

Títol del treball:

DINÀMICA I EVOLUCIÓ DE LA FAGEDA DE COLL DE TE

Estudiant: Laia Tarradas Mascarreras

Grau en Ciències Ambientals

Correu electrònic: laiatarradas28@gmail.com

Tutor: Lluís Vilar Sais

Cotutor*:

Empresa / institució: Grup de Recerca de Flora i Vegetació. Departament de Ciències Ambientals. Universitat de Girona.

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Lluís Vilar Sais

Nom del cotutor*:

Empresa/ institució: Grup de Recerca de Flora i Vegetació.
Departament de Ciències Ambientals. Universitat de Girona.

Correu(s) electrònic(s): lluis.vilar@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 23/05/2017

RESUM

La fageda de Coll de Te, dins el Parc Natural del Montseny, és un exemple de bosc en procés de recuperar-se després d'anys d'explotació. Dins el plantejament de la hipòtesi de tractar-se d'un bosc madur, amb espècies centenàries, s'ha procedit a l'anàlisi de la seva resiliència ecològica en base al treball de camp, el treball experimental i la recerca bibliogràfica tot analitzant el seguiment que s'hi fa des del 2006 quan neix la Creació de Reserves Forestals. S'ha pogut concloure que, dins aquest període de protecció, la fageda ha evolucionat cap a cert grau de maduresa però amb conseqüències notòries de les antigues tales que s'hi va dur a terme, les quals van provocar homogeneïtat d'edats amb la presència d'individus suprimits sobre els dominants, una tendència a l'envelliment de l'estructura forestal amb absència de regeneració i una estabilitat del rodal recolzada per els resultats de les anàlisis del seu cicle biològic, les quals mostren una reducció del creixement radial amb el temps i una periodicitat de 3 anys quant a la producció dels fruits. Per tal de recuperar l'heterogeneïtat que li pertoca i evitar que esdevingui un bosc totalment envellit no n'hi ha prou amb el conveni i l'acord de custòdia que la protegeix al llarg d'una vintena d'anys i, és per això, que s'ha proposat una mesura de gestió silvícola que pugui potenciar la diversitat de talles d'arbres i la biodiversitat de l'ecosistema.

RESUMEN

El hayedo de Coll de Te, dentro del Parque Natural del Montseny, es un ejemplo de bosque en proceso de recuperarse después de años de explotación. Dentro del planteamiento de la hipótesis de tratarse de un bosque maduro, con especies centenarias, se ha procedido al análisis de su resiliencia ecológica en base al trabajo de campo, el experimental y la búsqueda bibliográfica analizando el seguimiento que se da desde el año 2006 cuando nace la Creación de las Reservas Forestales. Se ha concluido que, dentro de este período de protección, el hayedo ha evolucionado hasta cierto grado de madurez pero con notables consecuencias de las antiguas talas que padeció, siendo estas una homogeneidad de las edades con la presencia de individuos suprimidos sobre los dominantes, una tendencia a envejecer de la estructura forestal con ausencia de regeneración y una estabilidad del rodal confirmada por los resultados del análisis de su ciclo biológico, los cuales muestran una reducción del crecimiento radial con el tiempo y una periodicidad de 3 años respecto a la producción de frutos. Con la finalidad de recuperar la heterogeneidad que le corresponde y evitar que acabe siendo un bosque totalmente envejecido no es suficiente con el convenio que la protege y es por eso que se ha propuesto un método de gestión sostenible con el objetivo de potenciar la diversidad de tallas de los árboles y la biodiversidad del ecosistema.

ABSTRACT

The Coll de Te beech forest, located within the Montseny Nature Reserve, is an example of a forest in recovery after years of exploitation. In response to the proposed hypothesis of this forest needing to be characterised as an old-growth forest, its ecological resilience has consequently been analysed through a combination of fieldwork and bibliographic research, by analysing the data obtained from the monitoring study initiated in 2006 with the birth of the “Creació de Reserves Forestals”. We have been able to conclude that, within this protection period, the forest has evolved to a certain degree of maturity, but with nefarious consequences due to the amount of felling that was performed, which resulted in a homogenous age group among tree species and a dominance of certain species, resulting in the extinction of various other tree species, a tendency to the ageing of the forest structure with absence of regeneration and a stability of the surrounding area supported by the results of the analysis of their biological cycle, which show a decreased radial growth with time and a 3 year periodicity in fruit production. In order to recover the necessary heterogeneity and prevent its transformation into a completely old forest the custody agreements in place that intend to protect it for 20 years have been deemed insufficient, therefore, a forestry management measure has been proposed that potentiates the diversity of tree sizes and the biodiversity of the ecosystem.

ÍNDEX

RESUM	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
INTRODUCCIÓ.....	5
OBJECTIVE	7
MATERIALS I MÈTODES	8
Àrea d'estudi.....	8
Inventari forestal	8
Tractament de dades.....	9
Anàlisi qualitatiu de la maduresa del bosc.....	10
Anàlisi de la regeneració	10
Creixement radial	10
Anàlisi de la virosta.....	11
Inventari florístic	11
RESULTATS.....	12
Inventari forestal	12
Anàlisi qualitatiu de la maduresa del bosc.....	15
Anàlisi de la regeneració	16
Creixement radial	16
Anàlisi de la virosta.....	18
Composició florística.....	20
DISCUSSIÓ	22
Estructura i dinàmica poblacional	22
Cicle biològic.....	25
Composició florística.....	26
CONCLUSIONS.....	27
BIBLIOGRAFIA	29

INTRODUCCIÓ

El massís del Montseny és un espai d'alt interès natural situat al sector septentrional de la serralada Prelitoral catalana (al nord est de la península Ibèrica). Amb una superfície d'uns 400 km² i una altitud màxima de 1.706 metres ofereix una gran diversitat de boscos i paisatges fruit dels gradients de clima i vegetació marcats ja que degut a les diferències d'altitud el clima del Montseny varia molt des de terra baixa fins als cims més elevats. Cal tenir en compte que en 10 km de distància horitzontal es passa de 100 a 1.700 m d'altitud, de manera que del clima mediterrani amb eixut estival del baix Montseny s'arriba a un clima humit a l'alt Montseny i fins i tot al fred d'alta muntanya (Bolòs, 1983).

L'estructura biogeogràfica del massís està representada per tres de les grans regions que configuren l'Europa occidental. Des de les parts més basals fins als 800-1.000 m aproximadament domina la regió mediterrània. Fins els 1.600 m es defineix la regió eurosiberiana i, per damunt d'aquesta cota, la regió boreoalpina (Boada, 1998).

A nivell topogràfic seguint la divisió de Bolòs (1983) es pot dividir el Montseny en tres unitats orogràfiques: el massís oriental, que comprèn el Turó de l'Home -amb la màxima altitud-, les Agudes i Santa Fe; el massís occidental que comprèn els pics de Matagalls i de la Calma. Per altra banda, considerant l'altitud, es classifica fitogeogràficament en estatges altitudinals on s'hi troba diferents tipus de vegetació, essent mediterrània a terra baixa i eurosiberiana a l'alt Montseny (Vilar *et al.*, 2004).

El paisatge del Parc Natural del Montseny és majoritàriament forestal, ocupant els boscos el 86% de la superfície (CREAF i Generalitat de Catalunya, 2009). Al baix Montseny hi ha domini dels boscos perennifolis de l'alzinar amb marfull, des de la base fins a 600 (800) m i de l'alzinar muntanyenc a (500) 600-1.200 m. A l'alt Montseny hi predominen els arbres que perden el fullatge a l'hivern amb l'estatge submediterrani de les rouredes i l'estatge eurosiberià de la fageda. Als cims més elevats, per sobre dels 1.600 m, existeix un nivell de matollar de ginebró amb flora rica d'exemplars centreeuropeus i amb presència d'espècies boreoalpines (Bou *et al.*, 2015).

Històricament i tal i com ha succeït en general a moltes zones de muntanya d'Europa, el Montseny ha estat molt explotat pels seus recursos forestals i ha experimentat d'aquesta manera una profunda transformació. Així, les activitats econòmiques predominants al massís del Montseny han estat, fins a la dècada dels anys cinquanta del segle passat, l'agricultura de muntanya, la ramaderia extensiva i l'explotació forestal, essent avui encara perceptible en l'estructura dels boscos que en van ser objecte (Diputació de Barcelona *et al.*, 2014).

Aquesta modulació del paisatge ha estat conseqüència de l'evolució històrica de les polítiques econòmiques i agràries i de les institucions jurídiques establertes al seu moment així com també de la titularitat privada, amb una representació del 98% del total de propietats forestals de Catalunya (Centre de la Propietat Forestal, 2011).

Per tal de preservar la diversitat biològica del Montseny s'ha dut a terme diferents mesures de gestió que vénen de lluny, des de la creació del Patronat de la Muntanya del Montseny al 1928, la declaració de Reserva de la Biosfera del programa MaB de la UNESCO al 1978, la declaració



de Parc Natural (Llei 12/1985 Espais Naturals Protegits) fins a la declaració del Pla Especial del Parc Natural del Montseny (DOGC, núm 5.308 de la Generalitat de Catalunya) (Sanitjas et al., 2005).

Ahora i com a resposta a la necessitat de potenciar l'evolució dels boscos cap a la maduresa es va iniciar a l'any 2006, des de la Diputació de Barcelona i la Diputació de Girona, la campanya d'ajuts per la Creació de Reserves Forestals destinades a l'evolució natural amb l'objectiu de mantenir i millorar els valors naturals dels boscos que conformen el Parc. Es tracta, doncs, d'uns convenis entre l'administració i la propietat privada d'una durada de 25 anys dins els quals no es pot fer cap mena d'aprofitament forestal i es duu a terme un seguiment científic del bosc per part del Grup de Recerca de Flora i Vegetació de la Universitat de Girona.

El present projecte se centra en una finca privada dins el municipi d'Arbúcies, a Coll de Te, on hi ha un bosc dominat per faigs (*Fagus sylvatica*) centenaris en el qual fa 50 anys que no s'hi fa aprofitaments. Un acord de custòdia entre el Parc Natural i el propietari garanteix que no s'exploti en els propers vint anys.

El faig és un dels arbres més importants dins les explotacions forestals al massís, juntament amb l'alzina i la surera. A Coll de Te i la seva rodalia, entre el període de 1986-1994, l'alzina és la principal espècie emprada per a l'obtenció de llenya seguida pel faig, el qual és l'arbre utilitzat per excel·lència en l'obtenció de fusta. Les autoritzacions de tala quedaven registrades i s'ha comprovat que la pressió humana sobre el bosc era molt superior a l'esperable (Sánchez, 2011). Així doncs, és interessant l'estudi d'aquesta fageda de Coll de Te, després de tants anys sense aprofitaments, i en que s'ha transformat en un bosc singular amb representació d'espècies casi o ja centenàries. A més, en un context de canvi global, és important mantenir el patrimoni de boscos madurs que són fràgils i escassos.

És important recordar que el concepte de bosc madur està relacionat amb el terme ecològic de successió (Clements, 1916). Així, el bosc madur es correspon a un estadi avançat on predomina l'estabilització i una elevada biomassa.

Al llarg de l'evolució d'un ecosistema forestal es produeixen increments de la biomassa i dels fluxos de matèria orgànica i nutrients. Els nutrients arriben al sòl a través de la necromassa de la virosta, la quantitat produïda de la qual varia segons el tipus de bosc. El coneixement de la caiguda de les diferents fraccions de virosta i del creixement dels meristemes permet analitzar, entre altres aspectes, els canvis fenològics i fisiològics en relació al temps i als factors ambientals (Caritat et al., 2015).

Per tot això, l'anàlisi de l'evolució natural de la dinàmica de la fageda després d'haver patit explotació es correspon a l'anàlisi de la seva successió. I l'estudi de la successió és important per entendre la resposta de l'ecosistema en front les pertorbacions i poder ser realistes a l'hora d'elaborar models de gestió adients a cada espai (Terradas et al., 1989).



OBJECTIVE

After years of selective logging, the *Fageda of Coll de Te* has been hypothesised to be a singular forest with a great representation of centennial species. Taking into account the financial aid supplied by the *Creació de Reserves Forestals*, the main objective of this project is to analyse the evolution of the forest, using both fieldwork and bibliographic research, by studying the different data obtained from the study initiated in 2006, in order to determine whether its initial hypothesis can be supported or refuted. To achieve this goal, a set of individual tracking studies have been performed, which consist in:

- Evaluate the forest structure
- Evaluate qualitatively the forest maturity
- Analysing forest regeneration
- Analysing the radial growth
- Analysing the biological cycle through the plant litterfall
- Evaluate the floristic community



MATERIALS I MÈTODES

Àrea d'estudi

El bosc de fageda que s'estudia se situa al peu del vessant del turó de Maçaners, passat la font de Coll de Te i abans de la font del Prat. Per dur a terme el seguiment i l'anàlisi s'ha dividit el rodal en tres parcel·les experimentals de 400 m² cada una. Les parcel·les se situen en un vessant orientat a l'est d'un pendent al voltant del 25% sobre un substrat de granodiorita a una alçada d'uns 1050 metres.

•**Taula 1:** Caracterització del rodal experimental. **Font:** elaboració pròpia

UTM	Altitud	Orientació	Pendent	Substrat
456102X, 4626901Y	1050m	est	25°	Granodiorita



•**Mapa 1:** Localització del rodal experimental dins el Parc Natural del Montseny. **Font:** elaboració pròpia mitjançant l'ArcGIS. Dades extretes del Departament de Territori i Sostenibilitat (Gencat.cat)

Inventari forestal

Les tres parcel·les van ser descrites mitjançant inventaris forestals a l'inici del seguiment, al 2006, quan es van marcar els arbres objectes de l'estudi, de tal manera que cada un d'ells porta una etiqueta amb un número que l'identifica. Cada inventari tracta de caracteritzar el transsecte d'estudi mesurant el paràmetre del DBH dels arbres marcats així com també analitzar el recobriment del rodal.

• DBH (*Diameter at breast height*) o diàmetre a l'alçada del pit el qual es mesura mitjançant cintes diamètriques. La unitat de mesura és el cm.





• **Imatge 1:** Procediment al camp de mesura del diàmetre a l'alçada del pit (DBH). **Font:** Lluís Vilar

Tractament de dades

Les dades obtingudes dels inventaris forestals han estat tractades amb el programa Microsoft Excel. A partir de les dades de DBH s'ha calculat l'àrea basal (AB) en m²/ha i la biomassa (B) en mg/ha.

S'ha classificat els arbres en classes diamètriques i a través del nombre de peus per cada classe i les ha de mostreig s'ha calculat la densitat (d).

$$AB = \pi \left[\frac{DBH/100}{2} \right]^2 \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

$$B = a * DBH^b \text{ (on } a = 0.2072 \text{ i } b = 2.194) \text{ (segons Inventari Nacional Forestal (INF))}$$

$$d = \frac{n^{\circ} \text{ de peus}}{ha}$$

Per tal d'observar l'evolució del bosc s'ha disposat de les dades de seguiment dels inventaris forestals dels anys 2006 i 2011 obtinguts pel Grup de Recerca de Flora i Vegetació de la Universitat de Girona. Les dades també han estat tractades amb el programa Excel per obtenir els paràmetres necessaris. L'objectiu és avaluar estadísticament amb el programa R i 386, versió 3.3.2 (paquet Rcmdr), si hi ha diferències significatives entre les mides d'àrea basal, DBH així com també la densitat del bosc amb el pas dels anys.

S'ha fet tres ANOVA's unifactorials, on cada parcel·la d'un mateix any representa les rèpliques i el temps és el factor. Les variables numèriques seran per cada respectiva ANOVA l'àrea basal, el DBH i la densitat. Les dades han estat sotmeses als supòsits de normalitat (test Shapiro-Wilk) i homoscedasticitat (test de Levens) i transformades en cas de no complir-los. Finalment s'ha realitzat proves post hoc (test de Tukey) per conèixer no sols si és significativa la diferència entre els paràmetres en funció dels anys sinó entre els diferents anys comparats un a un.



Anàlisi qualitatiu de la maduresa del bosc

Per tal d'avaluar l'estat de maduresa de la fageda s'ha utilitzat un protocol adaptat a la "Metodologia de valoració de boscos madurs" recollit al catàleg dels boscos madurs de la comarca de la Garrotxa de Joan Montserrat i Antoni Agelet (2005). El protocol vol fer una aproximació qualitativa del grau de maduresa tot analitzant la fusta morta del rodal, de tal manera que es descriu diferents situacions que pot presentar el bosc i, al detectar-les, s'assigna un valor de 1 i al final, fent el sumatori, s'obté un valor total el qual expressa l'aproximació.

Anàlisi de la regeneració

S'ha realitzat un recompte de plançons i juvenils amb tres categories a cada parcel·la: plançons ($h < 50\text{cm}$), juvenils 1 ($50\text{cm} < h < 1,5\text{m}$) i juvenils 2 ($h > 1,5\text{m}$). Per al procediment s'ha delimitat el terreny en 16 subparcel·les d' $1 \times 1\text{m}$ per a cada recompte.



•**imatge 2:** Subparcel·la d' $1 \times 1\text{m}$. Procediment del recompte de regeneració. **Font:** Laia Tarradas

Creixement radial

Mitjançant dendròmetres de banda (Infoagro DB-20, precisió 0.1 mm) es fa un seguiment del creixement radial recollint les dades mensualment. Hi ha cinc dendròmetres per a cada parcel·la col·locats a l'alçada de 135 centímetres en arbres seleccionats aleatòriament amb mida superior a 10 cm de diàmetre, ja que mesuren el desplaçament lineal d'una banda de detecció pressionant contra l'escorça de la tija. A més també hi ha tres dendròmetres electrònics per tal de registrar de manera contínua el creixement.



•**imatge 3:** Faig amb dendròmetre de banda per al registre de creixement radial. **Font:** Laia Tarradas



Anàlisi de la virosta

Pertal de recollir la virosta caiguda es va col·locar a l'inici del seguiment cinc trampes còniques d'una superfície de 0.25 m² a cada parcel·la. El contingut es recull mensualment per part dels guardes forestals i són portades al laboratori del grup de recerca de Flora i Vegetació de la Universitat de Girona. Un cop allà les mostres prèviament guardades en sobres i marcades segons la trampa i la parcel·la són assecades a l'estufa durant 24 hores amb una temperatura de 75º per tal d'evaporar tota l'aigua i poder treballar amb el pes sec. Cada mostra s'extreu del sobre i és classificada i pesada en quatre fraccions diferents: fulles, branquillons, fruits i miscel·lània.



•imatge 4: Trampa per a la recollida mensual de virosta. Font: Laia Tarradas

Inventari florístic

S'ha realitzat l'inventari florístic del rodal anotant les espècies de flora vascular que creixen dins el bosc i també a la seva rodalia. S'ha classificat les espècies en funció de si són de distribució mediterrània o eurosiberiana, per la seva forma vital i també per la seva abundància.



RESULTATS

Inventari forestal

•**Taula 2:** Caracterització dels recobriments del rodal. **Font:** elaboració pròpia.

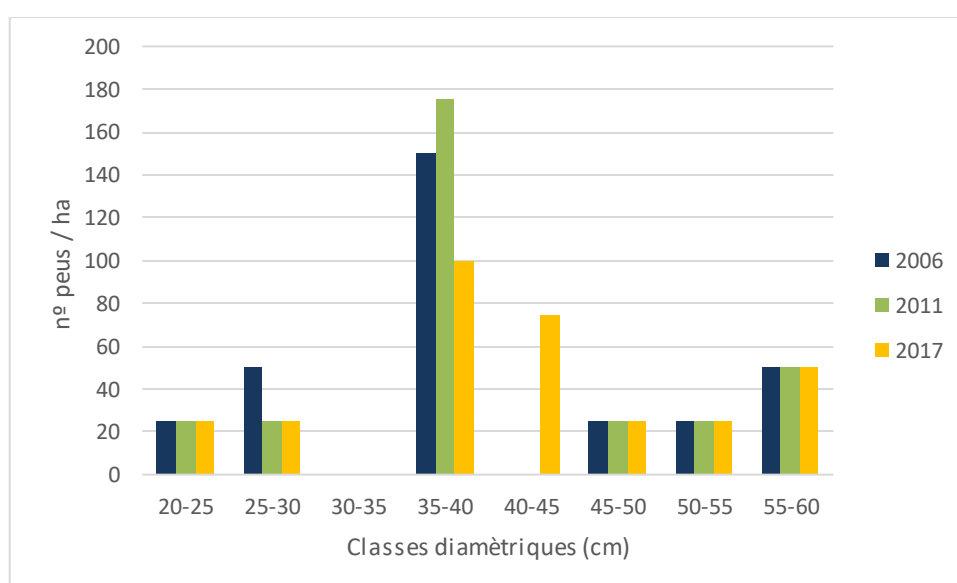
Recobriments				
Arbori	Arbustiu	Herbaci	Virosta	Roca
99%	5%	0%	90%	10%

Els càlculs i les mesures pertinents per als diferents paràmetres es troben resumits a la *Taula 3*, corresponents al tractament de dades obtingudes al camp durant aquest curs.

•**Taula 3:** Resultats dels inventaris forestals de les tres parcel·les experimentals. **Font:** elaboració pròpia.

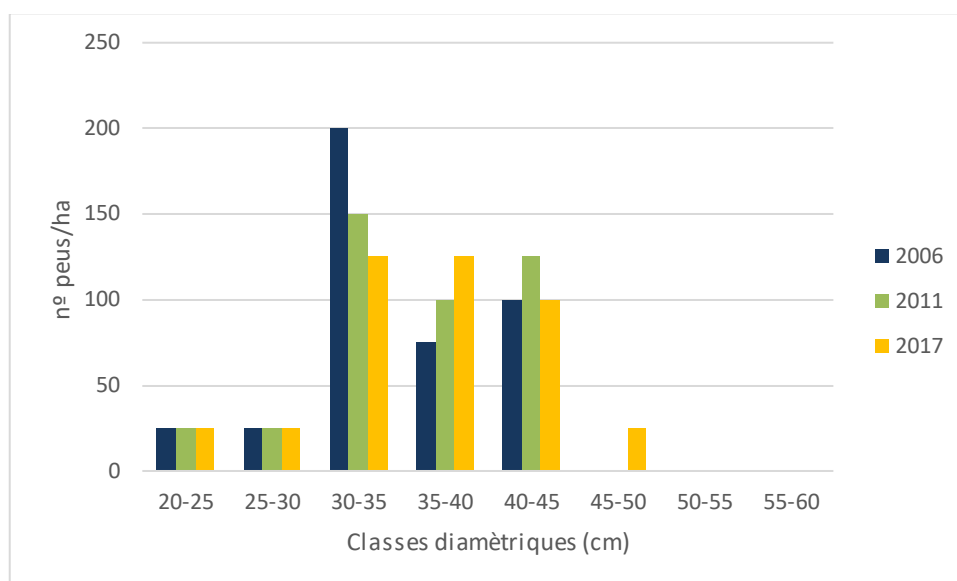
	Parcel·la 1	Parcel·la 2	Parcel·la 3
Mitjana DBH (cm)	42,204±10,366	35,944±5,854	35,253±5,382
Densitat (nºpeus/ha)	325	425	400
Àrea basal (m²/ha)	47,995±1,772	44,201±0,82	39,895±0,765
Biomassa (mg/ha)	818,5±429,456	553,835±190,597	528,726±178,217
Morts (%)	0	5,882	15,384

Ha semblat convenient representar gràficament els resultats obtinguts en comparació als resultats dels inventaris anteriors per tal d'observar l'evolució de l'estructura forestal (*veure Gràfics 1, 2 i 3*). Les tres parcel·les experimentals tenen la màxima representació d'arbres en el rang d'edats compres entre les classes diamètriques 30-40 centímetres. Alhora s'observa un desplaçament d'edats cap a classes diamètriques més grans amb el temps essent aquest desplaçament molt evident a la parcel·la 3 (*veure Gràfic 3*) on la proporció de la classe diamètrica més petita s'ha reduït amb els anys i la més gran ha aparegut recentment ja que no constava als inventaris anteriors.

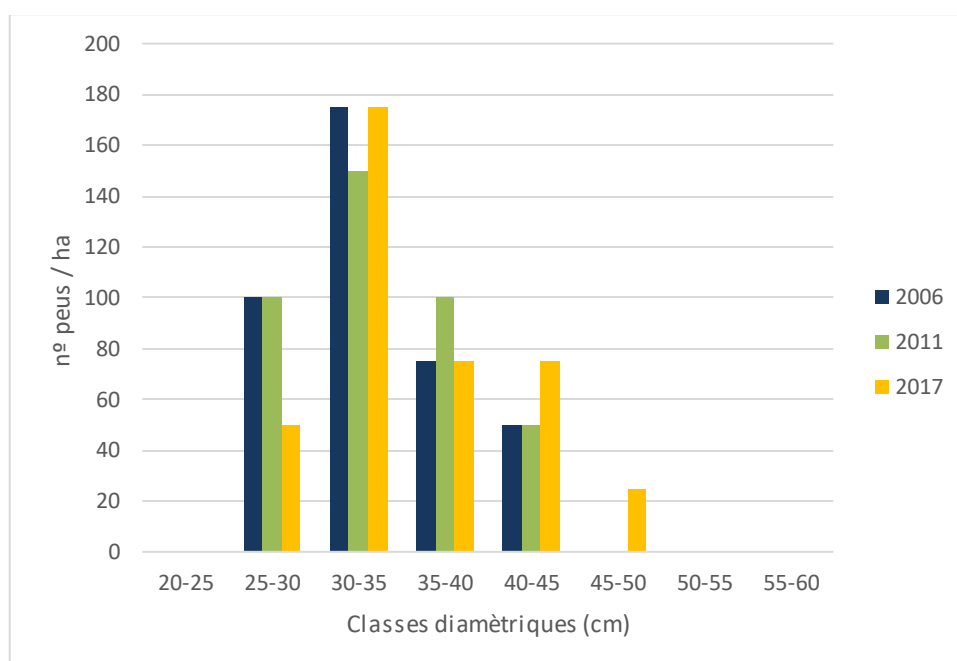


•**Gràfic 1:** Distribució de les classes diamètriques a la parcel·la experimental 1. **Font:** elaboració pròpia.





•**Gràfic 2:** Distribució de les classes diamètriques a la parcel·la experimental 2. **Font:** elaboració pròpia.



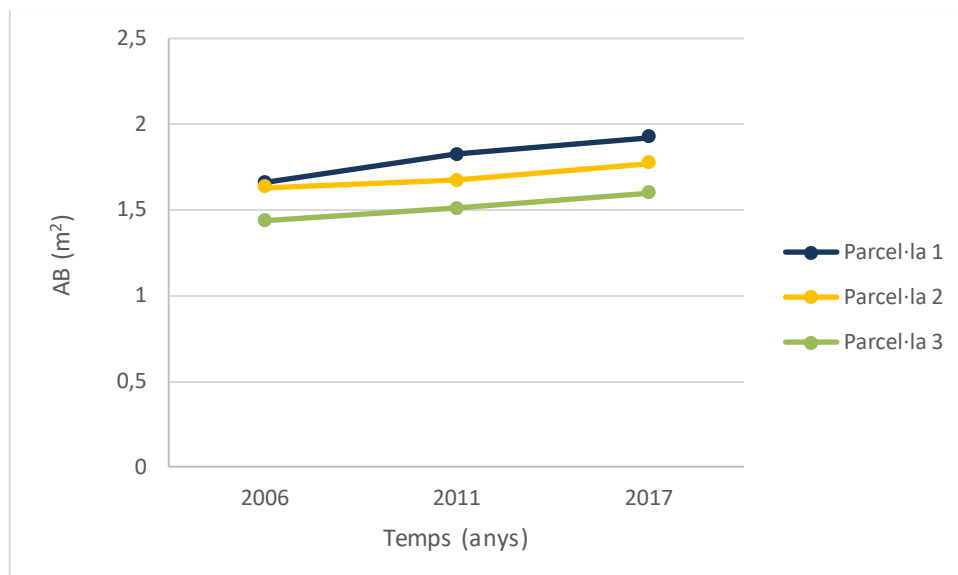
•**Gràfic 3:** Distribució de les classes diamètriques a la parcel·la experimental 3. **Font:** elaboració pròpia.

S'ha procedit a l'anàlisi estadístic emprant el test ANOVA per a les variables d'àrea basal, densitat i DBH amb el factor temps i cap no ha resultat significativa, essent tots els p-valors > 0,05. A més, s'ha procedit al test Tukey per analitzar les diferències entre les mateixes parcel·les per als diferents anys i tampoc han esdevingut significatives.

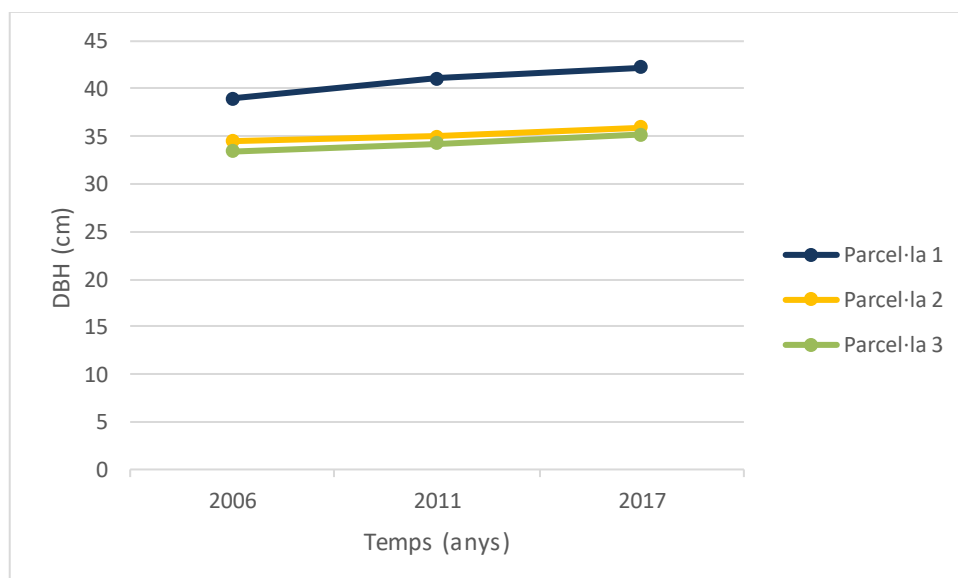
Les mateixes variables sotmeses al test estadístic s'han representat gràficament en funció del temps. L'àrea basal i el DBH presenten la mateixa tendència, on s'observa per cada un d'ells un increment positiu amb els anys (veure Gràfics 4 i 5). Per contra, la densitat pateix una reducció



a la parcel·la 1 en el rang d'any compresos entre el 2006 i el 2011 i es manté estable fins al 2017. La resta de parcel·les no pateixen variacions quant a densitat (*veure Gràfic 6*).

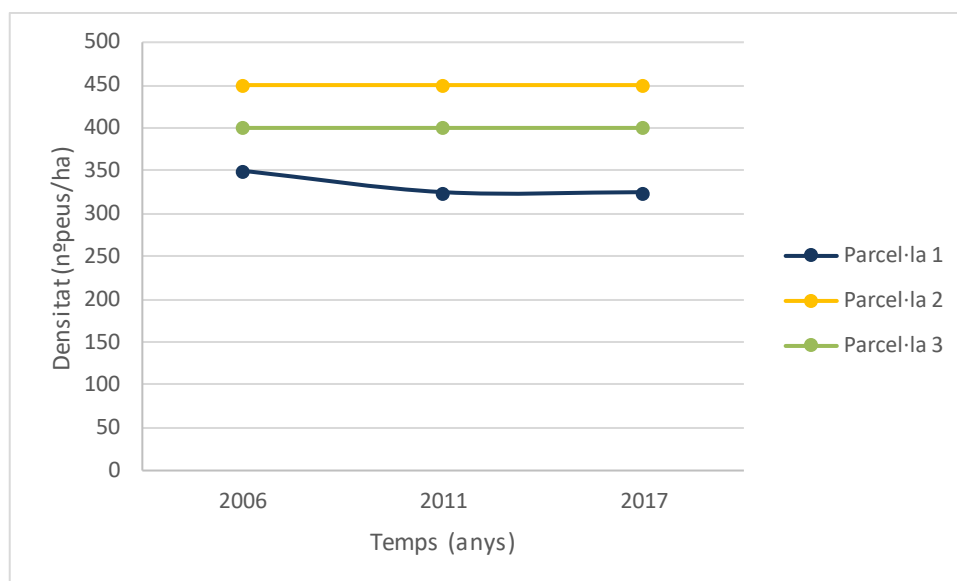


•**Gràfic 4:** Evolució de les mides d'àrea basal per a cada parcel·la amb el temps. **Font:** elaboració pròpia.



•**Gràfic 5:** Evolució de les mides de DBH (cm) per a cada parcel·la amb el temps. **Font:** elaboració pròpia.





•**Gràfic 6:** Evolució de la densitat per a cada parcel·la amb el temps. **Font:** elaboració pròpia.

Anàlisi qualitatiu de la maduresa del bosc

•**Taula 4:** Valoració de la fusta morta amb el mètode adaptat de Joan Montserrat (2005). **Font:** elaboració pròpia.

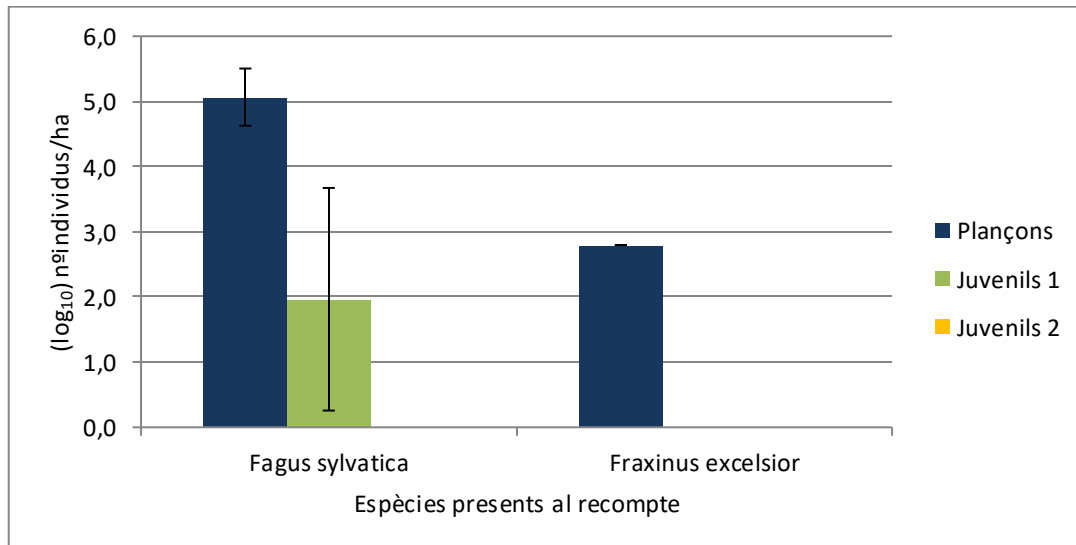
	2007	2017
ESTAT DE LA FUSTA MORTA		
Fusta en bon estat, tot i que comença a perdre l'escorça	1	1
Fusta sense escorça i que es comença a podrir	1	1
Fusta molt podrida i plena de forats	1	1
DISPOSICIÓ DE LA FUSTA MORTA		
Arbres morts tombats sobre el sòl	1	1
Arbres morts dempeus	0	1
Presència de fusta morta sobre arbres vius	0	1
	Valoració: 4	Valoració: 6

La *Taula 4* recull les situacions descrites al protocol per a la valoració de la fusta morta que presenta la fageda. Cada una d'elles assigna una puntuació de 1 quan són presents al rodal, de tal manera que la valoració global de l'anàlisi d'aquest paràmetre situa el bosc a una puntuació de 4 aproximada pel grau de maduresa a l'any 2007 i, deu anys després, una valoració de 6.



Anàlisi de la regeneració

Per dur a terme el gràfic s'ha fet el sumatori del total d'individus de cada categoria i s'ha dividit cada un dels resultats per les hectàrees de mostreig, 0,0016 ha al tractar-se de 16 subparcel·les d'1 x 1m per cada una de les tres parcel·les experimentals. Llavors s'ha fet la mitjana de les tres categories entre les parcel·les per obtenir el total de les tres fraccions de mostreig per espècies presents al recompte. Finalment s'ha fet la representació en escala logarítmica ($\log_{10}$) transformant les dades per tenir un gràfic més representatiu. En el procés s'ha aplicat la correcció ($\log_{10}+1$) per la presència de recomptes sense individus.



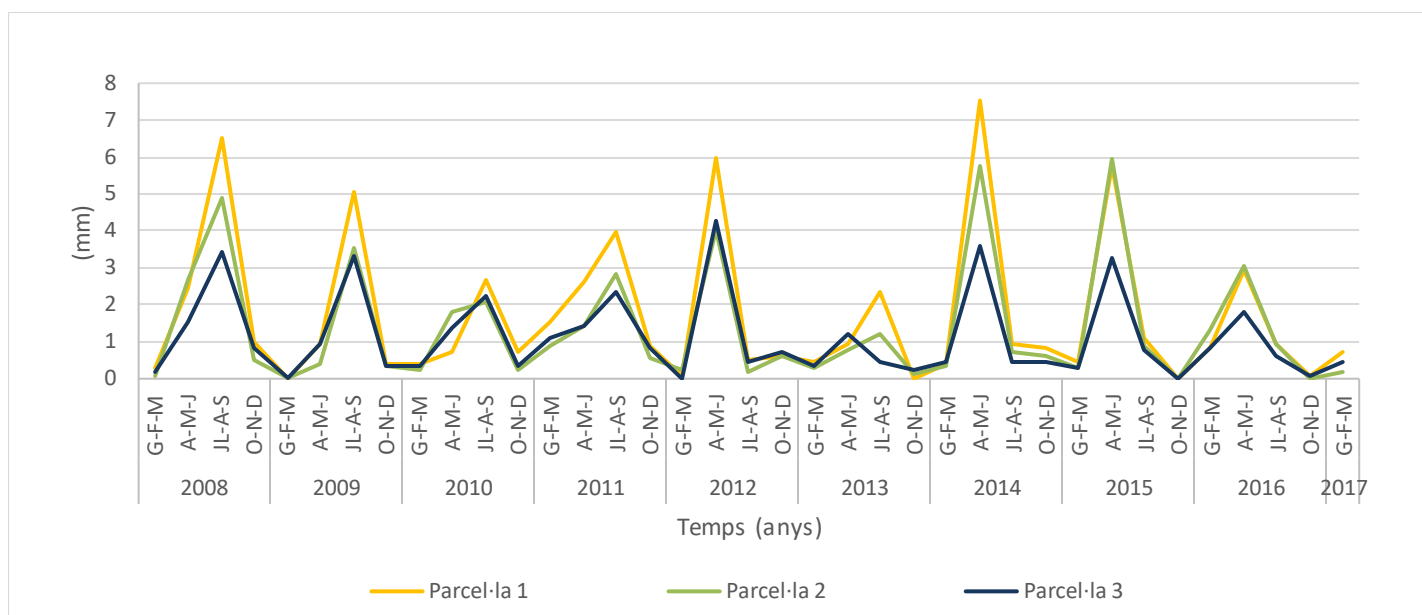
•Gràfic 7: Representació en escala logarítmica de la regeneració del rodal. Font: elaboració pròpia

L'anàlisi presenta dues espècies en el recompte de regeneració, el faig (*Fagus sylvatica*) i el freixe de fulla gran (*Fraxinus excelsior*). En l'avaluació dominen els plançons i hi ha poca representació de juvenils 1 (50cm<h<1,5m) i cap de la categoria de juvenils 2 (h>1,5m). Dels juvenils 1 localitzats hi ha un representant de rebrot i la resta són de llavor.

Creixement radial

Les dades obtingudes a partir dels dendròmetres de banda s'han representat gràficament per cada parcel·la. S'ha treballat agrupant les dades per trimestres i la representació gràfica és a partir del càlcul del creixement radial no acumulat, és a dir, la diferència dels increments obtinguts de creixement. Seguidament s'ha exclòs els exemplars suprimits, és a dir, aquells que presenten un creixement casi nul o molt lent així com també els arbres amb mesures d'error causades pels propis dendròmetres ja que no són indicadors de la dinàmica que es presenta en el creixement. Amb les dades dels arbres dominants s'ha efectuat la mitjana del seu creixement anual i amb aquestes dades s'ha elaborat el gràfic, de tal manera que es representa el creixement radial no acumulat de cada parcel·la en funció del temps (veure Gràfic 8).

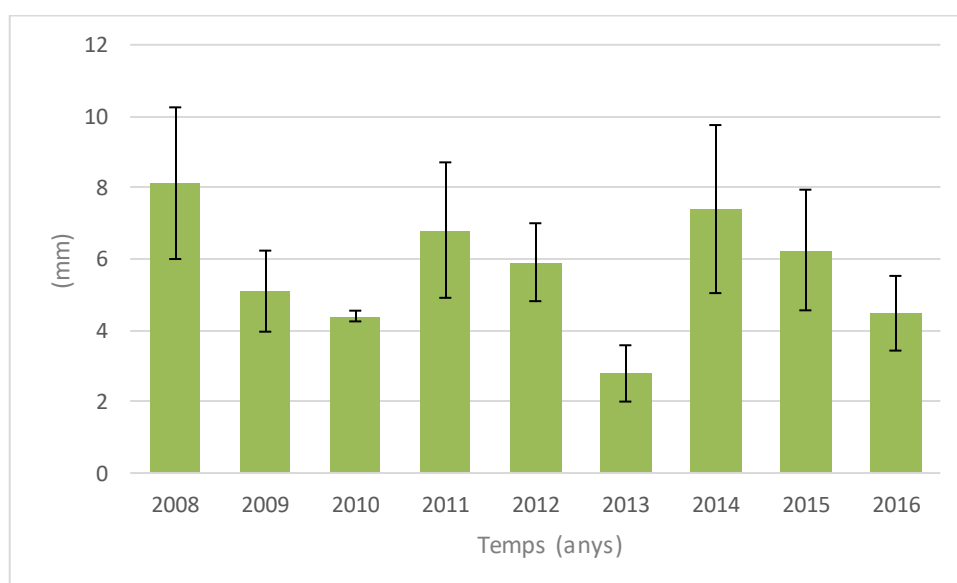




•**Gràfic 8:** Representació del creixement radial no acumulat (mm) en funció del temps per cada parcel·la del rodal. **Font:** elaboració pròpia.

Les tres parcel·les presenten fluctuacions de creixement, efectuant-se els pics màxims en els trimestres d'abril, maig i juny exceptuant els anys 2013 i 2016 en el quals no es produeix aquest pic tant notori. Alhora es percep que l'activitat del càmbium precedeix un període de latència.

També ha semblat convenient representar el creixement radial anual no acumulat (*veure Gràfic 9*). S'ha calculat el creixement mitjà d'un arbre per any a cada parcel·la, de tal manera que s'obté el total de creixement en un any. Aleshores, es fa la mitjana de les sumes de les tres parcel·les per tal d'obtenir el creixement total del rodal per un any concret.



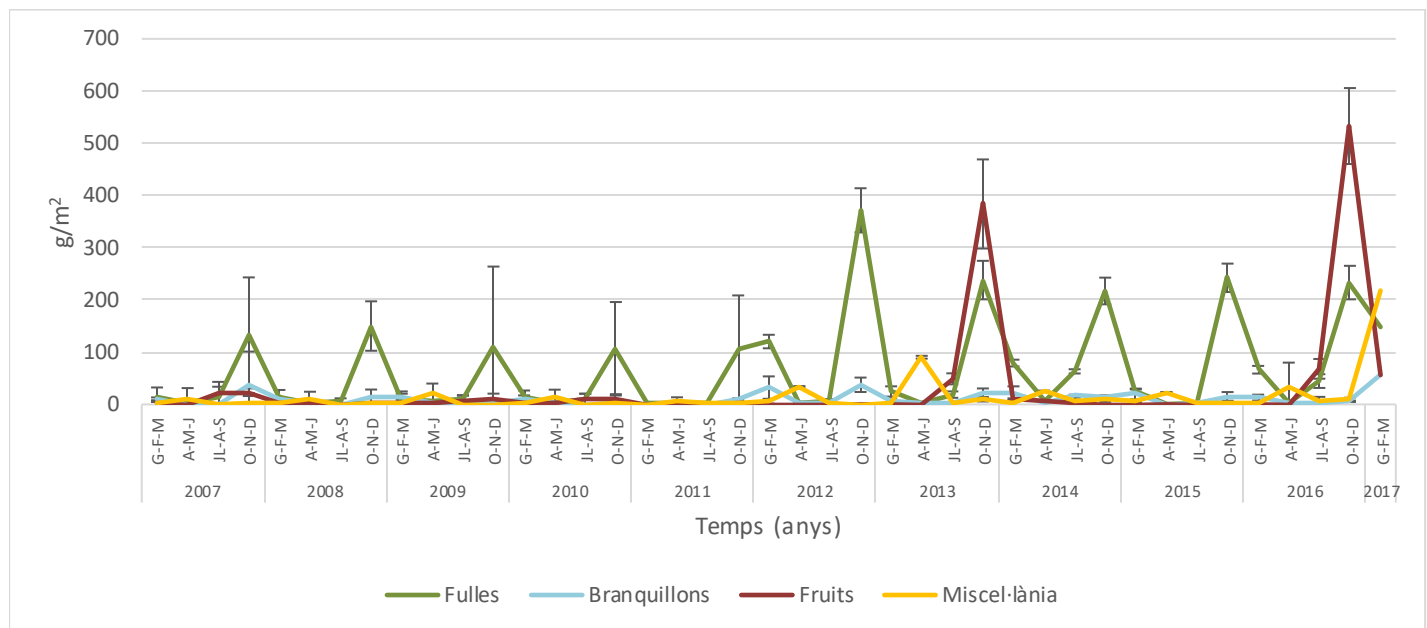
•**Gràfic 9:** Representació del creixement radial no acumulat (mm) anual. **Font:** elaboració pròpia.



El creixement radial anual té una tendència de màxims cada tres anys on, a partir d'aquest, es percep una reducció fins el proper trimestre. Els anys que presenten un major creixement són el 2008 i el 2014, essent aquest últim el posterior de l'any de menys creixement, el 2013.

Anàlisi de la virosta

En primer lloc es representa les diferents fraccions de virosta agrupades trimestralment (*veure Gràfic 10*), de tal manera que s'ha fet la mitjana dels trimestres per cada fracció entre les diferents parcel·les, obtenint d'aquesta manera el còmput total desitjat.

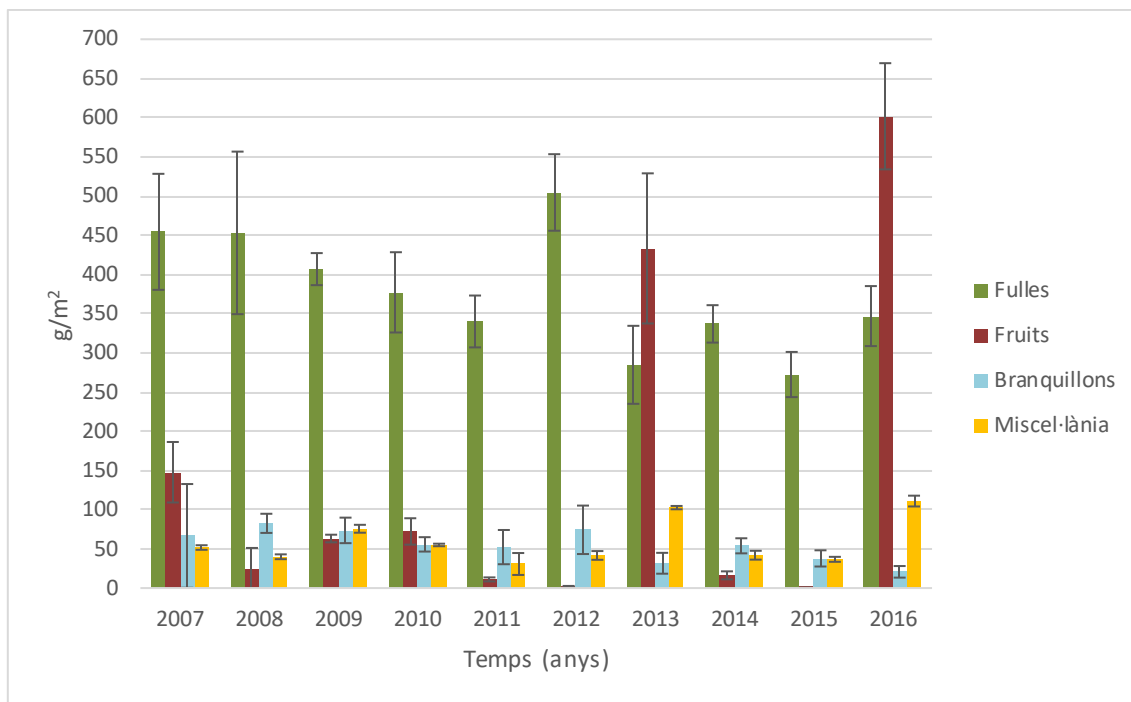


•**Gràfic 10:** Representació de la producció de virosta (g/m^2) per trimestres. **Font:** elaboració pròpia

La representació trimestral de la producció de virosta dóna informació del cicle biològic del rodal ja que s'aprecia l'època de caiguda de fulles la qual se situa entre els mesos d'octubre i novembre, la caiguda de fruits la qual pertany als mesos compresos entre setembre i gener i les caigudes de les fraccions de miscel·lània i branquillons que semblen no seguir cap tendència. A grans trets hi ha dos pics importants de caiguda de fruits, els anys 2013 i 2016 i una fluctuació prou regular de la caiguda de fulles, fent-se visibles els canvis en època de fructificació.

S'ha vist convenient representar també la caiguda de virosta anualment ja que l'objectiu del projecte és en base a l'evolució del bosc en els anys de seguiment. Així, les dades de pes sec de cada fracció de la virosta han estat agrupades per any. La producció de virosta per parcel·la s'ha calculat efectuant la mitjana dels resultats de cada trampa a la parcel·la separant cada una de les quatre fraccions. Els resultats anuals de cada parcel·la s'han ajuntat amb les altres parcel·les fent la mitjana, de tal manera que finalment el gràfic representa la producció de cada fracció de virosta (g/m^2) per cada any (*veure Gràfic 11*).





•**Gràfic 11:** Representació de la producció anual de les diferents fraccions de virosta (g/m²). **Font:** elaboració pròpia.

La fracció dominant són les fulles, tenint la màxima representació de caiguda respecte les altres tots els anys excepte el 2013 i el 2016, els quals tenen la màxima representació de caiguda de fruits. Sembla que el bosc presenta una fluctuació on cada 3 anys aproximadament es produeix una anyada. S'observa una producció de fruits destacable d'any 2007 amb les conseqüents reduccions els anys 2008 i 2009 i una recuperació, no gens exagerada comparada amb la del 2013, per l'any 2010 seguida altre cop d'una reducció fins l'any 2013 i, tres anys després, altre cop una anyada amb el pic més gran de caiguda de fruits. Pel que respecte la caiguda de branquillons i miscel·lània, tal com ha mostrat el Gràfic 10, sembla no haver-hi cap tendència a destacar.



Composició florística

El bosc estudiat és molt pobre florísticament i en els darrers anys aquest fet no ha canviat pas. L'inventari de les espècies de flora vascular presents es mostra a les *taules* 5 i 6.

•**Taula 5:** Inventari florístic del rodal experimental. **Font:** elaboració pròpia

Espècie [corologia, forma vital]	Quantitat
estrat arbori	
* <i>Fagus sylvatica</i> (faig) [eur, Pc]	5
estrat arbustiu	
<i>Fagus sylvatica</i>	+
estrat herbaci	
<i>Fagus sylvatica</i> (pl)	+
• <i>Conopodium majus</i> (anyol) [eur, G]	r
<i>Pteridium aquilinum</i> (falguera aquilina) [atl,G]	r
<i>Fraxinus excelsior</i> (freixe de fulla gran) (pl) [eur, Pc]	r
<i>Festuca heterophylla</i> [eur, H]	r
<i>Rubus</i> sp. [-,H]	r

•**Taula 6:** Inventari florístic d'altres espècies presents a la rodalia de la zona estudiada i al marge del bosc, al costat del camí. **Font:** elaboració pròpia

Hieracium murorum [eur, H]

Stellaria holostea [eur, H]

Viola sylvestris (violeta de bosc) [eur, H]

* *Moehringia trinervia* [eur, Th]

Cruciata glabra [submed, H]

Galium pumilum [plurireg, H]

Polypodium vulgare ssp. *vulgare* [eur, H]

•*Teucrium scorodonia* (escorodònia) [eur, H]

Euphorbia amygdaloides (lleteresa de bosc) [eur, H]

Asplenium adiantum-nigrum [med, H]

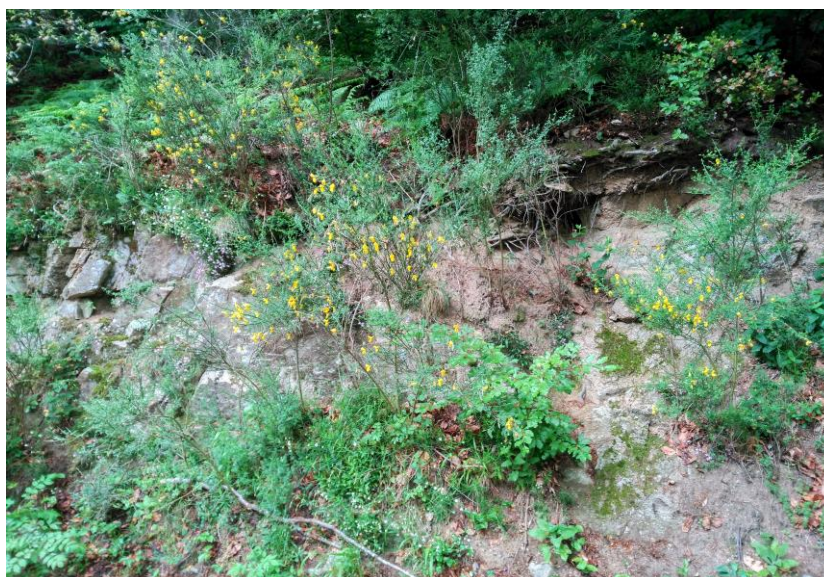
Quercus petraea (pl) (roure de fulla gran) [eur, Pc]



•**Taula 7:** Simbologia dels inventaris florístics. **Font:** Grup de recerca de Flora i Vegetació, Universitat de Girona

Quantitat	Corologia	Forma vital
5: espècie amb un recobriment >75%	Eur: eurosiberiana (medieuropea)	Pl: plàntula d'una espècie llenyosa de poc cm (acabada de néixer)
±: espècie rara amb un recobriment <5%	Atl: atlàntica	H: hemicriptòfit (planta herbàcia perenne)
r: espècie molt rara (observat un sol individu)	Plurireg: pluriregional	G: geòfit (planta bulbosa o rizomatososa)
	Med: mediterrània	P: faneròfit (planta llenyosa) (c: caducifoli)
	Submed: submediterrani	Th: teòfit (planta herbàcia anual)
*espècies característiques del bosc de la fageda amb descàmpsia (<i>Luzulo niveae-Fagetum</i>)		
•espècies característiques de la roureda de roure de fulla gran (<i>Lathyro-Quercetum</i>)		

Així, doncs, el resultat obtingut enguany és idèntic al observat l'any 2008, quan es va fer una primera avaluació de la diversitat florística. És ben il·lustratiu que la diversitat augmenti clarament a la rodalia del bosc, senyal que l'ombra intensa dels arbres centenaris provoquen la desaparició de les plantes herbàcies (*veure Imatge 5*). Els resultats de l'inventari florístic de les parcel·les experimentals es troben ordenats a la *Taula 5* i l'inventari de les rodalies a la *Taula 6*. Es pot comprovar com la corologia més present és la eurosiberiana medieuropea i la forma vital que més es troba a la rodalia són hemicriptòfits, és a dir, plantes herbàcies perennes.



•**Imatge 5:** Comunitat florística al marge del camí del rodal experimental. **Font:** Laia Tarradas



DISCUSSIÓ

Estructura i dinàmica poblacional

La distribució de les classes diamètriques representades gràficament donen una visió de la dinàmica estructural del rodal experimental. Així, el fet de representar els nombres de peus per hectàrees de parcel·les en funció de la distribució del diàmetre del tronc a l'alçada del pit ens dóna informacions diferents. Per començar s'observa un canvi en la distribució de les proporcions de les edats, de tal manera que hi ha un desplaçament de les classes diamètriques, senyal de l'envelliment de l'estructura forestal amb els anys (*veure Gràfics 1, 2 i 3*). No obstant, els arbres també tenen certa individualitat a considerar: no és forçosament el mateix un arbre jove que un arbre petit. Així, factors com la competència, la qualitat del sòl o les pròpies diferències genotípiques entre individus d'una mateixa espècie poden afectar les dimensions dels arbres d'un mateix rodal (Terradas *et al.*, 1989).

Seguint l'estructura que s'observa es pot predir que no es tracta d'una població estable, ja que per darrere de l'abundància més destacable, la compresa entre les classes diamètriques del rang entre 30 i 40 cm, hi va seguida l'abundància de classes més joves, destinades a créixer i desplaçar-se cap a diàmetres més grans si no hi ha pressió competitiva que ho impedeixi (*veure Gràfics 1, 2 i 3*).

Per altra banda, es diu d'un bosc regular aquell on tots els arbres tenen la mateixa edat i, per contra, irregular aquell que presenta edats diverses (Terradas *et al.*, 1989). La fageda de Coll de Te es pot dir que és un bosc regular com a conseqüència de les tales d'ençà, la conseqüència de les quals conduïa a una pèrdua de l'heterogeneïtat d'edats. No obstant, les mides difereixen causant irregularitat en les talles però, com ja s'ha dit abans, el fet de presentar una mida inferior no vol dir forçosament que tinguin edats diferents.

Pel que fa la densitat, gràficament s'observa una reducció en una de les parcel·les, la qual cosa és l'esperada pel rodal ja que a mesura que el bosc avança pels diferents estadis de la successió els arbres dominants guanyen en biomassa i van perdent en densitat (*veure Gràfic 6*). Un estudi publicat a la revista *Nature*, Kunstler, G *et al.* (2016), conclou que després d'analitzar els efectes dels caràcters funcionals de les plantes sobre la competència, s'estableix una correlació negativa entre el màxim creixement i la densitat, així com també que baixes densitats són conseqüències de la reducció de les capacitats competitives amb el temps i de la disminució de la mateixa competència entre veïns. En base a aquests autors es pot dir que el rodal de Coll de Te presenta densitats baixes (*veure Taula 1*) en comparació a les densitats de boscos més joves, perquè la tendència ja és cap al bosc madur on predomina cada vegada més l'estabilitat, de tal manera que els peus dominants actuals hauran estat els més bons competidors al llarg dels diferents estadis de la successió.

Els *gràfics 4 i 5* mostren un increment per les dimensions d'àrea basal en el temps així com també del diàmetre a l'alçada del pit però no ha resultat significatiu a nivell estadístic. Aquest fet pot ser degut a l'estabilitat del bosc on els peus dominants han anat creixent però la pressió de competència que exerceixen sobre els altres peus suprimits hagi propiciat el seu lent o nul creixement. Així, al representar l'àrea basal total de cada parcel·la com el sumatori de cada una de les mesures dels arbres tractats per les hectàrees de mostreig és possible que el resultat no resulti gaire diferent entre els anys perquè el creixement d'uns compensa la latència dels altres



en el balanç total del bosc. La mateixa explicació pot ser vàlida per el DBH ja que el seu còmput total s'ha representat com la mitjana dels DBH dels arbres etiquetats.

A l'hora de treballar amb els inventaris forestals s'ha observat aquesta tendència, ja que a cada un dels tres realitzats hi ha diversos peus que han mantingut les seves dimensions en aquest període de dades de 10 anys disponibles, és a dir no han experimentat creixement.

Cal recordar que la fageda de Coll de Te va ser sotmesa a la pressió antròpica per aprofitaments durant molts anys, on els torns de tala oscil·laven en funció de l'altitud, essent de 10 a 12 anys a la plana de Santa Fe i de 15 a 18 anys a les fagedes superiors (Sánchez, 2011). És per això que s'ha de considerar com a estadi inicial de la successió, un cop s'acaba l'explotació, un bosc de faigs homogeni. Si bé les dades actuals de l'estructura forestal mostren una tendència cap a la maduresa es pot entendre que l'anàlisi estadístic no esdevingui significatiu pel fet que el bosc en si, des de l'inici del seguiment, no ha tingut prou temps per recuperar-se del tot i restablir l'heterogeneïtat que li pertocaria sense les precedents intervencions. L'estudi d'escamoteig de l'anàlisi socioecològica a la vall de Santa Fe (Sánchez, 2011) demostra que la pressió humana sobre el bosc va ser en realitat molt superior a l'esperable segons els registres de tala, de tal manera que la fageda va patir una pertorbació important de la qual es va recuperant amb el temps com a resposta de la seva resiliència ecològica.

La presència de fusta morta que no es retira del bosc és un dels atributs que assenyalen com a bon indicatiu de bosc madur. Mitjançant la valoració de la fusta morta amb el mètode adaptat de Joan Montserrat (2005) s'ha obtingut un valor de 6 la qual cosa reflecteix el seu avanç cap al grau de maduresa (*veure Taula 4*). El valor obtingut és coherent amb l'anàlisi estructural del rodal on s'ha dit anteriorment que no es tracta d'una població estable i que la fageda encara corre cap a la maduresa. La presència de fusta en diversos estadis de descomposició i distinta disposició espacial permetria donar la màxima puntuació, ja que en estadis avançats de la successió la biomassa poc activa tendeix a augmentar i la quantitat de matèria orgànica morta acumulada també és major. No obstant, els peus morts valorats no superen la classe diamètrica del rang 30-40 i sembla que la causa del seu defalliment hagin estat condicions naturals adverses i no l'envelliment (Montserrat & Agelet, 2005). Alhora cal dir que el nou inventari forestal no presenta individus morts no caracteritzats als anteriors, de tal manera que en l'aspecte de valorar el rodal per la fusta morta es manté força similar a les dades d'ençà. Això es pot apreciar a les imatges següents, on es mostra individus caiguts per condicions ambientals adverses. La *imatge 6* presenta un individu caigut l'any 2007 i, la *imatge 7*, un individu mort fotografiat el desembre del 2016 on es pot apreciar l'avançat estat de descomposició.





•**Imatge 6:** Fusta morta any 2007. **Font:** Jordi Bou •**Imatge 7:** Fusta morta any 2016. **Font:** Laia Tarradas

El fet que morin individus és rellevant per la dinàmica del rodal, ja que n'afecta directament la composició. La competència entre veïns no és tan sols per l'espai o l'aigua considerant l'ambient límit en el qual viu el faig, sinó que una part molt important és la captació de llum. Els faigs intercepten una gran quantitat de radiació amb les fulles, de tal manera que l'extensió de les seves capçades provoca una ràpida extinció de la llum al sòl. Aquestes baixes intensitats de llum a nivell del sòl suposen, per als propis plançons del faig, una adaptació a viure sota aquestes condicions (Tarradas *et al.*, 1984). L'anàlisi de la regeneració mostra que, com a la resta de fagedes velles del Montseny, no n'hi ha (*veure Gràfic 7*). La presència de plançons i individus juvenils pot explicar-se pel caràcter esciòfil del faig i sobretot per la tolerància que tenen els seus propis plançons, però l'economia hídrica esdevé límit per ells ja que la presència d'arrels superficials d'arbres adults els suposa l'estrès hídric. Per tant, si no es produeixen clarianes com a conseqüència de la mort d'individus adults més grans la seva probabilitat de supervivència és casi nul·la. Cal remarcar però que l'individu juvenil de rebrot pot presentar probabilitats de supervivència pel fet de viure com a hemiparàsit de l'individu adult.



•**Imatge 8:** Arrels d'arbres adult superficial amb presència de plançons de faig al voltat. **Font:** Laia Tarradas



Cicle biològic

La caiguda de virosta és una transferència de matèria i energia molt important per al manteniment del funcionalisme del bosc. En caducifolis com el cas del faig, la part més important de la virosta, les fulles, cauen a la tardor entre els mesos d'octubre i novembre i representen al voltant del 70 % del pes total de la virosta, valor que tendeix a davallar en estadis més avançats cap a la maduresa (Terradas *et al.*, 1984). El registre de dades disponibles es correspon al percentatge indicat per el total de virosta on els percentatges anuals de caiguda de fulles es troben dins el rang del 63% fins al 80% (*veure Taula 8*). La fluctuació de valors que voregen el 70% del total de virosta teòric poden relacionar-se amb les anàlisis descrites anteriorment. Tal com s'ha dit el bosc és en un estadi de maduresa a considerar però en un període de creixement no significatiu, de tal manera que el coincidir en aquest percentatge es pot dir que la productivitat del bosc roman de manera més o menys constant i per això la caiguda de fulla no veu reduït el seu percentatge amb el pas dels anys.

•**Taula 8:** Percentatge de caiguda de fulla anual. **Font:** elaboració pròpia.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
% FULLES	63,07	75,44	65,7	67,34	78,35	81,13	33,41	75,05	78,48

Els branquillons no presenten un patró estacional de caiguda de virosta molt marcat tot i que a la tardor i a l'hivern hi ha una major caiguda. Els fruits, en canvi, tenen un període de caiguda que va des del setembre fins al gener (*veure Gràfic 10*). El fet de trobar fruits en mostres fora del període de caiguda és degut al despreniment de les cúpules ja buides dels arbres per efecte del vent o la pluja. Així mateix passa amb les fulles verdes que cauen quan no ha arribat la tardor. L'estudi considera igualment aquestes fraccions recollides a les trampes i, juntament amb el fet d'haver realitzat el gràfic de producció anual de virosta (*veure Gràfic 11*) amb les mitjanes dels totals de cada fracció per any i el gràfic trimestral (*veure Gràfic 10*) també amb mitjanes és normal que les barres d'error siguin tant grans en alguns casos.

La producció de fruits que fan els arbres és molt variable d'un any a un altre i es diu que en el cas del faig hi ha un any de producció molt elevat cada 4-6 anys o cada 5-6 anys (Terradas *et al.*, 1989). Els resultats obtinguts presenten una tendència d'anys més productius que d'altres però el rang se situa en una periodicitat de cada 3 anys (*veure Gràfics 10 i 11*) de més producció de fruits. Aquesta variació pot explicar-se com a resposta del cicle biològic dels individus forestals quant a la producció dels fruits pel fet d'invertir-hi tanta energia en forma de producció primària neta, de tal manera que se'n redueix l'eficiència en altres aspectes de la massa forestal com són la producció de fusta o de fulles. Aquest fenomen s'observa a Coll de Te ja que si s'analitza alhora els gràfics de producció de virosta anual (*veure Gràfic 11*) i creixement radial no acumulat anual (*veure Gràfic 9*) es pot apreciar la relació entre les anyades o anys de gran fructificació amb la conseqüent disminució del creixement radial durant aquest període, essent l'exemple més evident l'any 2013. Alhora aquest fenomen pot ser explicat per l'estabilitat del rodal, el qual es troba creixent en un lloc bo, de tal manera que els individus reproductius noten poc els canvis climàtics, permetent-se d'aquesta manera la inversió energètica en la reproducció cada tres anys en comptes d'esperar més com bé ho fan altres fagedes d'arreu que han estat estudiades.



El faig presenta una clara estacionalitat en l'activitat del càmbium, la qual és molt reduïda o nul·la a l'hivern i s'activa a la primavera i així be ho mostren les fluctuacions del creixement radial del *Gràfic 8*. A nivell espacio-temporal s'observa una tendència de reducció del creixement des de l'any 2008 fins ara (*veure Gràfic 9*) i, en conseqüència, s'ha de plantejar quin o quins poden ser els motius. D'entrada pot tenir-hi influència l'edat del bosc, ja que anteriorment s'ha descrit l'efecte que tenen en el creixement els peus dominants sobre els suprimits i, d'altra banda, es planteja la hipòtesi de presentar una disminució en quant al creixement com a conseqüència de les condicions climàtiques. Els resultats de l'estudi Jump *et al.* (2006) recullen dades de creixement anual d'arbres madurs de *Fagus sylvatica* durant l'últim mig segle al Montseny i s'afirma que per l'any 2003 els arbres objectes de l'estudi han reduït un 49% el seu creixement en comparació al que es predeïa. Conclouen que el fenomen de reducció és conseqüència de l'augment de temperatura en l'ambient i que el fet de mantenir-se igual les precipitacions aquestes no poden contrarestar l'efecte (Jump *et al.*, 2006).

Composició florística

Durant el treball de camp per a la realització dels inventaris forestals es va procedir a l'anàlisi dels recobriments dels diferents estrats (*veure Taula 2*). L'elevat recobriment de la capçada dels arbres dona altre cop la visió de l'aproximació a la maduresa, on l'espessor de la capçada deixa passar molt poca llum i el sotabosc característic és escàs. El sòl resta cobert de la virosta, l'abundància i repartició de la qual té implicacions diferents en processos com la germinació, el retorn de nutrients i molts altres processos en el funcionalisme del bosc. Els resultats dels inventaris florístics (*veure Taules 5 i 6*) mostren les conseqüències adaptatives d'aquest esment anterior, de tal manera que s'ha procedit a augmentar l'àrea de mostreig per a l'inventari del rodal per tal d'observar quines espècies apareixen quan s'aparten dels efectes competitius dels faigs, essent aquestes zones la rogalia del marge al costat del camí (*veure Imatge 5*).

El Montseny és un espai molt ben estudiat i aquest fet es reflexa en obres com *la vegetació del Montseny* d'Oriol de Bolòs. L'autor defineix els diferents tipus de fageda que recull el massís i aquestes presenten un sotabosc pobre, característic de les fagedes, però prou més ric que el de la fageda estudiada de Coll de Te, de tal manera que altre cop es pot percebre l'efecte de les actuacions humanes i les conseqüències que han tingut sobre el desenvolupament del bosc.



CONCLUSIONS

A forest is a dynamic system and its evolution depends both of its history and of factors that act on it. The Coll de Te beech forest is an interesting case of study as it comprises of a forest system in recovery after years of continuous exploitation. In Coll de Te, the felling processes were selective, choosing those which grew twisted or with difficulty, as well as those which presented a size that was considered sufficient. The consequences of these actions were the loss of heterogeneity of the forest. The results obtained demonstrate the effect of these felling processes on the forest structure, as they place the forest in what is classified as a regular forest, in which a homogeneity of ages is present. This corresponds to an unstable population, where the forest dynamic tends towards an ageing population, which can be observed in the more dominant specimens. These have resulted, in time, to be the most competitive species. As soon as exploitation is stopped and the forest is left to advance in its own stages of succession, the rivalry between neighbours becomes essential to know which will dominate the forest structure, due to the fact that, as mentioned above, the forest has become homogenous, and those which cannot receive enough resources will be erased.

Mature forests are natural and integral forests that have achieved a considerable age without significant disturbance. In addition, these are forests that show a balance in the age distribution of its trees and a stable proportion of dead trees in their different stages of decomposition (Mallarach, 2013). The initial hypothesis affirms that the studied forest consists of a mature forest with a representation of centennial or near-centennial species, and after studying the different parameters of this study, this initial hypothesis is neither accepted nor refuted. It is, therefore, a forest advancing towards maturity, while also presenting it to a certain degree, but not at a sufficient rhythm to achieve it within the remaining period that was established by the “Creació de les Reserves Forestals”. The density of the studied area corresponds to that of a mature forest, and the fact that statistically it hasn’t been deemed to have changed significantly in a 10-year period, has resulted in the conclusion that the forest finds itself in a stage of relative stability. The DBH analyses and those regarding its basal area support the conclusions taken from the evaluation of forest density, and, in addition, continue to point at this forest belonging to an initial stage of becoming a homogenous forest. In essence, it is the actual disturbance that this forest suffered that has affected the area’s condition.

Therefore, it is difficult to consider it a mature forest due to the fact that its condition is related to the diversity of sizes, and therefore heterogeneity, as well as presenting trees of all ages, so, while presenting certain characteristics related to a mature forest, it is missing years of evolution, as the observed displacement of the diametric classes should be preceded by the smaller sizes, instead of only showing a tendency to ageing tree species.

It is the own structure of the forest and the presence of dominant and ageing individuals, as well as the life conditions of the beech tree, which prevent regeneration. Therefore, the younger species that currently grow in the area are destined to die if the competitive effect of the larger individuals isn’t reduced, which would only happen when the larger species begin to die. This analysis helps to understand the degree of maturity of the area, as in the more advanced stages of succession, when the forest approaches its climatic climax community, regeneration decreases drastically. In a similar manner, the forest structure of the beech forest of Coll de Te is the main cause of the low floristic diversity, with total absence of herbaceous stratum, which is only present in clearings and at the very edges of the forest.

The evaluation of radial growth is also relevant to understand the current forest structure, and shows a tendency to its reduction through the years. This has been explained as possibly being



a consequence of climate change and of the negative effect of temperature increases while retaining similar rainfall patterns on growth. Nevertheless, the periodicity of fruit production every 3 years indicates that the reproductive individuals do not seem to be affected by climate change, and permit the metabolic exhaustion in this process more times than other beech forests have allowed to register, with periods of 4 to 6 years. This analysis doesn't allow for a relevant conclusion, due to the fact that a study revolving around the effects of climate change would be necessary, which isn't in the nature of this study. Therefore, this study concludes that the reduction of radial growth could be consequence of the ageing of the forest structure and stability of the area, which result in the death of the inferior individuals and the dominant species determining the population, which will therefore favour the tendency of ageing trees and the inability to achieve maturity.

The resilience of the forest has enabled it, through the years, to recover itself from the disturbances caused during the years, and the obtained results help confirm how the history that precedes a forest determines its evolution. Within the experimental areas no centennial individual has been dated, instead being dated in the qualitative analysis. This area forms part of a stable forest mass that tends to ageing, and this separates it from the concept of a mature forest, and it is therefore important to understand that if the previous actions have led it to its current state, it would then take a long time to recover its heterogeneity on its own, much longer than the time period established by the different entities that guarantee its well-being. It would therefore be likely that a different model would need to be established, one compatible with the conservation of its biodiversity.

While the singularity of the forest distribution can be attributed to the older individuals, these are also the cause of the little growth of the stools in the forest. In order to preserve individuals of possible mature forests like the beech forest, the best option is to avoid felling and other deforestation processes. Nevertheless, the final stages of the succession will conduct the forest structure to a reduction of its density as a consequence of the future death of the suppressed stools and the absence of resources, resulted from the competitive exclusion of the dominant species, will prevent regeneration. For this reason it has been deemed convenient to propose a new measure of sustainable maintenance, with the only finality of potentiating the development of the area to maturity while avoiding its decline by ageing. The chosen method, catalogued as *silvicultura de l'arbre*, intends to work with the "future trees", by choosing the best quality of the population and working to encourage their growth. Specifically, this method intends to locate the more dominant stools pertaining to larger diametric classes and causing their death by strangulation without extracting the stools from the area. This is a technique that is beginning to gain in use, where the main objective is breaking the structural uniformity of the tree stratum, increasing the presence of dead wood and favouring the biodiversity that associates it. In consequence, the trees will continue erect but their crowns will stop being an impediment to light penetration, therefore potentiating regeneration and favouring size diversity. Finally, it is important to note that the forest is a dynamic system with long term evolution and that it is important to potentiate it towards structures with greater stability and quality (Collellmir, 2013; Sanitjas et al., 2015).



BIBLIOGRAFIA

Boada, M., Ullastres, H. (1998). El Massís del Montseny: guia per a visitar-lo. S.I: Brau. Columna, DL 1998. ISBN: 8488589468.

Bolòs, O. (1983). La vegetació del Montseny. Diputació de Barcelona. Barcelona.

Bou, J., Vilar, L., Caritat, A. (2015). Estudi de la transició del bosc de *Quercus petraea* al bosc de *Quercus ilex* al paratge de Marmolers (Parc Natural del Montseny). *Orsis*, 29, 1–17.

Caritat, A., Bou, J., Vilar, L. (2015). Evolució de l'estructura i el creixement de quatre boscos del Parc Natural del Montseny. Informe de seguiment, 2014-2015. Diputació de Girona. Universitat de Girona.

Centre de la Propietat Forestal. (2011). Any internacional dels boscos. Silvicultura.

Collellmir JM. (2013). Una silvicultura propera a la natura. Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya (II Jornades sobre boscos madurs, Santa Coloma de Farners). Institució Catalana d'Història Natural, filial de l'Institut d'Estudis Catalans i Associació Silene. Dip. Legal: B.29648-2013. Recuperat de
<http://ichn.iec.cat/pdf/Boscos_madurs_Catalunya.pdf>

CREAF i Generalitat de Catalunya. (2009). Mapa de cobertes del sòl de Catalunya. Recuperat de
<<http://www.creaf.uab.es/mcsc/>>

CREAF. Bases de dades forestals. Inventaris Forestals Nacionals. Recuperat de
<<http://www.creaf.cat/ca/recerca/ecologia-forestal-i-incendis/bases-de-dades-forestals/inventaris-forestals-nacionals>>

Diputació de Barcelona, *et al.* (2014). Pla de conservació del Parc Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera. Gabinet de Premsa i Comunicació de la Diputació de Barcelona. DL B 1731-2014.

Generalitat de Catalunya (Gencat.cat). Departament de Territori i Sostenibilitat. Cartografia i toponímia. Recuperat de
<http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/12_cartografia_i_toponimia/>

Jump A.S., Hunt J.M., Peñuelas J. (2006). Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology*, 12, 2163-2174. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2006.01250.x

Kunstler, G., D. Falster, D., A. Coomes, D., F. Hui., M. Kooyman, R., D. C. Laughlin., Poorter, L., Vanderwel, M., Vieilledent, C., Wright, S.J., Aiba, M., Baraloto, C., Caspersen, J., Cornelissen, J., Gourlet-Fleury, S., Hanewinkel, M., Herault, B., Kattge, J., Kurokawa, H., Onoda, Y., Peñuelas, J., Poorter, H., Uriarte, M., Richardson, S., Ruiz-Benito, P., Sun, I-F., Stahal, G., Swenson, N., Thompson, J., Westerlund, B., Wirth, C., Zavala, M.A., Zeng, H., Zimmerman, J., Zimmerman, N., Westoby, M. (2016). Plant functional traits have globally consistent effects on competition. *Nature Publishing* Vol. 529: 1-15. DOI: 10.1038/nature16476. Recuperat de
<<http://www.nature.com/nature/journal/v529/n7585/abs/nature16476.html>>

Mallarach JM. (2013). Història dels valors dels boscos vells i madurs a Europa i Catalunya, i els reptes de la seva preservació. Reptes per preservar els boscos madurs a Catalunya (II Jornades



sobre boscos madurs, Santa Coloma de Farners). Institució Catalana d'Història Natural, filial de l'Institut d'Estudis Catalans i Associació Silene. Dip. Legal: B.29648-2013. Recuperat de <http://ichn.iec.cat/pdf/Boscos_madurs_Catalunya.pdf>

Montserrat, J., Agelet, A. (2005). Catàleg dels "boscos madurs" de la comarca de la Garrotxa. ICHN Institució Catalana d'Història Natural. Delegació de la Garrotxa. Fundació d'Estudis Superiors d'Olot.

Sánchez Mateo, S. (2011). Anàlisi socioecològica a la vall de Santa Fe (massís del Montseny). La transformació del paisatge a través de la història ambiental. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia. ISBN: 9788469373026. Recuperat de <<http://tdx.cat/handle/10803/3717>>

Sanitjas, A., Barrachina, M., Vicens, N., Guinart, D. (2015). Estudi i seguiment de boscos vells al Parc Natural i Reserva de la Biosfera del Montseny. Oficina Tècnica de Parcs Naturals. Diputació de Barcelona. Diputació de Girona. Recuperat de <http://parcs.diba.cat/documents/10534/75131016/03_Sanitjas_Vicens_Avaluaci%C3%B3.pdf/9383ff83-b02f-4890-9880-6d62d5cfbdec>

Sanitjas, A., Vicens, N., Gomis, JM. (2005) Reserves forestals al Parc Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera. Diputació de Barcelona. Diputació de Girona. Recuperat de <https://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=a224adfe-e454-4ae2-8fe6-137f17add8be&groupId=10136>

Terradas J., ed. (1989). Història Natural dels Països Catalans. Sistemes naturals Volum 14. Barcelona. Enciclopèdia Catalana, S.A.

Terradas J., ed. (1984). Introducció a l'ecologia del faig al Montseny. Departament d'Ecologia Universitat Autònoma de Barcelona. Diputació de Barcelona. Serveis de Parcs Naturals. Dip. Legal: B.34730-1984

Vilar, L., Font, J., Gesti, J., Mercadal, G. (2004). Interpretació del medi físic i natural del Parc Natural del Montseny. Flora i vegetació. Departament de Ciències Ambientals. Universitat de Girona. Recuperat de <https://www.researchgate.net/publication/259176709_Interpretacio_del_medi_fisic_i_natural_del_Parc_Natural_del_Montseny_Flora_i_vegetacio>



