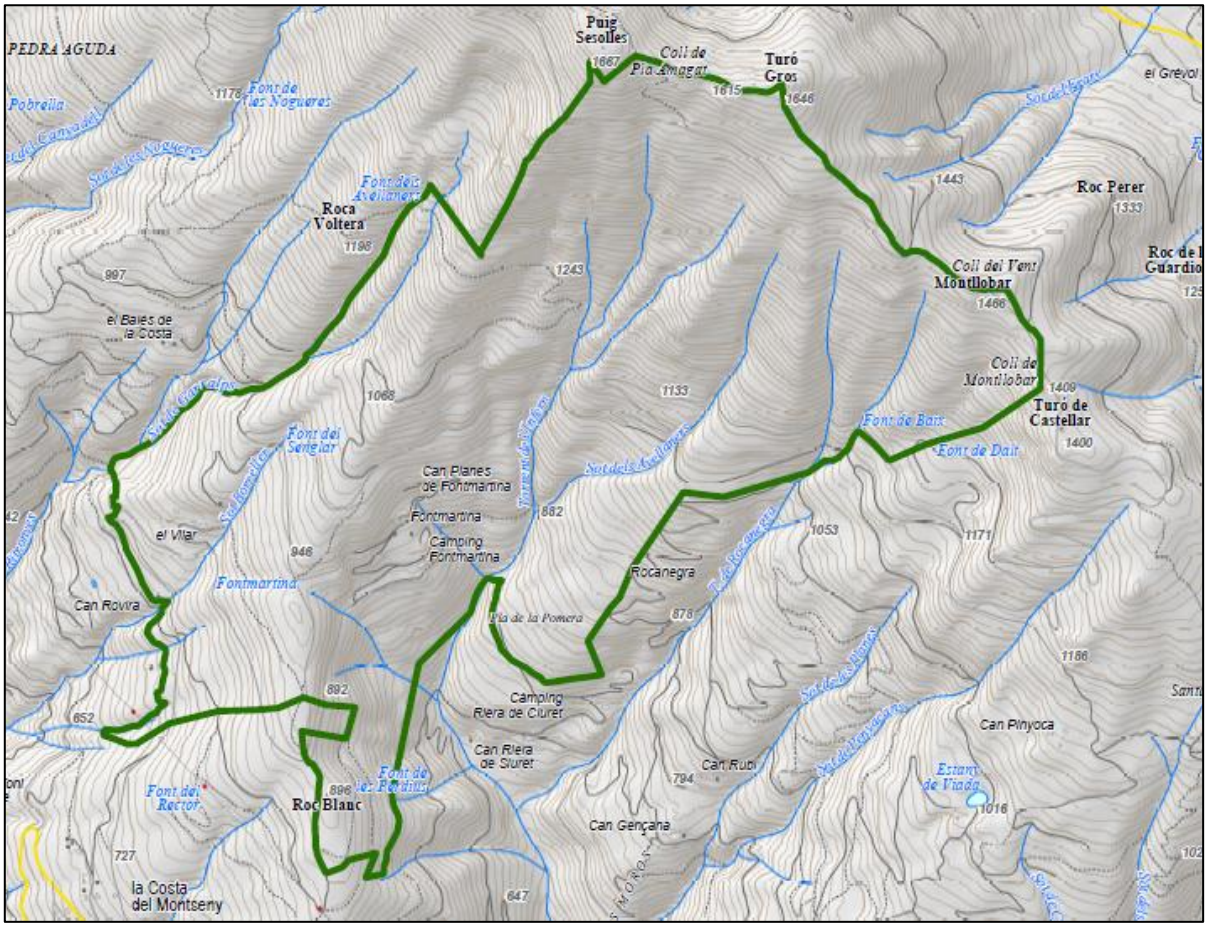


Figura 2. Perímetro de la finca de Can Planas de Fontmartina. Fuente: Archivo del autor.

Por lo peculiar de la ubicación, en el macizo del Montseny se hallan en muy poco espacio los tres grandes biomas de la Europa occidental: el mediterráneo, el eurosiberiano y el borealpino; lo cual propicia la presencia de diferentes comunidades vegetales desde las landas con encinas hasta los prados subalpinos.

De este modo, y a escala más pequeña, en la misma finca se hallan de forma natural los encinares –que es la formación más abundante-, los hayedos, los castañares, las fresnedas, los avellanares o los pinares. De forma previa a la intervención de la administración también se podían encontrar yermos, terrenos los cuales fueron reforestados con especies varias como el

abeto común y el abeto de Douglas, los cedros del Atlas y del Himalaya, los pinos silvestre, negro, rodeno y ponderosa, entre otros, y que son hoy el foco del estudio.

Fruto del trabajo con otros proyectos, en el anexo II se muestran los diferentes ambientes categorizados según especies dominantes y acompañantes que existen en la actualidad dentro de la finca.

Esta vegetación se sienta sobre pizarras con mucho sílice y mica, que se caracteriza por ser bastante ácido y estar falto totalmente de cal. El suelo en general es profundo, apareciendo en algunos parajes la roca a flor de tierra con características poco resistentes a la erosión (MARTÍN, 1971).

Según el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, se distinguen dos tipologías de suelos dentro del perímetro de la finca; en las partes más altas se trata de filitas y cornubianitas del Carbonífero-Pérmico, mientras que en el resto se encuentran pizarras micacíticas y arenosas del período Cámbrico y Ordovícico (ICGC, 2019).

4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Capítulo aparte merece la climatología en la zona de estudio, por dos razones principales: en primer lugar, una climatología muy característica de la zona y diferenciada de lo que son los alrededores del macizo, y en segundo lugar, por la existencia de unos registros largos y detallados de los que vale la pena hacer uso.

El Parque Natural del Montseny cuenta con una red de estaciones meteorológicas con registros de más de 20 años en su mayoría – la estación del Turó de l'Home cuenta con 70 años de registros -. Teniendo en cuenta que una de estas estaciones meteorológicas se halla dentro de la misma finca, se considera oportuna la plasmación de estos registros en el estudio para así poder discutir la idoneidad de las especies arbóreas en estudio en relación a la climatología del lugar.

Dicha estación meteorológica es la conocida como Fontmartina (FMA1) –a 940 metros de altitud- que pasaría a ser la estación meteorológica automática FMA2, con datos desde abril de 1992 hasta la actualidad y que se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Datos de temperatura (T) y pluviometría (P) para el período abr. 1992 – may. 2016.

	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
T (ºC)	6,0	6,0	8,4	10,1	13,5	17,3	20,0	20,1	16,3	13,2	9,0	6,6	**12,2**
P (l)	70,9	61,2	70,3	93,3	92,4	74,9	45,8	66,9	100,3	118,6	87,7	97,3	**979,5**

Fuente: Diputación de Barcelona, 2016.

A continuación, y con el fin de poder hacer una mejor interpretación de la climatología reinante en la zona se presentan: en primer lugar, el diagrama ombrotérmico de Gaussen y en segundo lugar, el climodiagrama de Walter-Lieth.

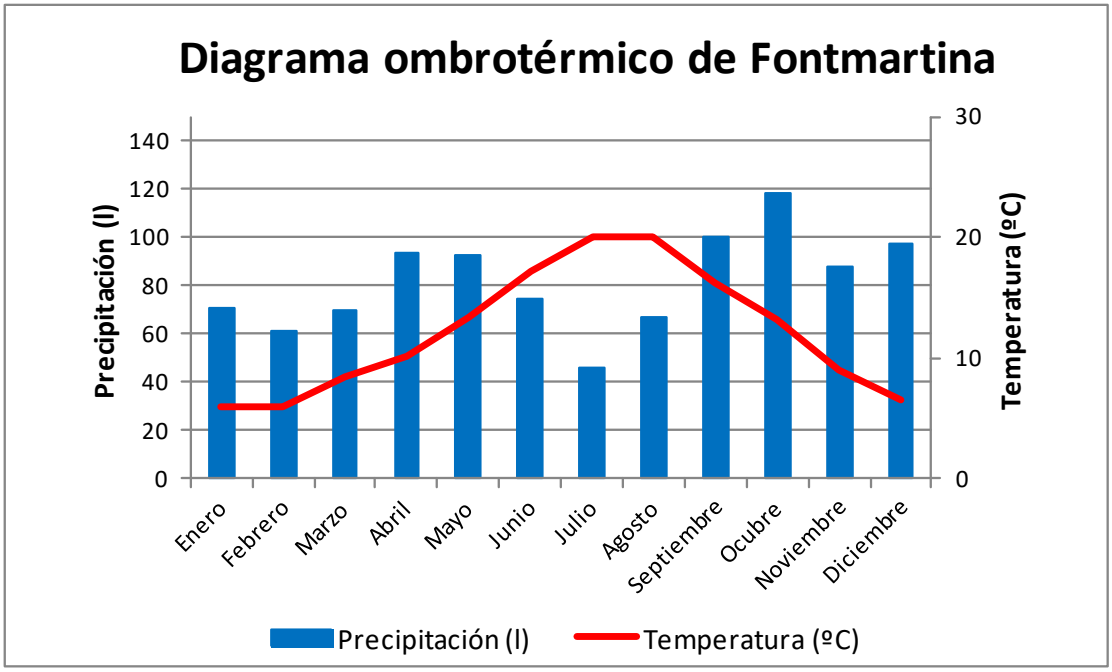


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Gaussen para Fontmartina.

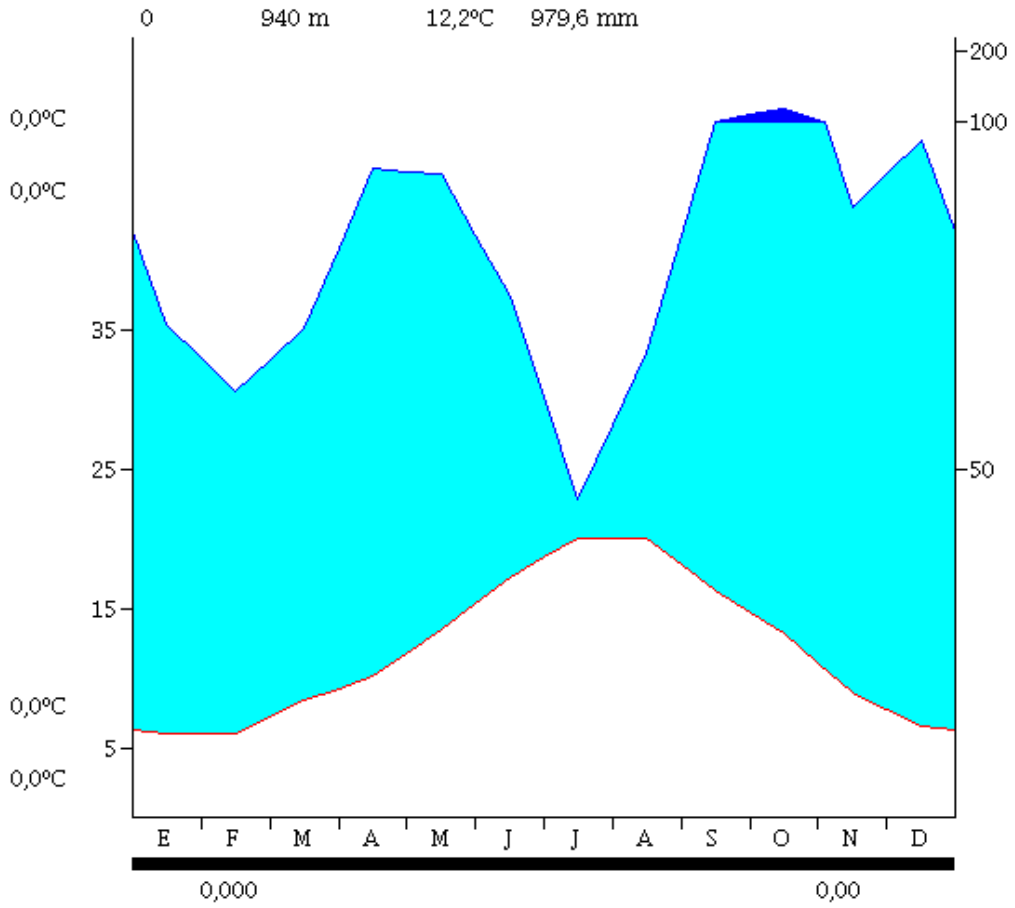


Figura 4. Climodiagrama de Walter-Lieth para Fontmartina.

A la vista de estos datos y a grandes rasgos, se puede decir que a medida que se gana altura el clima en el Parque Natural del Montseny pasa de ser mediterráneo a montano frío, con diferentes estadios intermedios según la orientación de las vertientes.

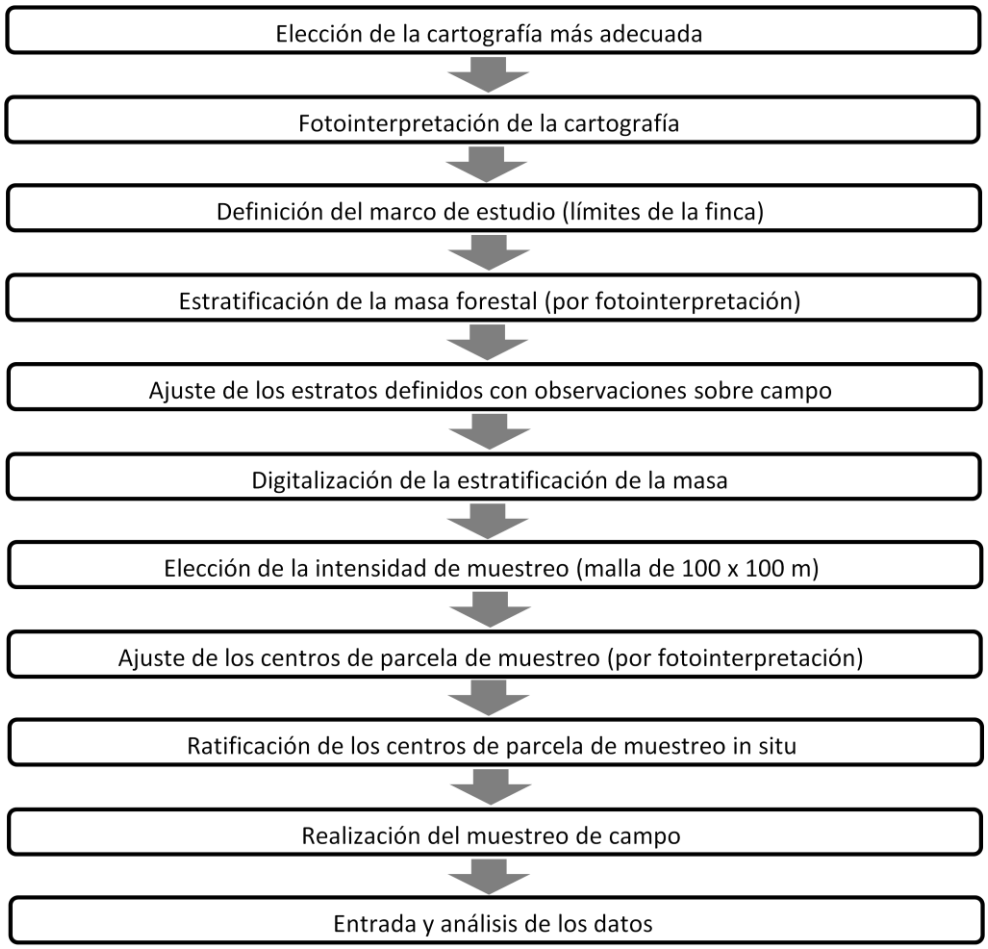
La alta humedad en las zonas altas del Montseny es un fenómeno habitual y resultado en buena parte de la marinada que por medio de las corrientes ascendientes acaba derivando en la formación de las nieblas – sobre todo a partir de los 800 metros -, papel esencial en la originalidad bioclimática del macizo (PANAREDA, 2006). También las nevadas hacen acto de presencia, sobre todo cuando las precipitaciones son de levante y pueden ser abundantes en las cotas más altas y permanecer durante semanas.

5. METODOLOGÍA

Antes de comenzar con la explicación de los métodos usados cabe destacar que este estudio es parte del proyecto de definición del plan técnico de la finca de Can Planes de Fontmartina – realizado desde el Parque Natural del Montseny - y que por tanto, solo se utilizan los resultados que interesan para el presente estudio, así como que únicamente se detalla la metodología usada para las unidades de actuación que conviene.

Para poder llevar a cabo correctamente el presente estudio comparativo del crecimiento y adaptación de diferentes especies de coníferas es necesario tener presente cuáles son los objetivos del presente estudio (que ya fueron expuestos en el apartado 2 de este documento) y cuáles van a ser las variables dasométricas a comparar y definir el marco de estudio.

De forma esquemática se presenta el procedimiento seguido hasta la consecución de los resultados aquí estudiados.



A continuación se detallan cada uno de los procedimientos seguidos.

5.1. ESTRATIFICACIÓN DE LA FINCA

Debido a las características de la finca de Can Planes de Fontmartina, y a la diferenciación de las masas forestales ahí existentes, se opta por un inventario estratificado y sistemático.

Dada esta heterogeneidad natural que presentan las masas arboladas – y más en el caso de esta plantación - se requiere una tarea previa a la realización del inventario, de división en partes más pequeñas y homogéneas de la zona de estudio; este paso es la estratificación del conjunto de la masa en unidades de vegetación, definidas como unidades homogéneas en especies arbóreas, o en su defecto, en comunidades forestales (CPF, 2004).

Esta estratificación se desarrolla de manera que sobre la zona de actuación se identifican "manchas arboladas" que se diferencian en primer lugar según la especie, en segundo lugar según la orientación, y por último, según la pendiente.

Para ello, se realizó una primera división en estratos por medio de la fotointerpretación, en la que se utilizó el último ortofotomapa a escala 1:5.000 disponible en el ICGC, correspondiente a 2017. También se disponía de dos planos - poco rigurosos en muchos aspectos - pero que servirían de base para la estratificación de esta finca:

- Plano sobre el Proyecto de repoblación de las fincas del Vilá de la Costa, Can Planas de Fontmartina y Riera de Ciuret. Diputación Provincial de Barcelona. Escala 1:4.000. 1962.[2]
- Plano del Silvetum del Montseny. Por Martín, J., en El bosque en el Silvetum del Montseny. Diputación de Barcelona. Escala 1:10.000. 1971.[3]

Una vez se dispuso de esta información previa se comprobaron los estratos definidos, comparándolos con observaciones de campo que sirvieron para confirmar y acabar de ajustar lo que se ha denominado unidades de actuación.

Esta información, se acabó de ajustar a través del programa ArcMap 10.3.1. dando lugar a la información digital que se presenta en este estudio.

[2] Ver anexo III.
[3] Ver anexo IV.

Para poder denominar cada una de las unidades, una primera división que se siguió en el proceso de inventario responde a los cantones ya existentes en la finca en el momento de reforestación; estos cantones se crearon y siguen estando definidos según un objetivo forestal dado desde la gestión del Parque Natural del Montseny; estos objetivos son: productivo, protector o bien prevención de incendios. Actualmente se diferencian 5 cantones, no todos ellos ocupados por las especies de interés de este estudio.

Un siguiente nivel de división se centraba en el tipo de masa forestal, según especie dominante y acompañantes. Esto ha permitido identificar lo que desde el Parque Natural del Montseny se ha definido como rodales.

En último lugar, se procedió a la división de estos rodales en unidades más pequeñas teniendo en cuenta uniformidad en la orientación, pendiente, densidad y calidad de las masas.

Así, la nomenclatura que se utilizó para situar las parcelas de inventario está constituida por 3 caracteres y responde a los siguientes criterios:

- En primer lugar, un número romano que marca el cantón, de I a V.
- El segundo carácter, una letra del abecedario, empezando por “a” y en orden alfabético, que define el rodal.
- Por último, un número para cada una de las divisiones que se contemplaron dentro del rodal, empezando por “1” y en orden ascendente.

Siguiendo esta nomenclatura y a modo de ejemplo se puede apuntar por tanto que, la parcela de muestreo *33* se sitúa dentro de la unidad de actuación *Vb1*, en que:

- V, es el cantón
- b, es el rodal
- 1, la subdivisión dentro del rodal, o unidad de actuación

En el anexo V se puede visualizar cuál era la división en unidades de actuación en que quedó dividida la finca.

5.2. INTENSIDAD DE MUESTREO E INVENTARIO

Una vez estratificada la masa forestal en cuestión, el siguiente paso consistía en decidir una intensidad de muestreo tal, que se obtuvieran unos resultados fiables y con bajo error, pero que a su vez permita un trabajo asumible y optimizado.

La bibliografía recomienda un inventario piloto con el objetivo de poder calcular un coeficiente de variación (CV) que junto al error (E) que se quiera adoptar permita el cálculo aproximado del número de parcelas a muestrear. Ante la escasez de recursos técnicos se decidió trabajar en base a la experiencia propia y la del entorno profesional, de manera que en una primera aproximación se decidió operar por medio de una malla de 250 x 250 metros. Se permitía así abarcar la totalidad de la finca de forma asequible.

Sin embargo, siguiendo las recomendaciones del CPF (2004) – centro encargado de promover la ordenación y gestión de los bosques de titularidad privada en Cataluña - en su "*Manual de redacción de planes técnicos de gestión y mejora forestal (PTGMF) y planes simples de gestión forestal (PSGF)*", y observando que las unidades de actuación son muy pequeñas y sus valores han de estar reflejados también en el inventario, se opta por usar una densidad de muestreo parecida a la que nos aporta una malla de 100 x 100 metros. Esto significa la existencia de una parcela de muestreo por hectárea; lo que arroja una intensidad de muestreo que se considera alta y sobre todo aceptable para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el presente estudio.

Al ser rodales de superficie pequeña y de formas irregulares, muchas de las intersecciones de la malla no coincidían dentro de la unidad, por lo que más que trabajar con un muestreo sistemático perfecto sobre malla de 100 x 100, se decidió operar con la densidad de muestreo que esta malla ofrece. De aquí que muchas de las parcelas, en las unidades de actuación de interés, no sigan un patrón de malla sino que a menudo estas parcelas se hallen en el centro de dicha unidad.[4]

Debido al pequeño tamaño de muchas de las unidades – muchas de ellas inferiores a la hectárea - se decide actuar de manera que todas las unidades de actuación tengan un mínimo de al menos una parcela de muestreo, realizando dos parcelas si a criterio del técnico se visualizan diferencias sustanciales en cuanto a la densidad o calidad de las masas.

[4] Ver anexo VI.

Hay que tener en cuenta que según el CPF (2004) se recomienda una intensidad máxima de una parcela por cada 3 hectáreas. En caso de haber delimitado unidades de vegetación de superficie inferior a las 3 hectáreas – como es el caso - se decide muestrear un mínimo de 1 parcela por unidad; en la mayoría de casos incluso 2 parcelas. Con esta manera de proceder se superó ampliamente la intensidad mínima de inventario recomendada por este ente.

De la estratificación realizada sobre planos y confirmada en campo, se obtiene un total de 23 unidades de actuación en que la especie dominante es una conífera reforestada en el proyecto del ingeniero Joaquín Martín Diéguez y por tanto, objeto de estudio.

Las especies que se hallaron y se muestrearon fueron:

- *Abies alba*
- *Cedrus atlantica*
- *Cedrus deodara*
- *Picea abies*
- *Pinus nigra*
- *Pinus pinaster*
- *Pinus ponderosa*
- *Pinus sylvestris*
- *Pinus uncinata*
- *Pseudotsuga menziesii*

Pese a haberse realizado el muestreo para todas las unidades en las que alguna de estas especies se encontraba presente, se acaba descartando el análisis de las parcelas realizado sobre *Picea abies* y *Pinus nigra* por falta de datos suficientes o por motivos relacionados con la muy baja supervivencia de los individuos. Descartadas estas dos especies, el análisis se acaba centrando en 20 unidades.

A continuación en la tabla 2 se muestran los datos resultantes de este análisis:

Tabla 2. Unidades de actuación y principales características.

Unidad actuación	Especie dominante	Intervalo alturas (s.n.m.)	Superfície (m^2)	Nº parcelas muestreadas
Ic1	*Pseudotsuga menziesii*	797-831	15.978	2
Ic2	*Abies alba*	806-823	2.368	1
Ic3	*Pinus ponderosa*	841-889	3.886	1
Ic4	*Cedrus deodara* *Cedrus atlantica*	787-814	6.787	2
IIc1	*Pseudotsuga menziesii*	910-964	10.208	3
IIc2	*Cedrus deodara*	931-963	2.081	1
IIIa1	*Pinus pinaster*	959-1002	10.174	2
IIIa3	*Pinus pinaster*	951-1015	26.431	3
IIIa4	*Pinus sylvestris*	951-1195	79.222	6
IIIb1	*Pinus pinaster*	995-1045	18.693	2
IIIb2	*Pseudotsuga menziesii*	1010-1069	9.809	4
IIIb3	*Cedrus deodara*	1035-1081	13.715	2
IIIb4	*Pinus sylvestris*	1041-1120	9.855	2
IIIb7	*Pseudotsuga menziesii*	1095-1135	5.393	2
IIIb8	*Pinus sylvestris*	1081-1170	17.225	1
IIIc4	*Pinus sylvestris*	1145-1275	17.219	2
IVa1	*Pinus uncinata*	1546-1602	8.859	2
Va5	*Pinus sylvestris*	1119-1145	2.136	1
Vb3	*Cedrus atlantica*	1208-1247	6.757	1
Vb6	*Pinus pinaster*	1151-1167	2.064	1

Fuente: elaboración propia.

Estos datos muestran que se realizó un inventario sobre un total de 41 parcelas para el estudio, en unidades de actuación que en su conjunto ocupan 26,9 ha, lo que significa una intensidad de muestreo de 1,5 parcelas por ha.

Las parcelas muestreadas a lo largo de las diferentes unidades fueron de forma circular, con la idea de disminuir el perímetro de parcela, así como de requerir un solo punto de control: el centro de parcela (McROBERTS et al, 2013). La tipología de inventario utilizado se ha basado en el muestreo clásico de parcelas de inventario forestal.

Dentro de cada parcela se medía:

- El diámetro normal de todos los pies correspondientes a la especie dominante (una de las coníferas de estudio) que fueran mayores a 1,30 m, recogiendo al final del

muestreo el número total de pies según clase diametral; para lo cual se hacía uso de una cinta diamétrica.

- La altura de 3 pies de diferente clase diametral por medio del dendrómetro Blume Leiss; altura y diámetro de estos 3 pies eran recogidos aparte para un posterior tratamiento de esos datos. También era necesaria la anotación de la distancia desde el tronco del árbol hasta la ubicación del medidor, por medio de una cinta métrica.

Otras características como la vitalidad, el estado sanitario, la estructura, el índice de espesor, la ramosidad o el regenerado dentro de la parcela eran recogidas para su tratamiento en el diseño del plan técnico de la finca.

El estadillo utilizado durante el trabajo de campo se adjunta en el anexo VII.

5.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

El análisis comparativo del crecimiento de las especies se pretende realizar por medio del volumen con corteza. Para ello es necesaria la recogida de los datos de diámetro normal y altura, gracias a los cuáles se podrán calcular los valores de volumen con corteza y área basimétrica.

5.3.1. CÁLCULO DE LA ALTURA SEGÚN ESPECIE

Una de las premisas tenidas en cuenta durante cualquier muestreo es la de ser eficientes y poder llevar a cabo un nivel de trabajo asumible para el técnico que muestrea.

La medición de la altura de un pie por medio del Blume Leiss es una tarea que conlleva un proceso y es por eso que se decide obtener las alturas de todos los individuos –de más de 1,3 m- de la parcela a través de la medición de un mínimo de 3 individuos. En aquellas parcelas en las que por densidad, la medición de un número mayor de árboles era viable, se solía medir altura y diámetro de 4 ó 5 pies.

Estos pies son medidos en diámetro y altura con precisión y deben formar parte de clases diametrales diferenciadas; lo más cercanas al centro de la clase diametral posible.

Todas las alturas medidas en una unidad de interés son reunidas según especie y en base a ellas se construye una interpolación de tipo polinómica de segundo grado. Mediante la

interpolación de las diferentes clases diametrales se obtiene la relación clase diametral – altura para las diferentes especies.

5.3.2. CÁLCULO DEL ÁREA BASIMÉTRICA

El área basimétrica es la suma de las secciones del diámetro normal (a 1,3 metros del suelo) de todos los pies vivos de la especie dominante expresada en m^2/ha.

Para el cálculo de este parámetro dasocrático se han considerado aquellos pies pertenecientes o superiores a la clase diametral 10.

El cálculo se obtenía de la ecuación

$$A=\sum \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \cdot n_i$$

donde:

d, es el diámetro correspondiente a la clase diametral (en m)

n, es el número de pies por hectárea

Los valores de área basimétrica han sido calculados a nivel de parcela.

Para el estudio del crecimiento se calcula el promedio del área basimétrica por clase diametral y especie forestal.

5.3.3. CÁLCULO DEL VOLUMEN CON CORTEZA

El volumen con corteza es una variable que se obtiene de forma indirecta y que se utiliza como criterio comparativo del crecimiento experimentado por parte de las diferentes especies en cuestión; de aquí la importancia de su estudio.

Por medio del diámetro y de la altura, y basándose en las ecuaciones de volumen con corteza (VCC) expresadas en el Inventario Forestal Nacional II, se obtienen los respectivos valores según clase diametral expresados en m^3/ha.

En el caso de *Cedrus sp*. las ecuaciones aplicadas corresponden a una tarifa de doble entrada de COURBET, F (1990).

Los valores de volumen con corteza han sido calculados a nivel de parcela.

Para el estudio de crecimiento se calcula el promedio del volumen con corteza por clase diametral y especie forestal, con la idea de poder comparar este crecimiento.

5.3.4. CÁLCULO DEL ERROR POR ESPECIE

Según el CPF (2004) la variable a usar para el cálculo del error debe ser el área basimétrica; hay que tener en cuenta que esta variable se obtiene directamente del muestreo, lo que la hace más fiable a la hora de determinar el error en comparación con el volumen, que es una medida obtenida por medio de cálculos indirectos.

El error que se admite depende del interés económico de la masa forestal; cuanto más alto sea el valor económico, mayor interés habrá en determinar con precisión la cantidad de madera que hay. Un error por debajo del 20% para bosques con objetivo productor es admisible para el conjunto de especies; para otro tipo de objetivos se puede asumir incluso hasta el 25% (CPF, 2004).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. COMPARATIVA DE CRECIMIENTOS SEGÚN VCC

El volumen con corteza (VCC) es un parámetro que se ha obtenido por medio de las ecuaciones y constantes que aporta el IFN II, y gracias a los diámetros de las diferentes clases diamétricas y la correspondiente altura.

Es un parámetro que nos da una idea de las existencias de madera disponibles por hectárea y que permite intuir - mejor que la comparación con el área basimétrica - cuáles han sido los crecimientos de cada una de las especies en relación con el resto.

A continuación se muestran los resultados de los VCC totales según especie junto con las respectivas densidades de cada una de las mismas; asimismo se comparan los VCC de la clase diamétrica más representada de cada especie con los VCC de la misma clase diamétrica del resto de especies.

6.1.1. EXISTENCIAS MEDIAS POR ESPECIE

En cuanto a existencias medias por hectárea, tal y como muestra la figura 5, el abeto de Douglas destaca como especie con unos mayores VCC dentro de las ocho especies estudiadas, siendo *Pinus uncinata* y *Cedrus deodara* las que muestran existencias menores.

Por el contrario, *Pinus uncinata* destaca por ser la especie con mayores densidades, mientras que *Cedrus atlantica*, con 220 pies/ha es la especie con menor densidad en la finca.

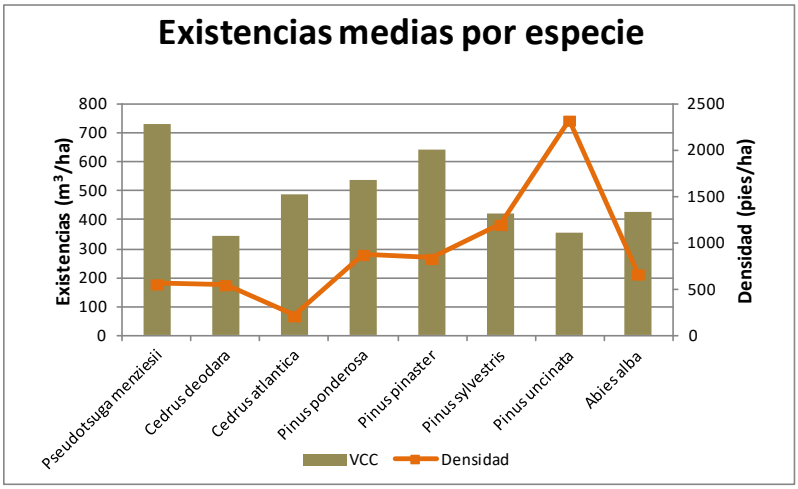


Figura 5. Existencias en VCC y densidad media de las diferentes especies.

6.1.2. CLASES DIAMÉTRICAS MÁS REPRESENTADAS SEGÚN ESPECIE

Para poder analizar los crecimientos experimentados y los diámetros alcanzados, de cada especie se ha escogido la clase diamétrica más representada y se ha confrontado ésta con los valores del resto de especies.

6.1.2.1. CLASE DIAMÉTICA MÁS NUMEROSA PARA *PSEUDOTSUGA MENZIESII*

En el caso de abeto de Douglas la clase diamétrica más representada es la clase 40, en que de media se dan 106 pies/ha; valores de VCC incluso superiores son los de *Pinus pinaster*, aunque con 133 pies /ha. *Pinus uncinata* no muestra individuos de estas dimensiones. Por lo tanto se puede afirmar que existe una relación positiva entre VCC y densidades.

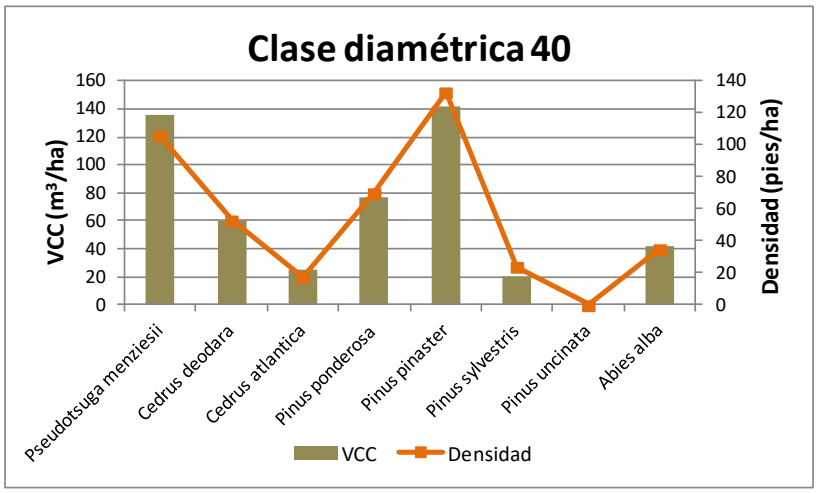


Figura 6. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 40.

Confrontando las dos especies con mayores valores de volumen con corteza en la clase 40, se observa que es *Pseutdotsuga menziesii* la que a nivel individual registra mayores volúmenes, tal y como se puede apreciar en la figura 7.

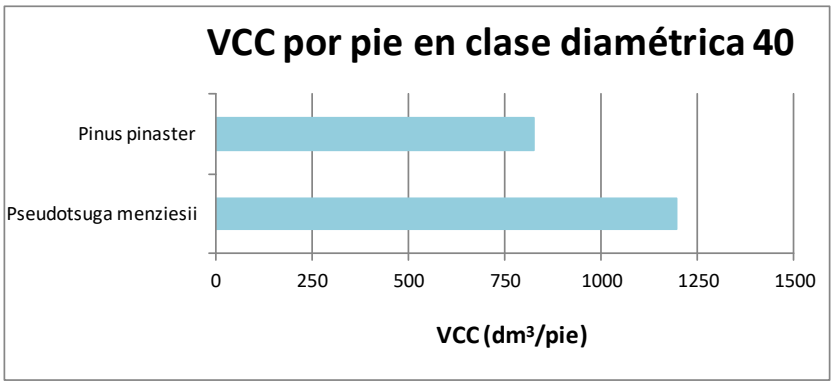


Figura 7. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 40.

6.1.2.2. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *CEDRUS DEODARA*

Para la clase diamétrica 30 – en la que en este caso *Cedrus deodara* presenta mayor número de pies de media - existen hasta 4 especies con valores de VCC parecidos.

En *Cedrus deodara* el VCC medio para la clase 30 se consigue con 168 pies/ha, en *Pinus pinaster* con 212 pies/ha, en *Pinus sylvestris* con 194 pies/ha, mientras que en *Abies alba* se logra con 247 pies/ha.

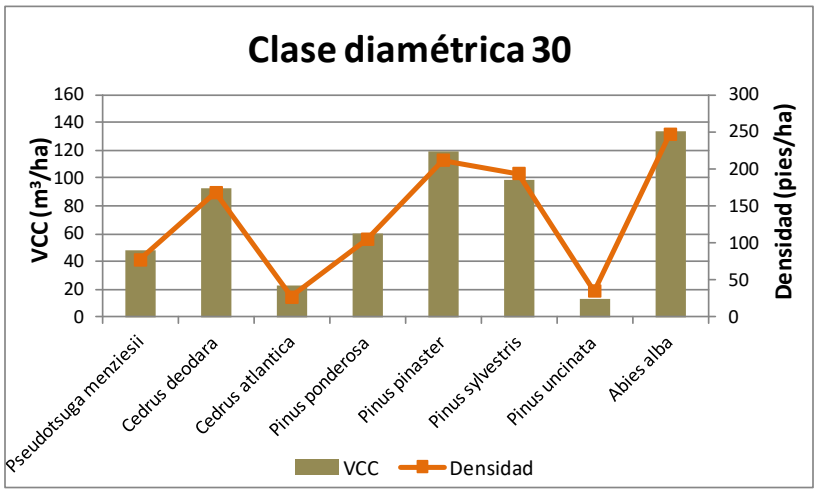


Figura 8. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30.

En la figura 9 se detalla a nivel individual los VCC de las especies con mayores VCC en la clase diamétrica 30.

Según esto se aprecia que pese a que *Cedrus deodara* y *Abies alba* muestran valores relativamente diferentes en cuanto a sus VCC medios por hectárea, a nivel de individuo ambas especies se mantienen igualadas y superan el medio metro cúbico de volumen por pie.

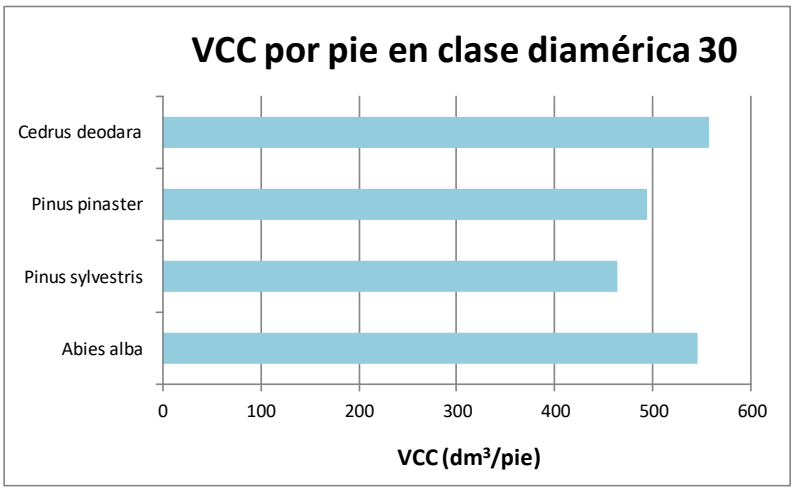


Figura 9. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 30.

6.1.2.3. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *CEDRUS ATLANTICA*

El cedro del Atlas se ve ampliamente representado en la clase diamétrica 50, de forma parecida a lo que sucede con *Pseudotsuga menziessi* y *Pinus pinaster*; las densidades para estas especies son de 61, 44 y 47 pies/ha, respectivamente. El resto de especies de *Pinus* no alcanzan semejantes diámetros durante este periodo de tiempo.

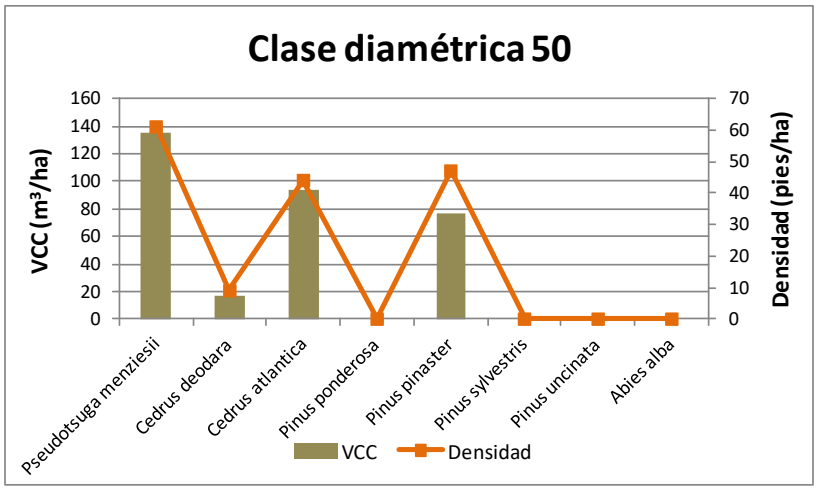


Figura 10. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 50.

En la figura 11, los datos sobre VCC individual demuestran que *Cedrus atlantica* obtiene mayor volumen a título individual y en esta clase diamétrica, por encima de *Pseudotsuga menziesii*, que en cambio sí tiene mayor VCC a nivel de hectárea debido a una mayor densidad de pies que *Cedrus atlantica*-.

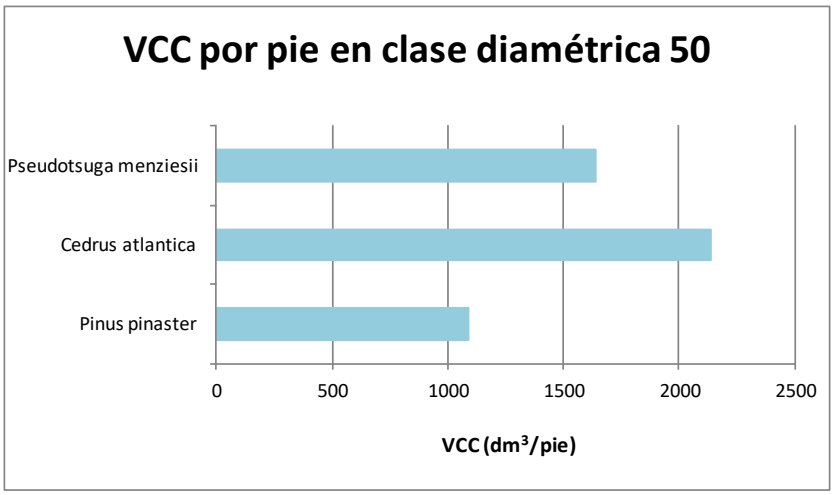


Figura 11. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 50.

6.1.2.4. CLASE MÁS DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *PINUS PONDEROSA*

En el caso del *Pinus ponderosa*, esta especie tiene la mayor representatividad dentro de la clase diamétrica 25.

En general, la máxima representación de esta clase viene dada por el género *Pinus*. Dándose como sucedía con anterioridad una relación positiva VCC – densidad.

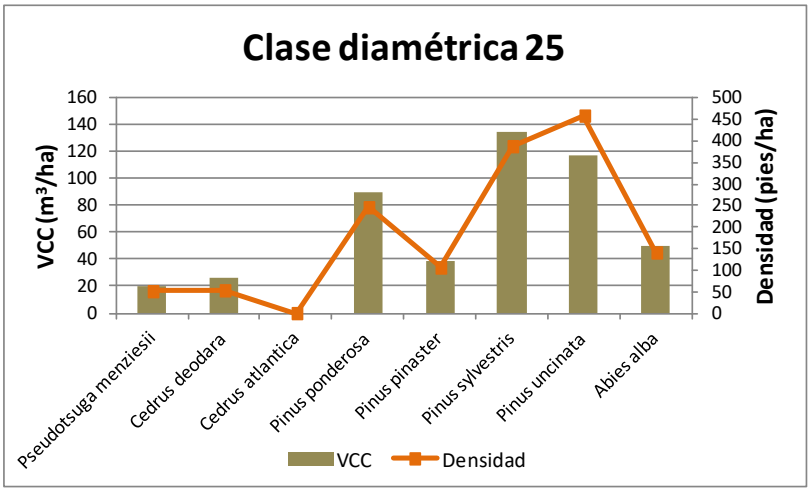


Figura 12. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 25.

En la comparativa de volúmenes por individuo de las especies de *Pinus* y *Abies*, se comprueba que es *Pinus ponderosa*, junto a *Abies alba*, las que alcanzan mayores crecimientos por pie en esta clase diamétrica (la 25). *Pinus uncinata*, que presenta largas existencias en esta clase a nivel de hectárea, como se puede apreciar en la figura 12, presenta junto con el *Pinus pinaster* los volúmenes más bajos por individuo, en comparación con el resto de especies.

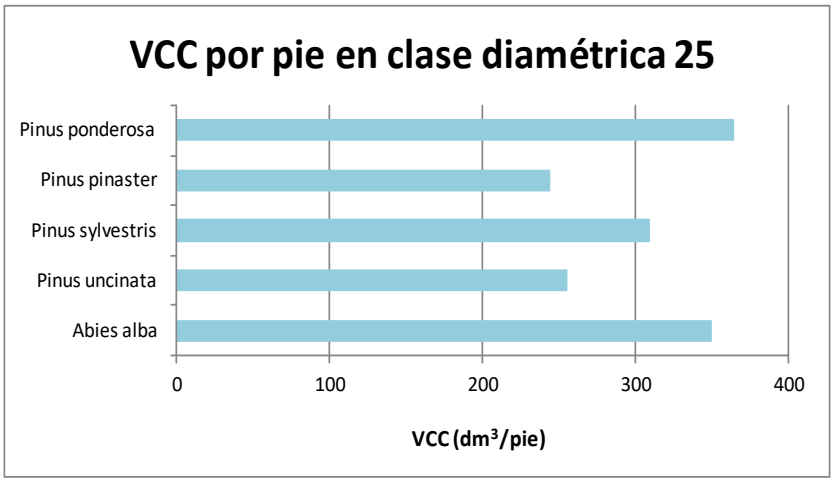


Figura 13. VCC individual de las especies con mayor VCC en la clase diamétrica 25.

6.1.2.5. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *PINUS PINASTER*

Del mismo modo que sucede con *Cedrus deodara*, la CD 30 es la más representada en *Pinus pinaster*. Sin embargo, tal y como sugería la figura 9, son *Cedrus deodara* y *Abies alba*, las especies que presentan mayores volúmenes para esta clase diamétrica, acercándose a los 0,6 m^3/pie.

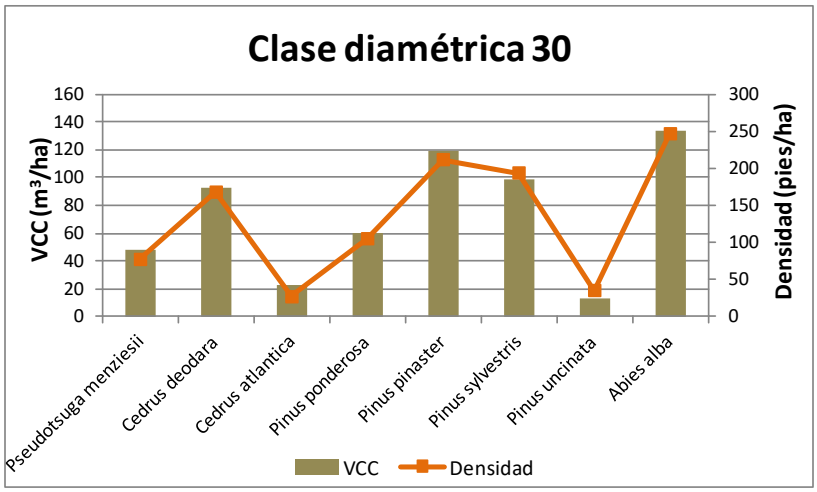


Figura 14. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30.

6.1.2.6. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *PINUS SYLVESTRIS*

Para la clase diamétrica 25, tanto *Pinus ponderosa* como *Pinus sylvestris* coinciden como la clase con mayor representatividad. Tanto las especies de *Cedrus* como *Pseudotsuga menziesii* a penas presentan pies en este rango de diámetros.

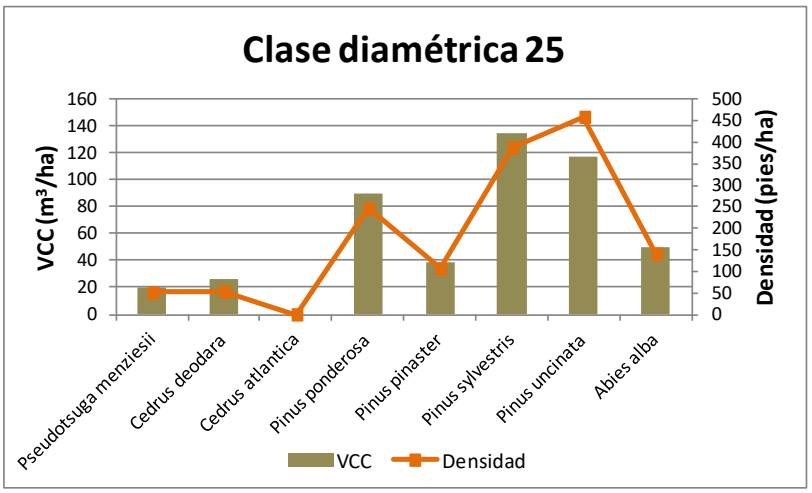


Figura 15. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 25.

6.1.2.7. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *PINUS UNCINATA*

La clase diamétrica 15 es la que acumula un mayor número de pies para esta especie, con una media de 950 pies/ha, que en su conjunto suman un total de casi 100 m^3/ha, mientras que el resto de especies apenas se ven representadas en este rango.

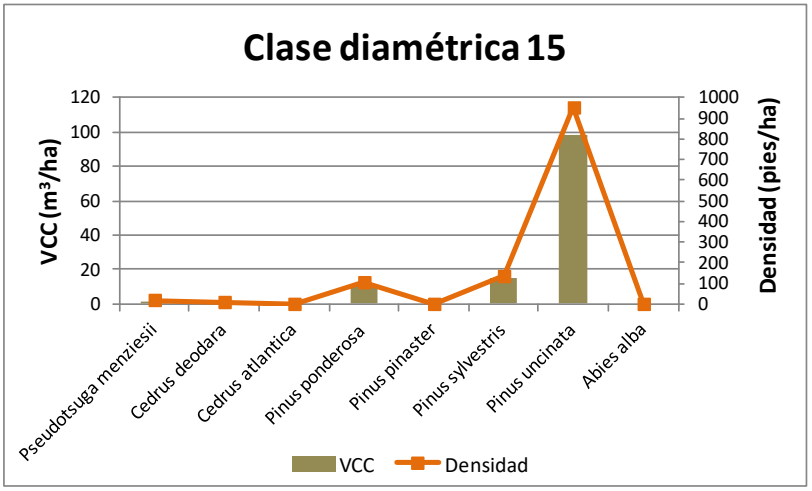


Figura 16. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 15.

6.1.2.8. CLASE DIAMÉTRICA MÁS NUMEROSA PARA *ABIES ALBA*

Así como sucedía en *Cedrus deodara* y *Pinus pinaster*, en *Abies alba* la clase diamétrica más representada es la clase 30, con cerca de 250 pies/ha.

Pese a la diferencia de VCC entre *Abies alba* y *Cedrus deodara*, como se refleja en la figura 8, ambas mantienen unos volúmenes por pie muy parecidos y por encima del resto de especies para dicha clase.

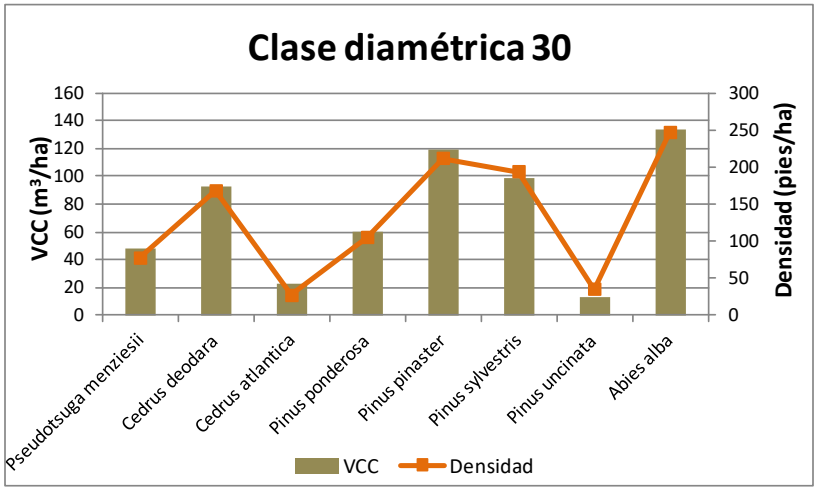


Figura 17. VCC y densidad de las diferentes especies para la clase diamétrica 30.

6.2. COMPARATIVA DE CRECIMIENTOS SEGÚN ALTURA

La estimación de la altura es importante por ser ésta una variable que permite comparar de manera sencilla cual ha sido el crecimiento de las especies – en el estudio, según especie y clase diamétrica - además de poder obtener los volúmenes deseados de la especie.

En la figura 18, se muestran las alturas obtenidas para las diferentes especies presentes en el estudio.

Más allá de la falta de algunos valores en determinadas clases diamétricas –por no presentar individuos dentro de un determinado rango-, se obtienen unas curvas que permiten la representación del crecimiento en altura de estas especies.

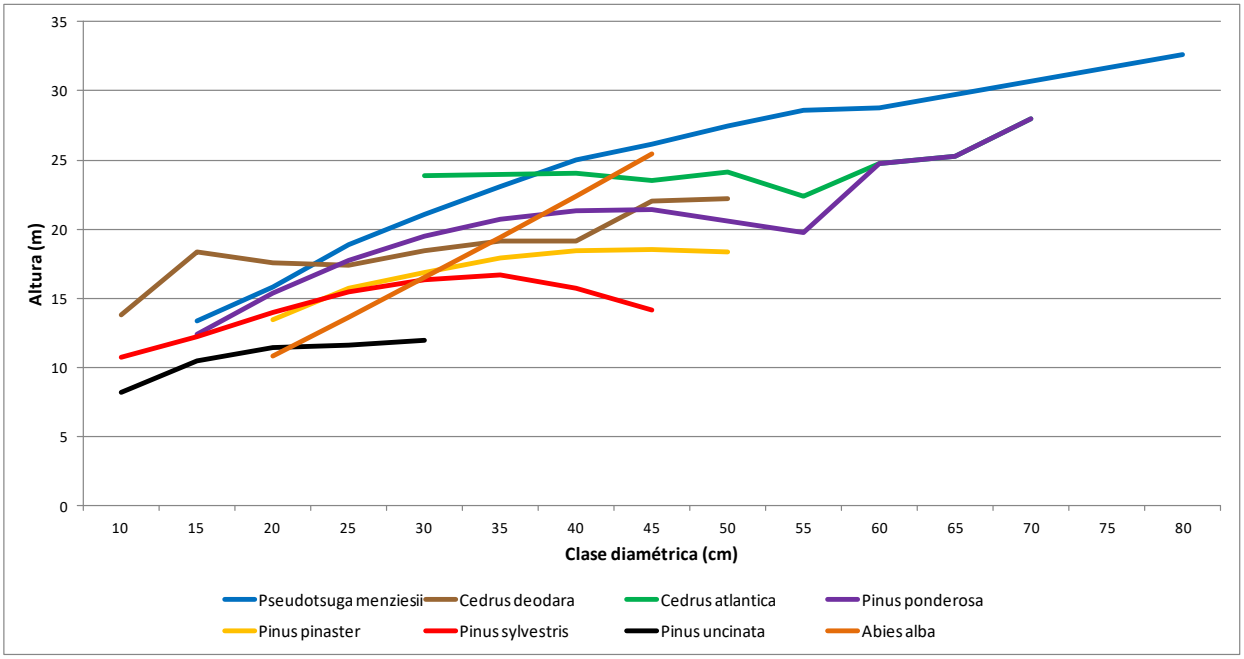


Figura 18. Altura de las diferentes especies según la clase diamétrica.

A la vista de estos resultados, en primer lugar, se denotan amplias diferencias entre especies en cuanto a los diámetros presentes en la finca; así como que *Pseudotsuga menziesii* presenta individuos entre las clases 15 y 80, *Pinus uncinata* presenta un abanico de diámetros muy reducido y limitado a diámetros entre las clases 10 y 30. Existe una relación positiva entre los mayores diámetros de *Pseudotsuga menziesii* y la altura máxima que alcanzan los pies de esta especie (32,6 m), así como en *Pinus uncinata*, que no pasa de los 12,0 m.

Se da el caso de que en tres de las especies a estudio la relación diámetro-altura no es todo lo lineal que cabría esperar; en el caso de *Cedrus atlantica* y *Pinus ponderosa* hay que tener en

cuenta que se muestrearon 3 y 1 parcela respectivamente, hecho que puede aumentar el error. Diferente es el caso de *Pinus sylvestris* que cuenta con 12 parcelas muestreadas.

También es reseñable que las especies que han mostrado mayores alturas durante el muestreo son las cuatro especies alóctonas: *Pseudotsuga menziesii* en primer lugar, *Pinus ponderosa* en segundo, *Cedrus atlantica* en tercero y por último *Cedrus deodara*. Mientras, las tres especies del género *Pinus* que son autóctonas en nuestro país muestran alturas y diámetros más modestos que las anteriores. *Abies alba* también ha mostrado valores de altura elevados, llegando a los 25 metros, pero más curioso es la progresividad con que lo hace, siguiendo una relación casi perfecta diámetro-altura.

6.3. COMPARATIVA ENTRE DENSIDAD Y CLASES DIAMÉTRICAS

El objetivo de relacionar clases diamétricas y densidades es el de visualizar de forma sencilla como se distribuyen los individuos de cada especie según las dimensiones que han alcanzado. Este detalle es el que se muestra en la figura 19.

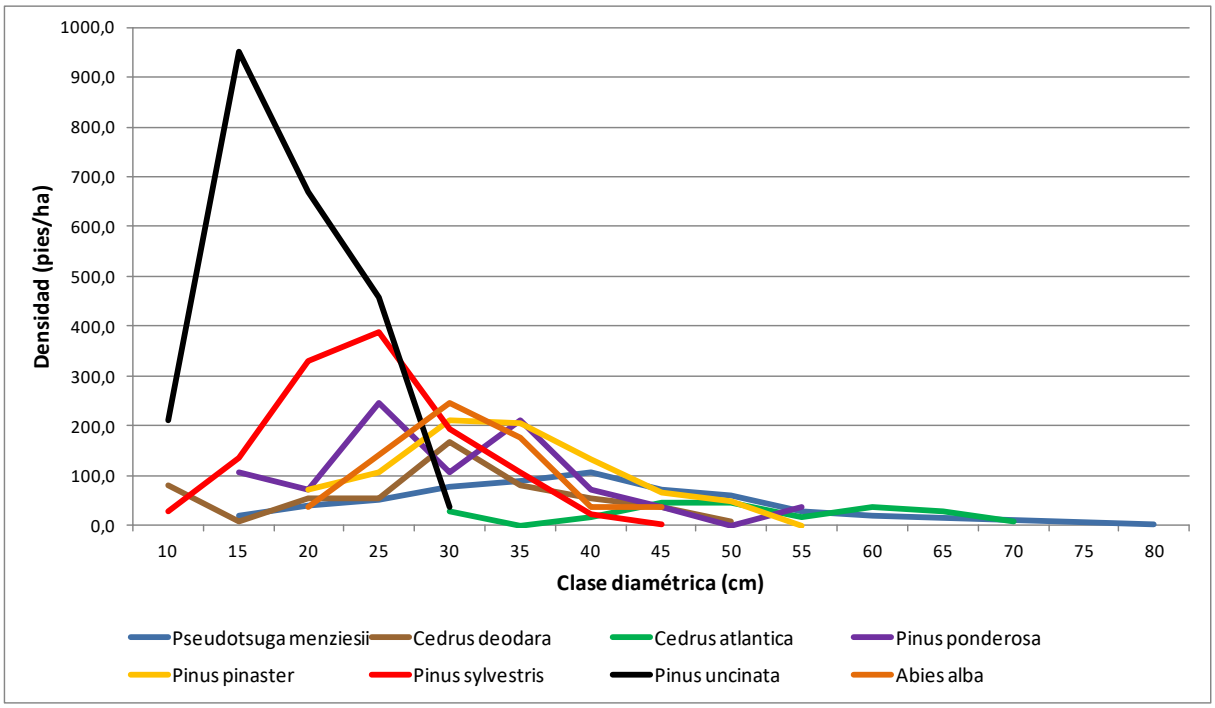


Figura 19. Distribución de las densidades según clases diamétricas.

Con este gráfico de líneas se puede llegar a dilucidar cuáles son las estrategias de las diferentes especies presentes en la finca, teniendo en cuenta que no ha habido participación humana en esta distribución.

Así, lo primero que salta a la vista es el pico de densidad que presenta *Pinus uncinata* en las clases diamétricas más bajas; es decir pies de pequeñas dimensiones y en altas densidades. Estrategia totalmente distinta a la utilizada por *Cedrus atlantica*, que no presenta ninguna clase diamétrica con más de 100 pies/ha, pero sin embargo todos sus individuos tienen 30 cm o más de diámetro.

Distribución parecida a *Pinus uncinata* es la de *Pinus sylvestris*, que concentra sus pies en clases diamétricas menores; en cambio el resto de especies de *Pinus* presentan un mayor abanico de diámetros.

Como se apuntó con anterioridad, han sido, en general, las especies foráneas las que presentan mayores diámetros, siendo el caso sobre todo de *Pseudotsuga menziesii* y de las dos especies de *Cedrus*. En ningún caso, alguna de estas tres especies ha presentado picos de densidad en alguna clase determinada.

Con grandes diámetros también se presenta *Pinus ponderosa*, marcando dos picos alrededor de las clases 25 y 35, hecho que debería estudiarse para poder determinar el origen del mismo.

6.4. ERRORES EN BASE AL ÁREA BASIMÉTRICA

Como se destacó anteriormente, el error calculado a los valores medidos en campo se realizó por medio del área basimétrica ya que esta variable es directa y por tanto los valores de error obtenidos son más reales que los que se puedan calcular con VCC.

En la tabla 3 se muestran los valores de error junto al número de parcelas muestreadas.

Tabla 3. Error según área basimétrica por especies

Especie	Error (%)	Nº de parcelas muestreadas
Pseudotsuga menziesii	4,6	11
Cedrus deodara	11,1	4
Cedrus atlantica	2,1	2
Pinus ponderosa	-	1
Pinus pinaster	4,9	8
Pinus sylvestris	5,0	12
Pinus uncinata	1,4	2
Abies alba	-	1

Fuente: elaboración propia.

En vista de los resultados presentados hasta aquí, cabe destacar algunos aspectos a tener en cuenta en el desarrollo de las conclusiones sobre un estudio cuya importancia radica en el hecho de poder arrojar algo de luz sobre cuáles de las especies forestales estudiadas ha tenido una mejor adaptación al terreno en base al crecimiento observado, con vistas a poder determinar aquellas que deberían ser las especies a utilizar en una hipotética repoblación de una zona de elevada importancia en el sector del aprovechamiento forestal, así como motivar las especies que podrían llegar a resistir los inexorables embates del cambio climático.

La sencilla metodología aquí aplicada ha permitido avanzar en algunas facetas concretas del conocimiento de las especies detalladas y corroborar algunos de los resultados obtenidos en estudios anteriores y que eran previsibles.

Un aspecto que cabe ser citado con anterioridad a cualquier discusión es la densidad hallada en las diferentes especies forestales estudiadas, y es que como se ha comentado con anterioridad, en el proyecto inicial de repoblación se propone una densidad de pies de 2500 individuos/ha, lo cual diverge en gran cantidad de las densidades actuales. Exceptuando los casos de *Pinus uncinata*, con una densidad de 2300 pies/ha, y el de *Cedrus atlantica* con 220 pies/ha, el resto de especies se mueven entorno a unos 500-1200 pies/ha.

Teniendo en cuenta que según el Parque Natural del Montseny no se han realizado trabajos forestales propiamente dichos en las masas, cabe pensar o bien que en el proyecto de repoblación la reposición de marras no se tuvo en cuenta como se planteaba o bien que, a lo largo de estos cerca de 55 años se han ido dando procesos naturales de muerte por afectaciones varias que no son objetivo de este estudio.

Entrando en plena discusión, el uso de la variable VCC ha sido utilizado por delante de otras, como podría haber sido el área basimétrica, por el mero hecho de ser intuitiva. Esta variable permite saber que las existencias medias por hectárea son superiores en el caso de *Pseudotsuga menziesii*, incluso en densidades menores a la siguiente especie en volumen, que es *Pinus pinaster*, lo que denota grandes diámetros, que son ideales para el silvicultor por los usos que tiene la especie. De hecho, las clases diamétricas 40 y 50, ya descritas en el capítulo anterior, están ampliamente representadas en dicha especie mostrando valores de volumen de 1,2 m^3 y 1,5 m^3/pie, respectivamente. El rápido crecimiento de esta especie foránea y el hecho que con turnos relativamente cortos, de 60-70 años según Vericat (2014), se puedan alcanzar grandes dimensiones la hace ser una especie propicia para el desarrollo en la zona. Por si fuera poco, esta especie habita en lugares donde la precipitación anual es parecida o incluso

algo menor a la del Montseny, lo que da lugar a que haya margen en el caso de un escenario de bajada generalizada de las precipitaciones a lo largo del año.

Con volúmenes medios totales por hectárea parecidos a los del abeto de Douglas se sitúa *Pinus pinaster*, especie autóctona aunque muy poco presente en el Montseny de forma natural. Seguramente no es la especie más valorada por su madera dentro de las especies de estudio, pero su rápido crecimiento puede ser tenido en cuenta a la hora de considerarla como especie a repoblar. Se muestra representada sobre todo entre las clases 30 y 35, llegando a diámetros de 55 cm con una densidad media total de 838 pies/ha. Teniendo esto en cuenta y que todavía no se ha alcanzado el supuesto turno de 70-80 años para madera de sierra (CEBALLOS, 1971) todavía hay margen de crecimiento, lo que es un valor añadido.

El pino rodeno ha mostrado en la finca unos resultados en cuanto a crecimiento por encima de lo que cabía esperar; a esto hay que sumar que el porte general que se ha desarrollado ha sido de 20 metros como altura máxima (aunque torcidos en muchos casos). Una razón ha sido quizás el amplio rango ecológico de la especie para sobrevivir en diferentes condiciones (BOGINO, 2008) y que definitivamente la especie se halla bajo un nivel de precipitaciones superior al que encuentra en su área natural de distribución, hecho que el mismo Bogino afirma como un factor que tiene una alta relación en el crecimiento radial.

En cuanto a las dos especies de *Cedrus*, se pueden observar algunas diferencias notables en lo que a su VCC se refiere. *Cedrus deodara* presenta menores VCC medio por hectárea que *Cedrus atlantica*; de hecho, *Cedrus deodara* presenta la mayoría de sus individuos dentro de la clase 30, mientras que *Cedrus atlantica* los concentra en la clase 50. Esto ya sigue el patrón que Ceballos (1971) define en *Cedrus atlantica* de anchos fustes de hasta 140-160 cm a la edad de turno y de crecimiento más lento en *Cedrus deodara* (BORGANKOAR et al, 1999; en LINARES, 2011). De *Cedrus deodara*, Ceballos (1971) cita que la precipitación, de 1000-1800 mm/año en que se encuentran los mejores cedrales, consta como el factor limitante para el crecimiento de su especie, por lo que presuntamente se hallaría en un rango límite dentro del Montseny.

Por otro lado, el cedro del Atlas, obtiene los mejores VCC dentro de la clase diamétrica 50, incluso mejores que los del abeto de Douglas. Consta que en cedrales buenos las existencias pueden llegar a ser de 700 m^3/ha, y aproximadamente a mitad de turno; el estudio refleja valores en la finca cercanos a los 500 m^3/ha. Esto confirmaría los buenos resultados de

repoblaciones prueba que Garolera (1993, en ALCÁZAR, 1997) ya realizó en los 60-70 en la misma zona del Montseny.

Asimismo, la amplitud de diámetros que presenta *Cedrus atlantica* se establece entre las clases 30 y 70 cm, mientras que en *Cedrus deodara* es entre 10 y 50 cm. Cabe suponer que estos individuos de menor tamaño en *Cedrus deodara* puedan ser fruto de la propia germinación de las semillas de árboles adultos una vez establecidos.

Siguiendo la discusión sobre las especies foráneas, se puede indicar que *Pinus ponderosa* registra unos valores de VCC medios relativamente altos en comparación con el resto de especies, por encima de los 500 m^3/ha. Sin embargo, estas existencias medias son fruto de 880 pies/ha, mientras en *Cedrus atlantica* – con el mismo VCC medio por ha - la densidad era de 220 pies/ha.

En *Pinus ponderosa* se ven representados un abanico amplio de diámetros (clases de 15 a 55 cm) aunque concentrando la mayor parte de los individuos en la clase 25, y también 35; estos relativamente reducidos diámetros, junto con la elevada altura que presentan muchos de los individuos, dan a suponer coeficientes de esbeltez altos; hecho que se puede leer como una mayor sensibilidad ante acontecimientos meteorológicos extremos o trabajos de aclareo.

El pino silvestre es otra especie autóctona aunque no presente de forma natural en el Montseny. Según el actual estudio ha presentado valores de VCC medios por hectárea asimilables a *Cedrus deodara* o *Abies alba*, aunque con densidades muy por encima, cercanas a los 1200 pies/ha de media.

Mayoritariamente se encuentra representada entre las clases 20 y 30, donde muestra VCC por pie asimilables al resto de especies más representadas para dichas clases. Pese a ello, actualmente los pinos silvestres muestran diámetros inferiores a los mínimos requeridos para su aprovechamiento para chapa de calidad, hecho que le hace perder competitividad respecto otras especies citadas.

No se aprecian mayores problemas de adaptabilidad en cuanto a climatología debido a la gran amplitud ecológica de que se caracteriza y al buen régimen pluviométrico de la zona.

Sí es destacable en *Pinus sylvestris* que pese a contar con el mayor número de parcelas de estudio entre las especies estudiadas (12) y con error del 5%, muestra una curva descendiente en altura a partir de los 35 cm de diámetro. Una posible explicación a este suceso es que

dentro de las parcelas de *Pinus sylvestris* tan solo se midió 1 pie con diámetro de la clase 40 – el mayor diámetro que muestra la especie en la finca - y la altura registrada pueda ser un error humano, o simplemente deberse a la menor estatura del pie.

Estudios como el de Montero et al (2000) citan la baja resistencia de *Pinus sylvestris* ante la acumulación de nieve en sus copas, junto con *Picea abies*. Otros, como Martín-Alcón et al (2010), hacen también referencia a su alta susceptibilidad en casos de fuertes vientos, así como en el caso de *Pinus uncinata*. Sobre todo cabría tener en cuenta la repercusión de las tormentas de viento, fenómeno que en el mismo artículo de Martín-Alcón et al (2010) se prevé vaya creciendo paulatinamente debido al cambio climático.

En cuanto a la acumulación de nieve en las copas, sin más conocimiento y sin estudios previos realizados, se cree que esta puede haber sido la causa de que la unidad repoblada con *Picea abies* se encuentre en tal estado de deterioro, con alta mortalidad y con los pies restantes presentando rotura de fustes. Resulta difícil basar la elección de especie en un rodal con baja supervivencia y malos fustes, pero en todo caso, coincidiendo con la bibliografía sería una especie que se evitaría introducir en un proyecto de repoblación en la zona.

Presentando existencias medias por hectárea similares a *Pinus sylvestris*, se halla *Abies alba*, una especie de la que como se ha comentado ya, tiene su límite de distribución meridional de la Península Ibérica en el mismo Montseny. Se trata de una sola masa de pequeñas dimensiones y con una distribución sobre su superficie muy homogénea. Esta masa presenta unos VCC medios modestos en comparación con *Pseudotsuga menziesii* o *Pinus pinaster* y concentra la mayoría de sus pies en la clase diamétrica 30, donde en este caso sí, los VCC por pie son los que presentan mayores valores, junto a *Pinus ponderosa*. Además, presenta la relación diámetro altura más perfecta de las estudiadas, con pies de hasta 25 m en la actualidad.

Teniendo en cuenta que su turno es de 125-150 años (CEBALLOS, 1971) se prevé unas existencias mayores a las actuales, aunque por debajo de las ya comentadas. Ahora bien, aunque tal y como cita Bartolomé (2005) la especie se encuentra colonizando zonas de pastos por la falta de actividades ganaderas y la prohibición de quemas. Otros muchos estudios detallan que esta especie en el Montseny se encuentra en regresión de forma natural, elevando su hábitat para poder paliar una falta de condiciones climatológicas más adecuadas.

En último lugar, el pino negro, que se halla en las cotas más altas de la finca, cerca de los 1600 m de altitud y cubriendo antiguas zonas de pasto y roquedales. Es la especie que muestra mayores densidades, 2300 pies/ha, y menores diámetros. De hecho, en términos generales muestra los VCC medios más bajos junto con *Cedrus deodara* – aunque esta última especie con una densidad de 500 pies/ha -.

Esta especie se halla fuera de su zona de distribución natural y distribuida en la cota mínima donde habita de forma natural. Se trata de una especie microterma y tal como sugiere Gutiérrez (1991) su crecimiento radial es ampliamente controlado por las altas temperaturas, más aún que por la escasez de agua; hecho que ante una situación de subida de temperaturas se puede ver gravemente afectado. Además, como cita Martín-Alcón et al (2010) *Pinus uncinata* se ve gravemente afectado por las tormentas de viento, muy típicas en la zona donde se encuentra.

Pese a que su madera sea muy apreciada, quizás haría falta comprobar qué tal reaccionaría ante densidades menores, y ver cómo sería su crecimiento, ante lo cual perdería parte de su función protectora del suelo.

7. CONCLUSIONES

Tomando de referencia el último informe realizado por el IPCC (2018), se describe que el calentamiento global inducido por el hombre hasta 2017 ha alcanzado aproximadamente 1 ºC sobre el nivel preindustrial. Este calentamiento es mayor en muchas regiones y avanza a 0,2 ºC por década debido a las emisiones pasadas. La región mediterránea es un ejemplo de alta vulnerabilidad a estos cambios y las observaciones en la zona marcan una tendencia hacia una mayor sequedad y una reducción de la escorrentía que podría llegar a casi el doble en un escenario de una subida de 2 ºC. Teniendo esto en cuenta, así como estudios realizados en la propia zona como el de Pujantell et al (2018), en el que analizando datos de los observatorios del Montseny se observa un incremento de la temperatura de 2 ºC para el período 1976-2001 – significativo estadísticamente -, se plantea en la zona una situación de calentamiento demostrado; la tendencia no es clara en cuanto a precipitación, pero muestra más irregularidad interanual en las últimas décadas.

Parece lógico pues, encaminar las futuras acciones teniendo en cuenta la certeza de un cambio en los regímenes meteorológicos, más aún cuando multitud de expertos concluyen que la sequía es el principal factor limitante del crecimiento en las especies mediterráneas como cita por ejemplo Linares et al (2010).

Aunque en algunos casos se puede pensar que un aumento de las temperaturas alargue el período vegetativo, varios estudiosos también comentan que esta subida no se espera que ejerza un efecto positivo en el Mediterráneo debido al déficit de agua en el suelo que se dará motivado por una mayor evapotranspiración (CANDEL-PÉREZ et al, 2012).

Teniendo en cuenta todos los factores de posible calentamiento en la región mediterránea, hay tres especies que definitivamente se encuentran en un hábitat propicio para su desarrollo por ser térmicamente parecido y presentar características de pluviometría similares a su hábitat de origen; tanto *Pinus ponderosa* como *Cedrus atlantica* reunirían estas características, además de *Pseudotsuga menziesii*, más sensible a las heladas; pero en un supuesto escenario de calentamiento se supone que el número de días con temperaturas frías podría descender.

Por el contrario, especies como *Picea abies* se han descartado por una mala adaptación generalizada al entorno. Asimismo, especies como *Pinus sylvestris* o *Pinus uncinata* presentan una alta sensibilidad a las crecientes tormentas de viento que se pronostican,

además de haber desarrollado unas existencias en volumen relativamente más bajas que el resto de especies.

Por tanto, y al objeto de concretar, completar y en cierta medida argumentar las conclusiones a las que se llegó tras la realización del presente estudio se puede indicar que:

- Los mayores valores de VCC se dan en *Pseudotsuga menziesii* con densidades de 560 pies/ha, resultando la mayoría de los pies dentro de la clase diamétrica 40 cm, lo que supone diámetros adecuados para su uso principal como viga, más teniendo en cuenta que se encuentra a unos 10-15 años del turno recomendado.

- *Pinus pinaster* y *Cedrus atlantica* son dos especies que parecen haberse adaptado de manera exitosa a las condiciones de la finca de estudio. En el caso de *Pinus pinaster* con unas existencias medias bastante elevadas, aunque con diámetros más modestos que *Cedrus atlantica*, que se ha sobrepuesto sobre el resto de especies en cuanto a VCC medio dentro de las clases diamétricas más altas.

- Dentro del estudio se descarta la utilización de *Picea abies* por presentar esta especie una masa con fustes rotos debido – con alta probabilidad - a la meteorología reinante en la zona. La bibliografía también muestra como es una especie que reacciona relativamente mal frente a las tormentas de viento y la nieve sobre copas.

- Un punto interesante a estudiar en el futuro es el posible crecimiento de estas mismas especies bajo unas condiciones iguales, sobre todo en lo que a densidad de pies se refiere, ya que se ha podido comprobar que existen especies, como por ejemplo *Cedrus atlantica* que a densidades bajas muestran valores de diámetro muy altos, ya que el espaciamiento y la menor competencia han permitido el crecimiento de sus fustes.

- La no uniformidad de las masas en tamaño, no ha permitido la misma intensidad de muestreo en todas las especies, lo que en cierta medida puede haber sido un factor debilitante de los datos recogidos en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- AFIF KHOURI, E., CANGA LÍBANO, E., OLIVEIRA PRENDES, J., GORGOSO VARELA, J., y CÁMARA OBREGÓN, M. (2009). **Crecimiento anual en volumen y estado nutricional de Pinus pinaster Ait. en Asturias, España**. *Ciencia forestal en México*, *34*(106), 107-126.

- ALCÁZAR, J., AUNÓS, A. y PEMÁN, J. (1997). **Primeros resultados de la repoblación con *Cedrus atlántica* y *Cedrus libani* en una estación semiárida de la provincia de Lérida**. II Congreso Forestal Español. ETSEA. Universidad de Lleida. 6 p.

- AMBRÒS, J., Diputació de Barcelona. Àrea de Territori i Sostenibilitat (coord..), Ayuntamiento del Montseny (col.). (2017). **El Parc Natural del Montseny: Un diàleg entre l'home i el territori. Barcelona.** Diputació de Barcelona. Àrea de Presidència. Gabinet de Premsa i Comunicació. 163 p.

AUNÓS, Á. y BLANCO, R. (2006). **Caracterización de rodales irregulares de *Abies alba* Mill. capitalizados en existencias del Valle de Arán (Pirineos, España) y de las cortas de entresaca practicadas**. Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales, 15 (1), 96-106.

BARBER, J. (dir.), GUINART, D. (coord.), et al. (2014). **Pla de conservació del Parc Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera**. Barcelona. Diputació de Barcelona. Gabinet de Premsa i Comunicació. 561 p.

BARBETA, A., PUJANTELL, J., BARRIOCANAL, C., BOADA, M., FUENTES, J. y PEÑUELAS, J. (2018). **Estudi dendroecològic dels avets (*Abies alba L.*) i els faigs (*Fagus sylvatica Mill.*) del sot dels Avets a Vallforners**. IX Trobada d'Estudiosos del Montseny. Diputació de Barcelona. p. 175 – 185.

BARTOLOMÉ, J., BOADA, M., SAURÍ, D., SÁNCHEZ, S. y PLAIXATS, J. (2005). **Colonización de pastos por *Abies alba, Pinus sylvestris* y *Pinus mugo* en el Parque Natural del Montseny**. Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural, Vol. 2. 6 p.

BOADA, M., DUCH, J y VILÀ, M. (2002). **Naturalization evidence of *Pinus uncinata* Ramond ex DC. in Turó de l'Home-Les Agudes (Montseny Natural Park – Barcelona).** Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, Vol. 70, p. 44.

BOGINO, S. y BRAVO, F. (2008). **Growth response of *Pinus pinaster* Ait. To climatic variables in central Spanish forests**. Annals of Forest Science 65 (5): 506.

CALAMA, R., DEL RÍO, M., COQUILLAS, V., CAÑELLAS, I. y MONTERO, G. (2004). **Modelos de calidad de estación y de perfil de fuste para masas de *Pinus uncinata* Ram. en el Pirineo español**. Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales. 176 – 190.

CANDEL-PÉREZ, D., LINARES, J., VIÑEGLA, B. y LUCAS-BORJA, M. (2012). **Assessing climate-growth relationships under contrasting stands of coocurring Iberian pines along an altitudinal gradient**. Forest Ecology and Management 274: 48 – 57.

CAÑELLAS, I., MARTÍNEZ, F. y MONTERO, G. (2000). **Silviculture and dynamics of *Pinus sylvestris* L. stands in Spain.** Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales. 1, 233–253.

CEBALLOS, L. y RUIZ DE LA TORRE, J. (1971). **Árboles y arbustos de la España Peninsular**. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias y ETSIM. Madrid. 512 p.

CENTRE DE LA PROPIETAT FORESTAL. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. (2004). **Manual de redacció de plans tècnics de gestió i millora forestal (PTGMF) i els plans simples de gestió forestal (PSGF). Instruccions de redacció i l'inventari forestal.** Torreferrussa. Centre de la Propietat Forestal. 216 p.

CENTRE DE LA PROPIETAT FORESTAL y CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge. (2010). **Silvicultura de les principals coníferes amb interés productiu introduïdes a Catalunya**.

COURBET, F. (1990). **Tarif de cubage a deux entrees pour le cedre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en France** (Rapport de stage). 44 p.

DAVEL, M., TEJERA, L., HONORATO, M. y SEPULVEDA, E. (2006). **Efecto del control de malezas sobre el prendimiento y crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus ponderosa* en la Patagonia Argentina**. Bosque. 27 (1). p. 16-22.

DI MARCO, E. (2013). ***Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws (Familia Pinaceae)**. Producción forestal. 6. p. 43-45.

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. Servicio Forestal. (1963). **Memoria (Documento I del Proyecto de Reforestación)**. 15 p.

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. Servicio Forestal. (1969). **Informe sobre la creación del Silvetum del Montseny**. 3 p.

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. Xarxa de Parcs Naturals. (2005). **Memòria 2004**. Parc Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera. 124 p.

DIPUTACIÓN DE BARCELONA. Àrea de Territori i Sostenibilitat. Gerència de Serveis d'Espais Naturals. (2016). **Assessorament i suport en la gestió de la xarxa meteorològica pròpia del Parc Natural-Reserva de la Biosfera del Montseny i del Parc del Castell de Montesquiu. Barcelona**. Servei de Gestió i Evolució del Paisatge (Universitat de Barcelona). 55 p.

GALVÁN, J., CAMARERO, J. y GUTIÉRREZ, E. (2014). **Seeing the trees for the forest: Drivers of individual growth responses to climate in *Pinus uncinata* mountain forests**. Journal of Ecology 1D02 (5). 1244 – 1257.

GARCÍA, S., RODRÍGUEZ, R., ÁLVAREZ, J. y GONZÁLEZ, R. (1996). **Primeros resultados de crecimiento de plantaciones de 15 a 30 años de abeto douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb Franco) en el noroeste de España**. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales 5(2); 231 – 243.

GARCÍA, J. y ALLUÉ, C. (2005). **Caracterización y potencialidades climáticas de abetales (*Abies alba* Mill.) en la Península Ibérica**. Ecología, 19: p. 11 – 28.

GIRARDIN, J. y BROQUEN, P. (1995). **El crecimiento de *Pinus ponderosa* Dougl. y *Pseudotsuga menziessi* (Mirb.) Dougl. en diferentes condiciones de sitio (Prov. NQN-R.A.).** Bosque, 16 (2). p. 57-67.

GRACIA, M. y ORDÓÑEZ, J. (ed.). (2011). **Les pinedes de pi roig. Manuals de gestió d'hàbitats**. Diputació de Barcelona. 177 p.

GUTIÉRREZ, E. (1991). C**limate tree-growth relationships for *Pinus uncinata* Ram. in the Spanish Pre-Pyrenees**. Acta Oecologica. 12 (2). 213 – 225.

JOVANOVSKI, A., JARAMILLO, M., LOGUERCIO, G. y ANTEQUERA, S. (2002). **Densidad de la madera de *Pinus ponderosa* (Dougl. Ex Laws) en tres localidades de Argentina**. Bosque, 23 (2). p. 57-67.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). (2018). **Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. World Meteorological Organization, Ginebra, Suiza. 32 pp.

LINARES, J. y CAMARERO, J. (2010). **Evaluando los efectos del cambio global sobre el funcionamiento de los abetos ibéricos mediante análisis de isótopos de carbono en los anillos de crecimiento**. Ecosistemas 19 (3): 24 – 40.

LINARES, J., TISCAR, P. CAMARERO, J. y TAÏQUI, L. (2011). **Tree growth decline on relict western-mediterranean mountain forests: causes and impacts**. En: Jenkins, J. Forest Decline:causes and impacts. Nova Science Publishers, Inc. 214 p.

LINARES, J., PAZO SARRIA, R., TAÏQUI, L., CAMARERO, J., OCHOA, V., LECHUGA, V., SECO, J., VIÑEGLA, B., SANGÜESA-BARREDA, G., GILARTE, P., MERINO, J. y CARRERIA, J. (2012). **Efectos de las tendencias climáticas y la degradación del hábitat sobre el decaimiento de los cedrales (*Cedrus atlantica*) del norte de Marruecos**. Ecosistemas 21 (3): 7 – 14.

MCROBERTS, R., TOMPPO, E. y CZAPLEWSKI, R. (2013). **Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales**. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf

MARTÍN, J. (1971). **El bosque en el Silvetum del Montseny**. Barcelona. Diputación Provincial de Barcelona. Servicio Forestal. 127 p.

MARTÍN-ALCÓN, S., GONZÁLEZ-OLABARRIA, J. y COLL, L. (2010). **Wind and snow damage in the Pyrenees pine forests: effect of stand attributes and location**. Silva Fennica 44(3): 399–410.

MONTERO, G., RÍO, M., y ORTEGA, C. (2000). **Ensayo de claras en una masa natural de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central**. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. 9(1): 147-168.

MONTERO, G., ROJO, A., ÁLVAREZ-TABOADA, N., y RÍO, M. (2001). **Aspectos selvícolas y económicos de los pinares de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central**. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 193, 27-56.

OLARIETA, J., MOLINS, J., RODRÍGUEZ, R., BLANCO, R. y ANTÚNEZ, M. (2001). **Aproximación a los requerimientos del territorio para el crecimiento de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) en la Sierra de Odén**. Edafología (Sociedad Española de la Ciencia del Suelo). 8 (2). 13 – 20.

OLIVERAS, M. (2017). **El massís del Montseny, de Parc Natural a Reserva de la Biosfera: percepció social i vinculació territorial a la Garriga**. Revista del Centre d'Estudis de Granollers, 21, 159-170.

PANAREDA, J. (2006). **L'evolució de les grans unitats del paisatge del Montseny: directrius per a la gestió**.

PÉREZ, M., GONZÁLEZ, S., ALÍA, R. y GIL, L. (2002). **Growth phenology and mating system of maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) in central Spain**. Forest Systems, 11 (1).

PÉREZ-OBIOL, R. y ROURE, J. (1990). **Evidència de la regressió recent de les avetoses a partir de les anàlisis pol·líniques**. Orsis, 5: 5 – 11.

PIRES, A. y XAVIER, R. (2010). **Influence of vegetation management and fertilization on *Pinus pinaster* growth and on understory biomass and composition**. Forest Systems, 19 (3); 404 – 409.

PUJANTELL, J., BARBETA, A., BOADA, M., PEÑUELAS, J., BARRIOCANAL, C. y FUENTES, J. (2018). **El Montseny com a paisatge sentinella del canvi global: el cas d'estudi de Vallforners**. IX Trobada d'Estudiosos del Montseny. Diputació de Barcelona. p.252 – 263.

RIBOT, E. (2017). **Les reforestacions amb avet Douglas i la seva gestió com alternativa a les masses de castanyer**. Catalunya Forestal. 132; 5 – 9.

RUIZ DE LA TORRE, J. (1979). **Árboles y arbustos de la España peninsular**. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 512 p.

VERICAT, P., PIQUÉ, M., BELTRÁN, M. y CERVERA, T. (2014). **Models de gestió per a les plantacions de coníferes: producció de fusta**. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

Mapas

Ortofoto de Catalunya 1:5.000 del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC), bajo una licencia CC BY 4.0

Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña. (2019). Mapa geológico comarcal 1:50.000. Disponible en: http://www.icgc.cat/ca/Descarregues/Cartografia-geologica/Mapa-geologic-comarcal-1-50.000 (Fecha de consulta: 10 de julio de 2019)

Parque Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera. (2016). Memòria 2016 (en línea). Disponible en: https://parcs.diba.cat/documents/155678/5253853/MemoriaMontseny2016.pdf/f0955ee1-8205-4b8c-b204-4c5a97fb49dc (Fecha de consulta: 1 de julio de 2019)

ANEXOS

Anexo I. Límites de la finca de Can Planas de Fontmartina

Anexo II. Comunidades forestales en la finca de Can Planas de Fontmartina

Anexo III. Plano del proyecto de repoblación de 1962

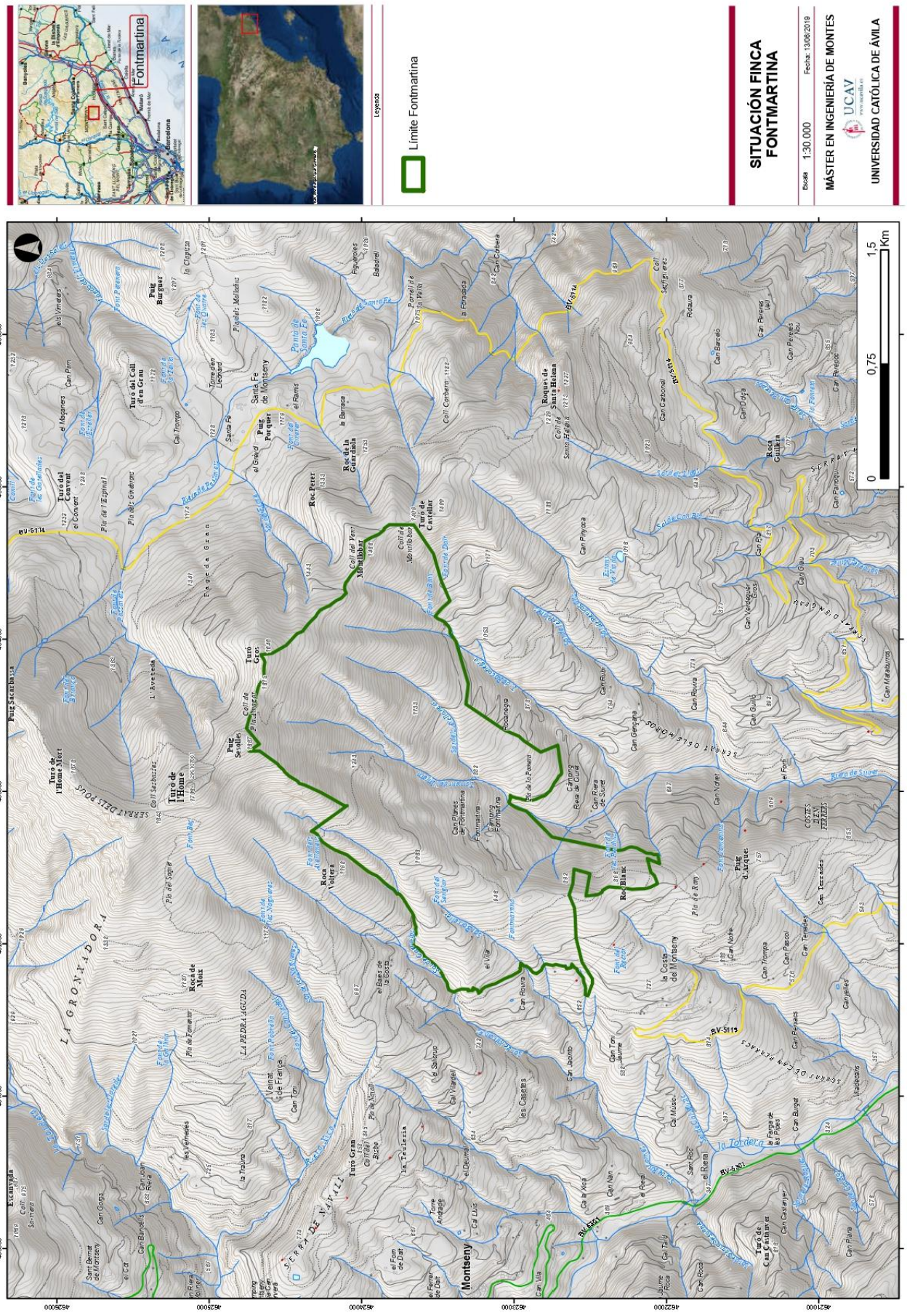
Anexo IV. Plano del Silvetum del Montseny de 1971

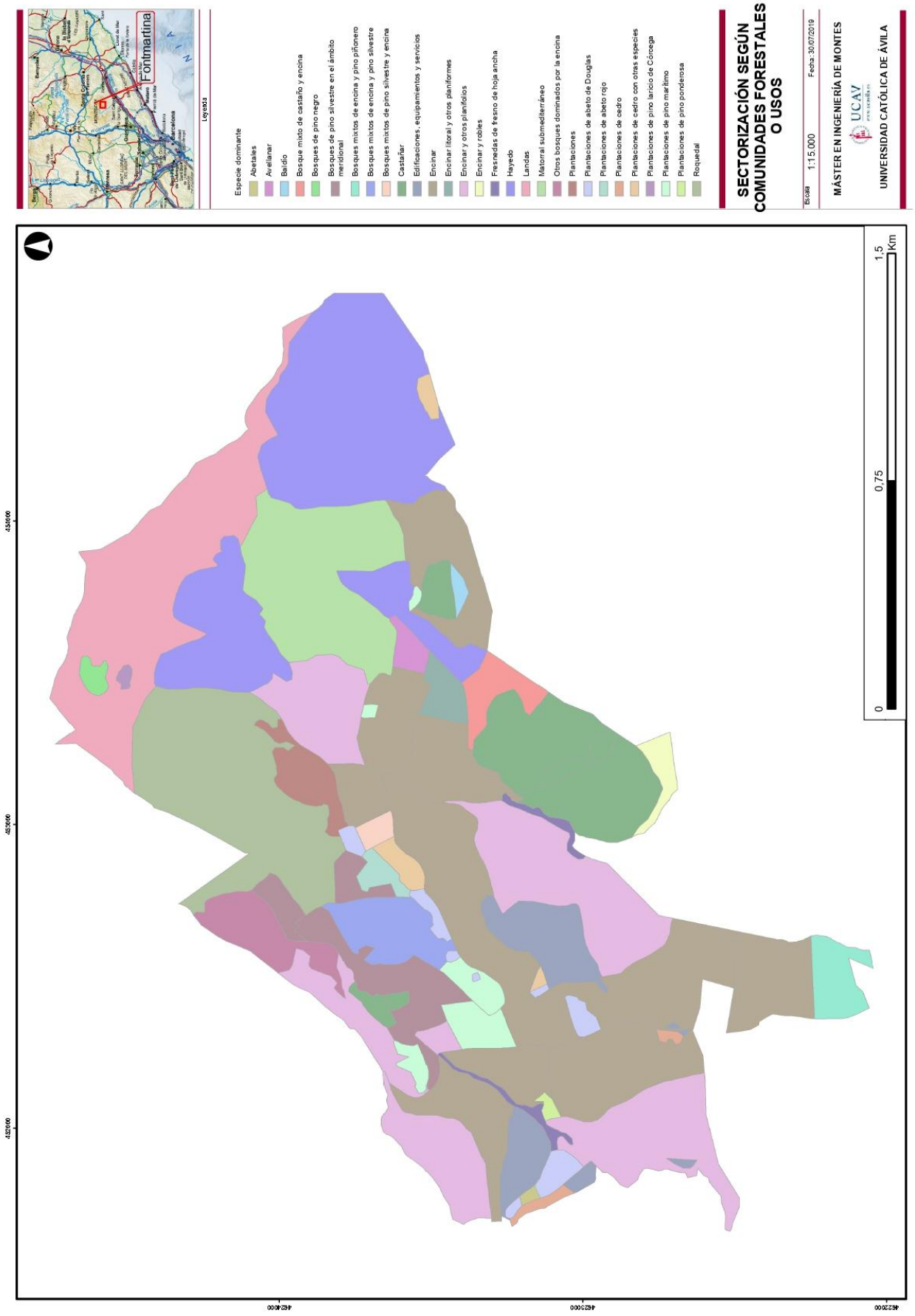
Anexo V. Unidades de actuación en la finca de Can Planas de Fontmartina

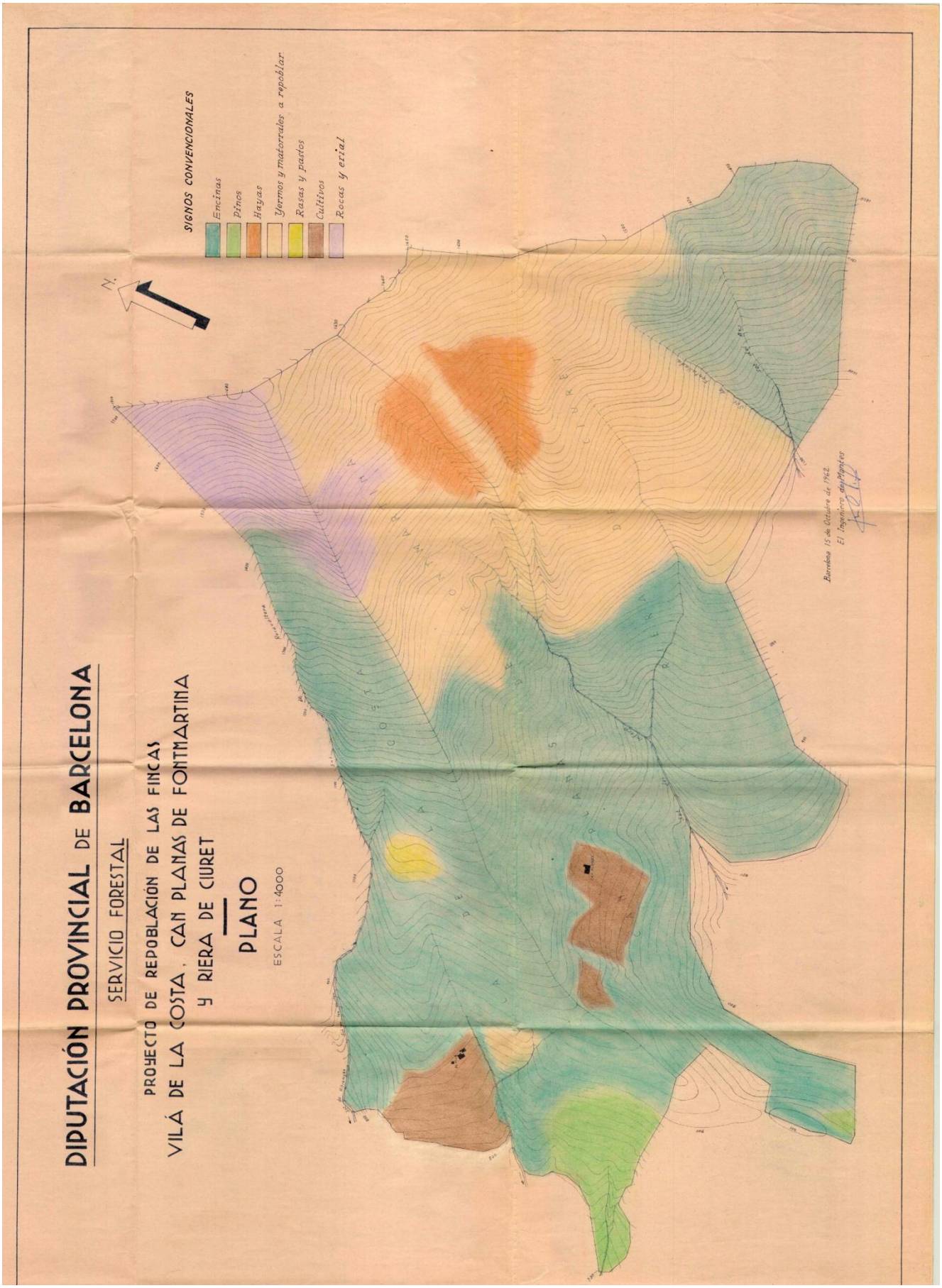
Anexo VI. Parcelas de muestreo en las unidades de interés para el estudio

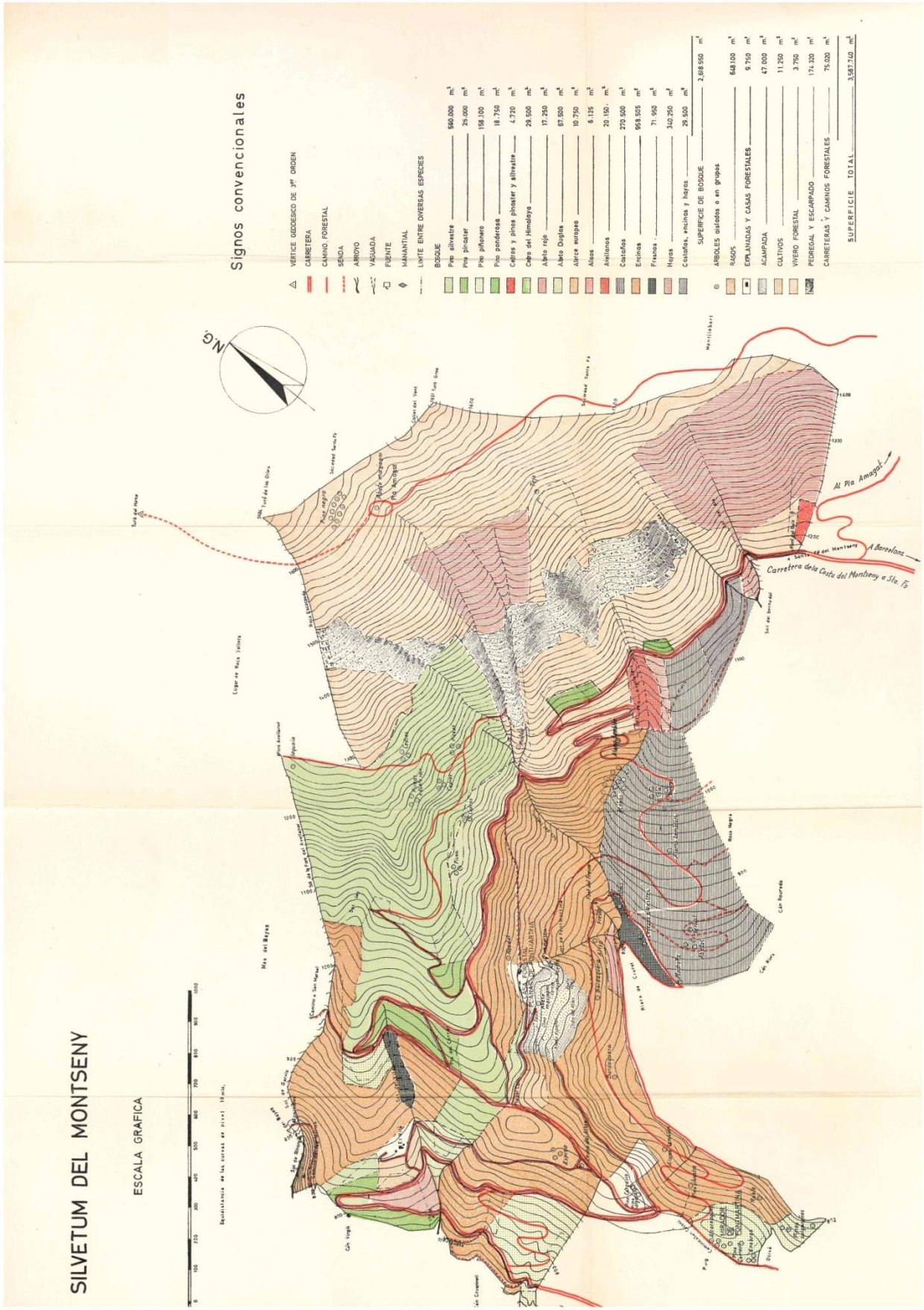
Anexo VII. Estadillo de trabajo de campo

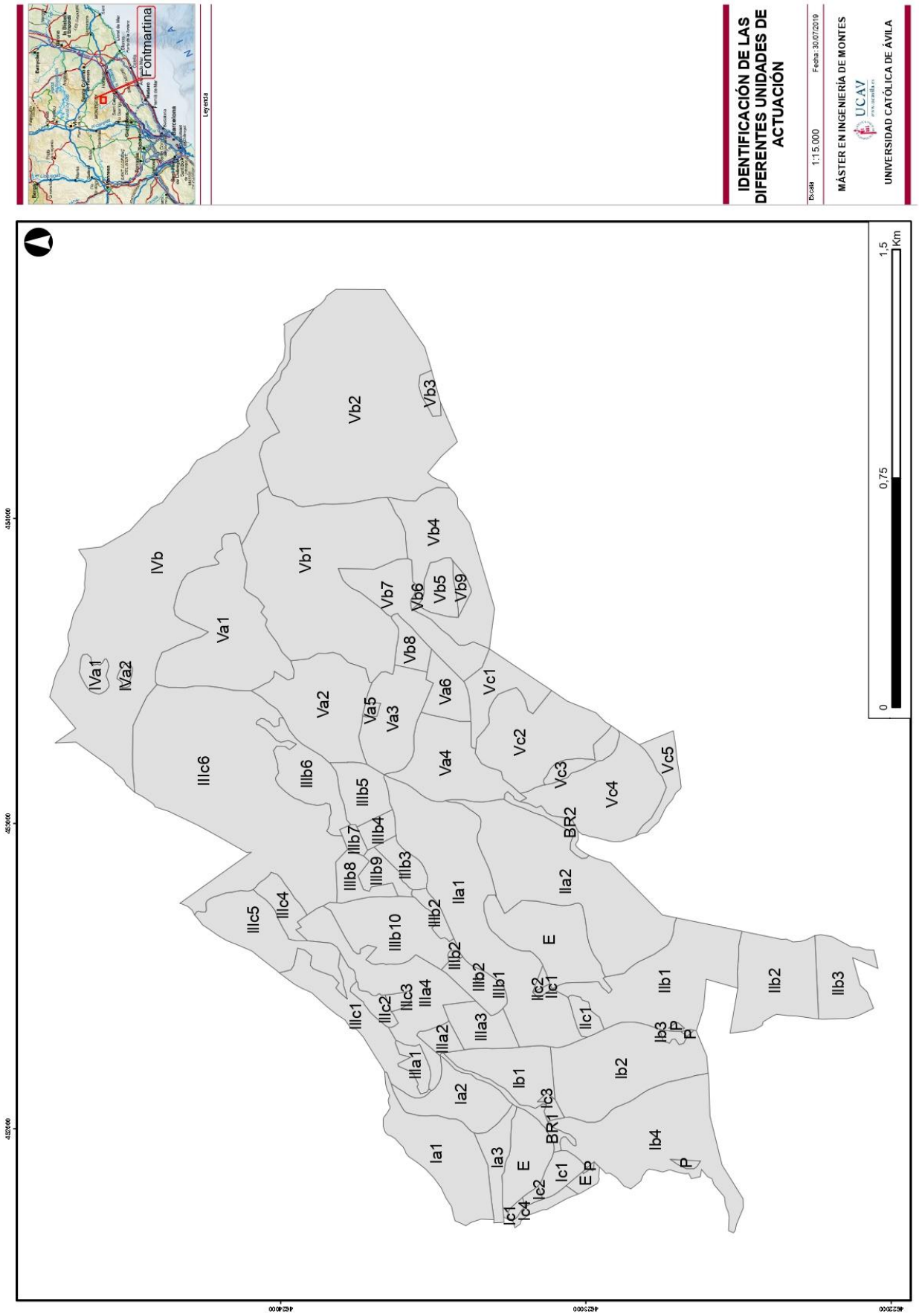
Anexo VIII. Imágenes de la finca de Can Planas de Fontmartina

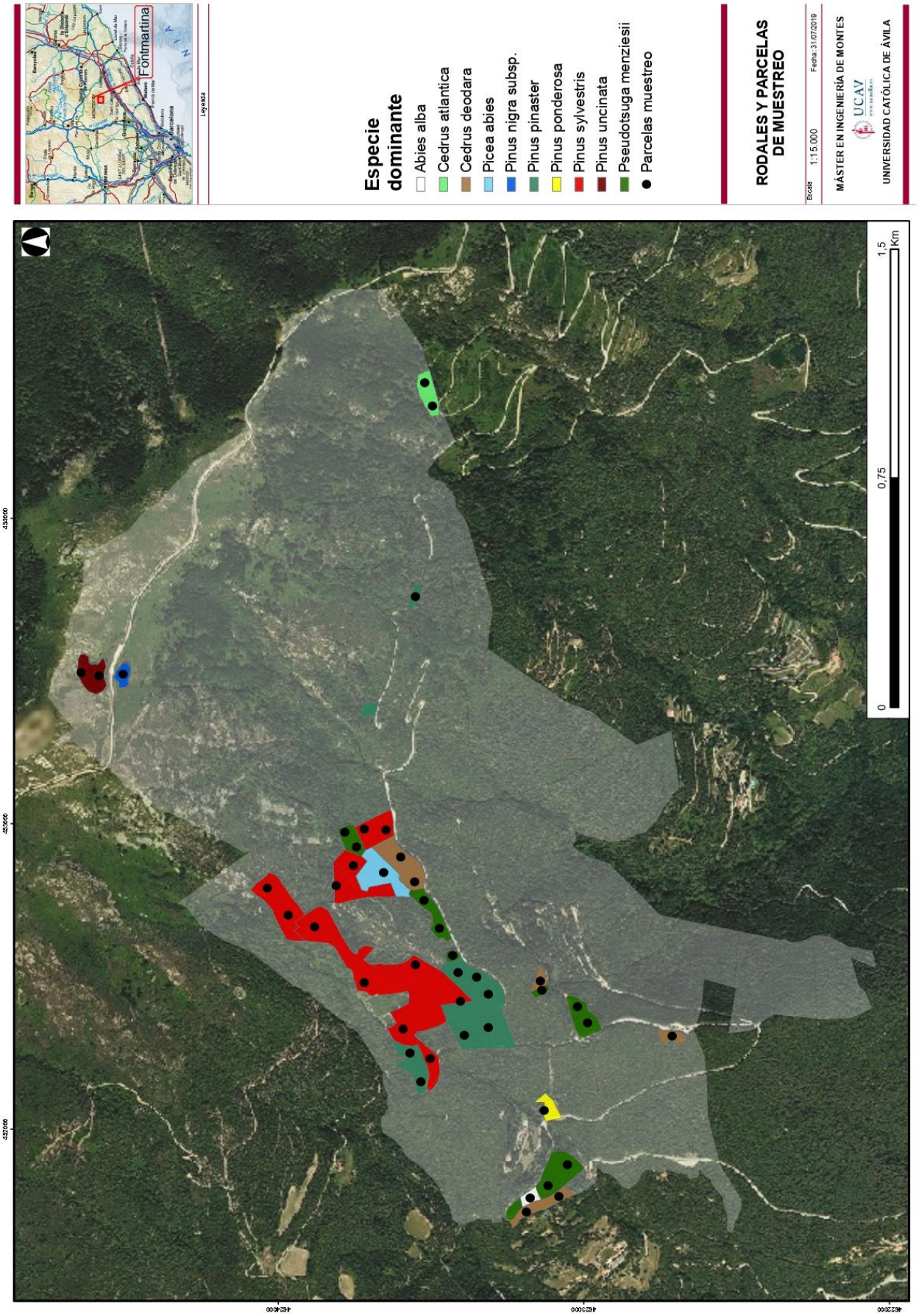

Fontmartina
Leyenda
Límite Fontmartina
SITUACIÓN FINCA
FONTMARTINA
Escala 1:30.000
Fecha: 13/06/2019
MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA
0
0,75
1,5
Km


Fontmartina
Leyenda
Especie dominante
Abetales
Avellanar
Baldío
Bosque mixto de castaño y encina
Bosques de pino negro
Bosques de pino silvestre en el ámbito meridional
Bosques mixtos de encina y pino piñonero
Bosques mixtos de encina y pino silvestre
Bosques mixtos de pino silvestre y encina
Castañar
Edificaciones, equipamientos y servicios
Encinar
Encinar litoral y otros planifolios
Encinar y otros planifolios
Encinar y robles
Fresnedas de fresno de hoja ancha
Hayedo
Landas
Matorral submediterráneo
Otros bosques dominados por la encina
Plantaciones
Plantaciones de abeto de Douglas
Plantaciones de abeto rojo
Plantaciones de cedro
Plantaciones de cedro con otras especies
Plantaciones de pino laricio de Córcega
Plantaciones de pino marítimo
Plantaciones de pino ponderosa
Roquedal
SECTORIZACIÓN SEGÚN COMUNIDADES FORESTALES O USOS
Escala 1:15.000
Fecha: 30/07/2019
MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA
0
0,75
1,5
Km
4526000
4528000
4530000
4532000
4534000
4536000


DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE BARCELONA
SERVICIO FORESTAL
PROYECTO DE REPOBLACIÓN DE LAS FINCAS
VILÁ DE LA COSTA, CAN PLANAS DE FONTMARTINA
Y RIERA DE CIURET
PLANO
ESCALA 1:4000
SIGNOS CONVENCIONALES
Encinas
Pinos
Hayas
Yermos y matorrales a repoblar
Rasas y pastos
Cultivos
Rocas y erial
Barcelona 15 de Octubre de 1962
El Ingeniero de Montes


SILVETUM DEL MONTSENY
ESCALA GRAFICA
Equidistancia de las curvas de nivel 15 mts.
Signos convencionales
VERTICE GEODESICO DE 3er ORDEN
CARRETERA
CAMINO FORESTAL
SENDA
ARROYO
VADUADA
FUENTE
MANANTIAL
LIMITE ENTRE DIVERSAS ESPECIES
BOSQUE
Pino silvestre 560.000 m²
Pino pinaster 25.000 m²
Pino piñonero 158.100 m²
Pino pinaster 18.750 m²
Pino ponderosa
Cedros y pinos pinaster y silvestre 4.720 m²
Cedro del Himalaya 28.500 m²
Abeto rojo 17.250 m²
Abeto Duglas 67.500 m²
Alerce europeo 10.750 m²
Alisos 6.125 m²
Avellanos 20.150 m²
Castaños 270.500 m²
Encinas 969.505 m²
Fresnos 71.950 m²
Hayas 340.250 m²
Castaños, encinas y hayas 28.500 m²
SUPERFICIE DE BOSQUE 2,608.950 m²
ARBOLES aislados o en grupos
RASOS 648.100 m²
EXPLANADAS Y CASAS FORESTALES 9.750 m²
ACAMPADA 47.000 m²
CULTIVOS 11.250 m²
VIVERO FORESTAL 3.750 m²
PEDREGAL Y ESCARPADO 174.320 m²
CARRETERAS Y CAMINOS FORESTALES 75.020 m²
SUPERFICIE TOTAL 3,587.740 m²
N.G.
Al Pla Amagat
A Barcelona
Carretera de la Costa del Montseny a Sta. Fe
Mas del Bayas
Can Rourera
Can Rius
Can Yogi
Can Crispell
Olivar
Mas Hayas
Mas Estanyol
Lugar de Ros Jallera
Sol de Ros
Sol de Ros
Sol de Ros


Fontmartina
Leyenda
IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFERENTES UNIDADES DE ACTUACIÓN
Escala 1:15.000
Fecha: 30/07/2019
MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA
0
0,75
1,5
Km
IVa1
IVa2
IVb
Va1
Va2
Va3
Va4
Va5
Va6
Vb1
Vb2
Vb3
Vb4
Vb5
Vb6
Vb7
Vb8
Vb9
Vc1
Vc2
Vc3
Vc4
Vc5
IIIc6
IIIb6
IIIb5
IIIb4
IIIb7
IIIb8
IIIb9
IIIb3
IIIc5
IIIc4
IIIb10
IIIb2
IIIb1
IIIc1
IIIc2
IIIc3
IIIa4
IIIa3
IIIa2
IIIa1
IIa1
IIa2
BR2
E
IIc2
IIc1
IIb1
IIb2
IIb3
Ia1
Ia2
Ia3
Ib1
Ib2
Ib3
Ib4
BR1
Ic1
Ic2
Ic3
Ic4
P


Fontmartina
Leyenda
Especie dominante
Abies alba
Cedrus atlantica
Cedrus deodara
Picea abies
Pinus nigra subsp.
Pinus pinaster
Pinus ponderosa
Pinus sylvestris
Pinus uncinata
Pseudotsuga menziesii
Parcelas muestreo
RODALES Y PARCELAS DE MUESTREO
Escala 1:15.000
Fecha: 31/07/2019
MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES
UCAV
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ÁVILA
0
0,75
1,5
Km
4526000
4528000
4530000
4522000
4524000
4526000

Parcel·la: **Nº de foto:** **Nº de rodet:** **CNE:** **IE:** **Estruc.:** **Repart.:**

Vitalitat: **AC:** **Ramositat:** **Capçada:** **Estat fitosanitari:**

Espècie	Regen. h<1,3m	Classes diamètriques (cm): h>1,3m												Alçada (m)	∅ (cm)	Edat (anys)	∅lleva (cm)	Alçada lleva
		0-2,5	2,6-7,5	7,6-12,5	12,6-17,5	17,6-22,5	22,6-27,5	27,6-32,5	32,6-37,5	37,6-42,5	42,6-47,5	47,6-52,5	52,6-57,5					

Herbàcies				Falgueres				Lianes				Arbusts			

Vistas generales de la finca de Can Planas de Fontmartina

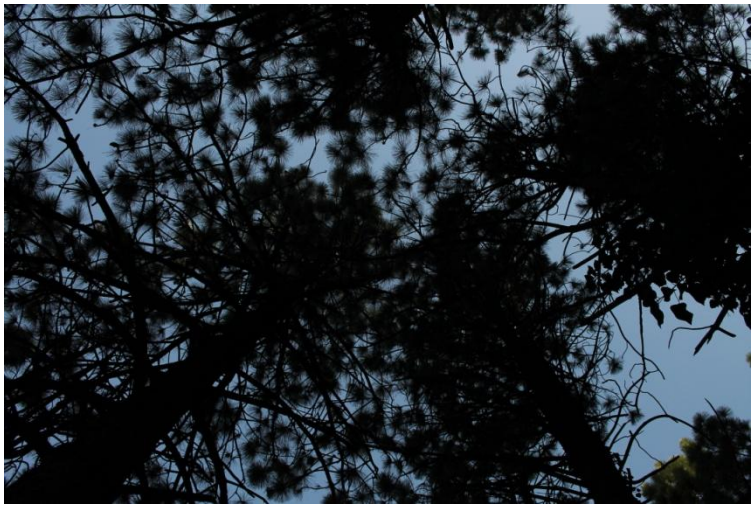
Vista del límite entre unidad de *Pseudotsuga menziesii* y *Cedrus deodara* e imagen del sotobosque en unidad de *Pseudotsuga menziesii*.

Imágenes de una unidad de *Pinus sylvestris*.

Imágenes de la unidad de *Cedrus atlantica*.

Vistas sobre la unidad de *Pinus uncinata*.

Imágenes de la unidad de *Abies alba*.



Imágenes de la unidad de *Pinus ponderosa*.