



UNIVERSITAT DE LLEIDA

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària

TREBALL PRÀCTIC TUTORAT
ENGINYERIA TÈCNICA FORESTAL ESPECIALITAT EN
EXPLOTACIONS FORESTALS

**Determinació de les corbes de qualitat
d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc
Natural del Montnegre i el Corredor**

Alumna: Iris Pilar Monfort Bague

Tutora: Cristina Fernández López

Cotutora: Mariola Sánchez González

Lleida, setembre 2012



ÍNDEX

1. OBJECTIUS	1
2. JUSTIFICACIÓ I ANTECEDENTS	3
2.1. JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE.....	4
2.2. CORBES DE QUALITAT DE <i>QUERCUS ILEX</i> SUBSP. <i>ILEX</i> A ESPANYA	5
3. INTRODUCCIÓ.....	6
3.1. DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI.....	7
3.1.1.Situació i extensió	7
3.1.2.Situació legal i administrativa	8
3.1.3.Geologia	11
3.1.4.Edafologia.....	13
3.1.5.Climatologia	14
3.1.6.Hidrologia.....	17
3.1.7.Vegetació	23
3.2. DESCRIPCIÓ DE <i>QUERCUS ILEX</i> SUBSP. <i>ILEX</i>	25
3.2.1.Corologia i taxonomia	25
3.2.2.Distribució de <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i>	25
3.2.3.Descripció de l'espècie.....	28
3.2.4.Usos.....	28
3.2.5.Silvicultura.....	30
3.2.6.Malalties.....	31
3.2.7.Plagues	31
3.2.8.El <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i> al Parc Natural del Montnegre i el Corredor.....	32
3.3. QUALITAT D'ESTACIÓ EN MASSES FORESTALS.....	34
3.3.1.Definició i utilitats	34
3.3.2.Mètodes d'avaluació de la qualitat d'estació	35
3.3.3.Corbes alçada dominant (H_0) – edat (t)	36
3.3.4.Mètodes per a l'obtenció de les dades.....	39
3.3.5.Tipus de corbes de qualitat.....	42



4. MATERIALS I MÈTODES	45
4.1. INVENTARI	46
4.1.1. Criteris per a la selecció de parcel·les	46
4.1.2. Preselecció de les parcel·les	47
4.1.3. Fase inicial de prospecció al camp	48
4.1.4. Replanteig de les parcel·les: forma i dimensions	49
4.1.5. Presa de dades al camp	50
4.2. ELABORACIÓ DE LES DADES	54
4.3. ANÀLISI ESTADÍSTIC	61
4.3.1. Dades de partida	61
4.3.2. Ajust del model ADA ("algebraic difference approach")	61
4.3.3. Determinació de l'edat de referència i de l'error de les prediccions	64
4.3.4. Models analitzats	65
4.3.5. Descripció de la metodologia ADA	66
5. RESULTATS	71
5.1. AJUST DELS MODELS	72
5.2. EDAT DE REFERÈNCIA I ÍNDEX DE LLOC	74
6. CONCLUSIONS	76
ANNEXOS	79
ANNEX I	81
ANNEX II	96
ANNEX III	97
MAPES	98
MAPA I	100
MAPA II	101
MAPA III	102
MAPA IV	103
MAPA V	104



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

V a..... 105

V b..... 106

V c..... 107

BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA..... 108

BIBLIOGRAFIA 109

WEBGRAFIA 114



1. OBJECTIUS



1. OBJECTIUS

En el projecte que es presenta s'ha marcat l'objectiu següent:

- ✚ La determinació de les corbes de qualitat d'estació per al *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. en densitat al Parc Natural del Montnegre i el Corredor.

Aquest projecte, a més, ha de donar suport a la gestió que es durà a terme al Parc per part de la Diputació de Barcelona.



2. JUSTIFICACIÓ I ANTECEDENTS



2. JUSTIFICACIÓ I ANTECEDENTS

2.1. JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE

El projecte neix a partir de la proposta feta per la Diputació de Barcelona per a realitzar diversos estudis relacionats amb el *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. al Parc Natural del Montnegre i el Corredor. Aquests estudis s'han proposat com a dos Projectes Final de Carrera i consisteixen en l'obtenció de corbes de qualitat d'estació i la modelització del creixement en volum al llarg dels anys. En aquest es tractaran les corbes de qualitat d'estació.

Tot i que el *Quercus suber* L. (surera) és l'espècie més present en el Parc, un 56,1 %, també hi ha una gran representativitat de *Quercus ilex* subsp. *ilex* L., un 26,7%. La resta són pineda de pi pinyer (*Pinus pinea* L.), castanyedes (*Castanea sativa* Miller.), matollars, etc.

Actualment no hi ha estudis de corbes de qualitat de l'alzina en densitat, solament un de Gea Izquierdo, G., que no serveix per a masses pures de *Quercus* i que, per tant, donaria problemes a la producció i pèrdues econòmiques considerables.

La informació obtinguda dels dos projectes mencionats, contribuirà a la construcció de les taules de producció del *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. específiques per a la finca estudiada i similars.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

2.2. CORBES DE QUALITAT DE QUERCUS ILEX SUBSP. ILEX L. A ESPANYA

Actualment no hi ha taules de producció ni corbes de qualitat de *Quercus ilex* en densitat a Espanya.

Aquesta falta d'informació és deguda a la complicació de l'estudi del *Quercus*, a la poca rendibilitat econòmica que se n'extreu i a la poca presència de masses d'alzinars purs en densitat a Espanya.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

3. INTRODUCCIÓ



3. INTRODUCCIÓ

3.1. DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI

3.1.1. Situació i extensió

El Parc Natural del Montnegre i el Corredor (MAPA I) es troba situat a la Serralada Litoral Catalana, entre les comarques del Maresme i el Vallès Oriental, amb una extensió aproximada de 15.010 hectàrees, repartides en:

- ✚ Superfície no forestal (conreus, edificis, etc...) : 6.255 ha.
- ✚ Superfície forestal: 8.755 ha.
 - Zona forestal d'alt interès ecològic i paisatgístic: 2.224 ha.
 - Zona forestal consolidada: 5.621 ha.
 - Zona forestal de recuperació: 275 ha.
 - Zona de rieres i torrents: 635 ha.

El Mediterrani i la depressió del Vallès limiten el parc longitudinalment, i la riera d'Argentona i el Tordera ho fan transversalment.

S'hi accedeix per la carretera C-35, que uneix Barcelona amb Girona, paral·lela a l'autopista A-7. També des de la C-60 Mataró a la Roca del Vallés en direcció a Dosrius, o bé, des de qualsevol punt de la costa des de la N-II Barcelona – Girona, ja sigui, Arenys de Munt, Vallgorguina, Santa Susana o Tordera.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Figura 1. Localització del Parc Natural del Montnegre i el Corredor (Font: www.diba.es)

3.1.2. Situació legal i administrativa

El Parc és de propietat fundamentalment privada amb una petita part pública, gestionat per la Diputació de Barcelona des dels anys setanta amb uns pocs terrenys, que augmentaren els anys 1996-1997, en els quals, mitjançant ofertes públiques d'adquisició de sòl, es va assolir un percentatge important de l'espai físic, inclosos alguns indrets estratègics i d'un interès rellevant per al parc.

- Titularitat pública: 1.389 ha. (9,25%)
- Altres titulars: 13.621 ha. (90,75%)



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Finques adquirides per la Diputació de Barcelona	Terme municipal	Superfície (ha)	Any d'adquisició	Superfície acumulada	% sobre el parc
Can Bosc	Dosrius	189,7			
Bell-lloc	Dosrius-Villalba	43,7	1977	233,4	1,56
Ca l'Arenas	Dosrius	302,2	1980	535,7	3,57
Can Pica	Tordera	73,7	1989	609,4	4,06
Serra de l'Esquirol	Fogars de la Selva	8,7			
Pont de Can Pradell	Vallgorguina	0,9	1992	619,1	4,12
Can Bonamusa	Vallgorguina	60,8			
Hortsavinyà	Tordera	3,9	1993	683,9	4,56
La Busiga	Tordera	60,7	1994	744,6	4,96
Peça de l'Obra	Sant Celoni	5,9			
Serra de l'Esquirol	Fogars de la Selva	1,6	1995	752,2	5,01
Can Riera de Fulrosos	Sant Celoni	301,1			
Can Brugueràs (parcel·la núm. 50)	Dosrius	1,0			
Serra de l'Esquirol	Fogars de la Selva	0,7	1996	1055,1	7,03
Can Mainouet i sot de la Senyora	Sant Celoni	51,4			
Can Plana, el Salt i coll de Porc	Tordera	64,4			
Can Preses	Sant Celoni	214,6			
Serra de l'Esquirol (22 parcel·les)	Fogars de la Selva	1,6	1997	1387,1	9,24
Serra de l'Esquirol (14 parcel·les)	Fogars de la Selva	1,0	1998	1388,1	9,25
Serra de l'Esquirol (3 parcel·les)	Fogars de la Selva	0,2	1999	1388,3	9,25
Serra de l'Esquirol (9 parcel·les)	Fogars de la Selva	0,6	2000	1388,9	9,25
Serra de l'Esquirol (1 parcel·la)	Fogars de la Selva	0,1	2001	1389,0	9,25

Figura 2. Finques adquirides per la Diputació de Barcelona (Font: Àrea d'Espais Naturals. Xarxa de Parcs Naturals).

La Diputació de Barcelona és la que des del Servei de Parcs Naturals, adscrits a l'Àrea d'Espais Naturals, gestiona aquest espai, en col·laboració amb els ajuntaments que formen part del Consell Coordinador, amb el propòsit d'assegurar-ne la preservació dels valors naturals i culturals, l'ús públic ordenat de la muntanya, les demandes culturals, pedagògiques i científiques, i el desenvolupament socio-econòmic.

Com a eines de planificació, el Parc compta amb el Pla Especial del Medi Físic i del Paisatge de les Serres del Montnegre-Corredor (Serralada Marina) aprovat per silenci administratiu el 20 de juliol de 1989 (DOGC núm. 1300 de l'1 de juny de 1990). També té aprovats: Pla de Seguiment de Paràmetres Ecològics, Pla d'informació al públic visitant i el Pla de Prevenció d'Incendis Forestals.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Pel que fa a les finques on s'han tallat arbres tipus i que tenen Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal (PTGMF) són les següents:

- ✚ Can Bonamusa: 1r. PTGMF l'any 2002. Ara estan pendents de que la Generalitat aprovi la segona revisió (està aprovada per silenci administratiu).
- ✚ Can Bosc, Ca l'Arenes i Can Miloca: PTGMF any 2009.
- ✚ Can Pica, Hortsavinyà i Sot del Salt: PTGMF any 2010.

D'acord amb el que estableix el Pla Especial, un dels seus objectius principals és compatibilitzar la protecció i la salvaguarda dels sistemes naturals més rellevants des del punt de vista ecològic i paisatgístic amb el desenvolupament econòmic basat en l'aprofitament racional dels recursos i la millora de les condicions de vida de la població rural.

Així mateix, segons l'acord GOV/112/2006, de 5 de setembre, els habitants i espècies que es prioritzen com a objectiu de conservació de la tipologia de muntanya litoral, en la que està inclosa l'espai Serres del Litoral Septentrional, són:

- ✚ 9340 Alzinars i carrascars
- ✚ 9540 Pinedes mediterrànies
- ✚ 9330 Suredes

Per tant, tenint en compte les dues disposicions normatives, es pot definir com a objectiu general la conservació, la potenciació i l'aprofitament (llenya, fusta, pinya, pinyons i suro) dels habitats abans esmentats.

Cal esmentar l'existència de 15 vedats privats de caça dins del Parc, només regits per la Llei bàsica 1/1970, de 4 d'abril, de Caça.



3.1.3. Geologia

El Parc està format per un conjunt de muntanyes contínues de relleu suau amb un paisatge diferent a causa de l'activitat humana i cobert de boscos mediterranis (MAPA II i III).

El Montnegre i el Corredor formen part de la Serralada Costanera Catalana, limitada al Nord per la depressió del Vallès-Penedès i al Sud per la depressió litoral i el mar Mediterrani.

En els dos massissos, el tipus de roca més abundant són les roques silícies (un 75%). Per a observar les diferències entre l'interior del Parc i la franja del voltant, ens fixem en les roques menys abundants, al·luvials no consolidats. A la franja del voltant es troben més al·luvials no consolidats (un 15,5%, enfront el 3,7% del Parc), i a l'interior hi ha més abundància d'argil·les i llims (un 10,6%, enfront del 3,5% de la franja).

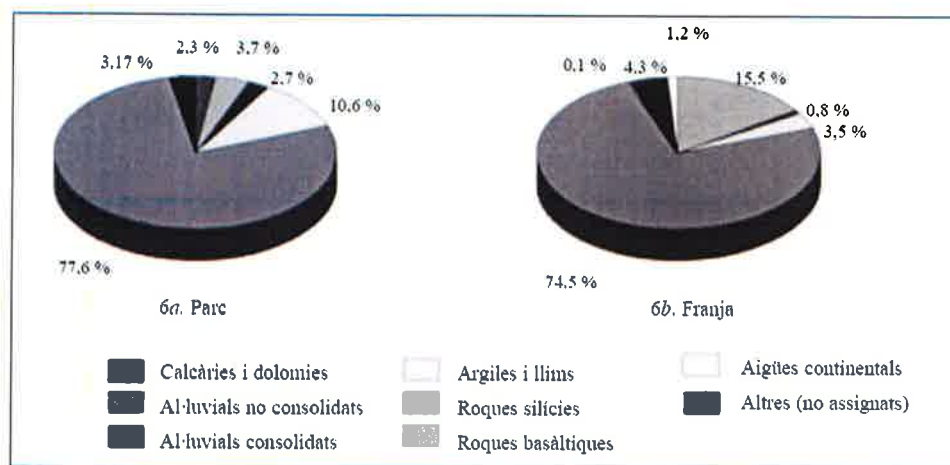


Figura 3. Distribució de la litologia al Parc Natural del Montnegre i el Corredor. 6a. Distribució dins el límit estricte del Parc. 6b. Distribució dins una franja de 500 m. al voltant del Parc. (Font: Monogràfic Aplicació del mapa de cobertes del sòl i del mapa forestal de Catalunya a la gestió del Parc del Montnegre i el Corredor).



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

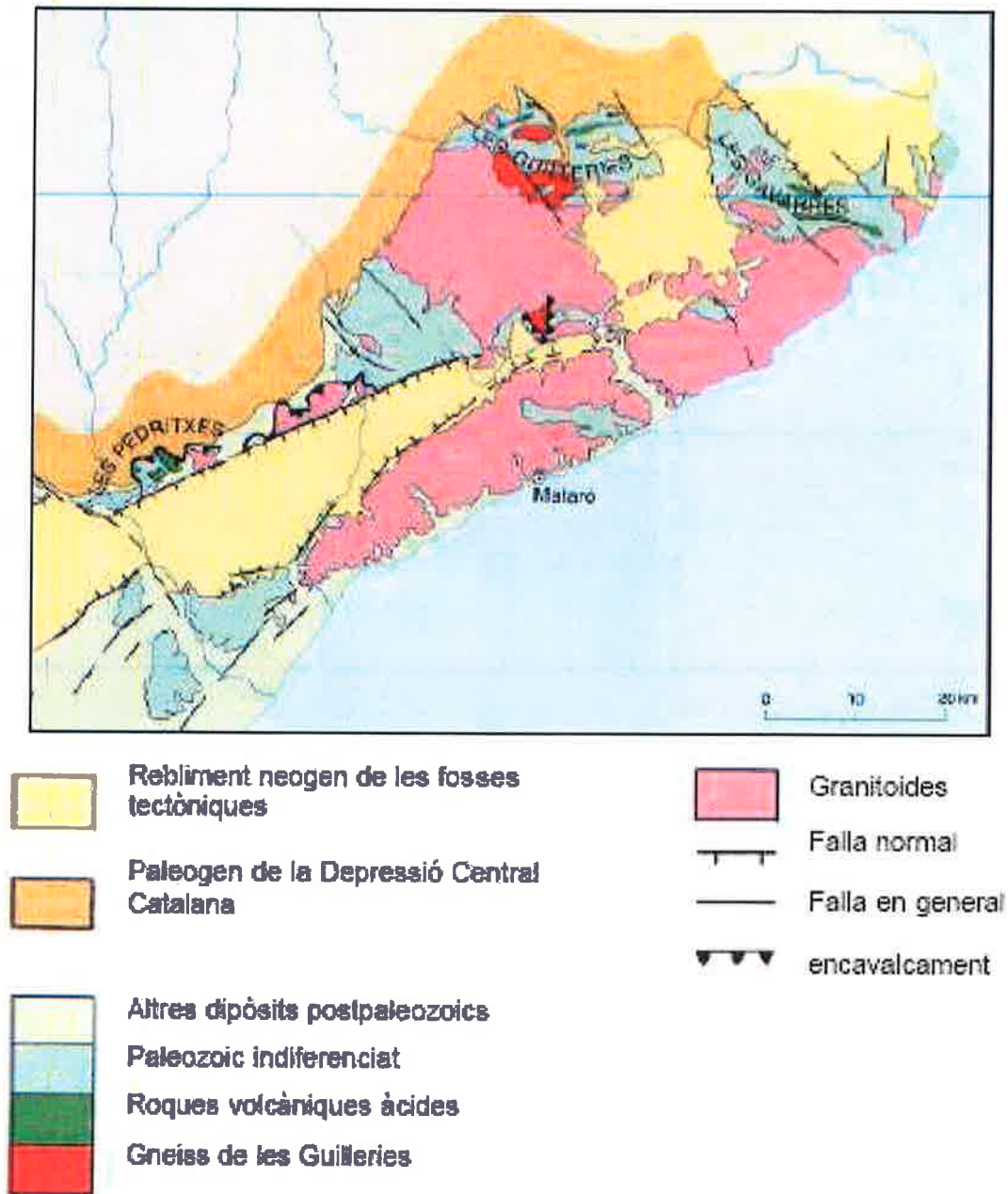


Figura 4. Marc geològic regional de la zona d'estudi. (Font: Santanach et al. (1986))

La Serra del Montnegre i el Corredor està formada bàsicament per granitoides alterats estructuralment.



3.1.4. Edafologia

Els massissos estan bàsicament formats per sòls desenvolupats sobre materials granítics, metasedimentaris i detrítics quaternaris, i es tracten principalment de sòls silícics per la poca presència de carbonats a la zona.

El fet que la textura sigui moderadament grossa, confereix a aquests sòls una baixa capacitat de retenció d'aigua de drenatge que, juntament amb el règim de temperatura dels sòls tèrmic a les zones més properes al litoral i mésic a les parts més muntanyoses, i el règim d'humitat xèric, ocasiona períodes d'estrès hídric durant l'estiu.

Els sòls dominants a la zona pertanyen als ordres entisols, inceptisols i alfisols.

Depenent del substrat sobre el que es desenvolupen els sòls, trobem: sobre substrat granític, substrat metasedimentari i substrat detrític quaternari.

a) Sòls desenvolupats sobre substrat granític.

Aquests, formen sòls profunds i joves, que han permès el desenvolupament del recobriment boscós de pins i alzines i la implantació de camps agrícoles, sobretot de vinyes, oliveres, garrofers i avellaners. Aquests sòls s'anomenen sauló, els quals, ocupen la majoria del Parc i es concentren en les zones de muntanya, en els arenys (sorrals), en les valls i en les planes. La roca fresca o poc alterada també aflora en diversos indrets.

El sauló és d'estructura simple i poc edafitzat, amb una capa d'acumulació de matèria orgànica directament a sobre, classificat dins de l'ordre dels entisòls, seguint la nomenclatura de Soil Survey Staff (SSS) (1975-1989). En zones més planes i estables, amb processos d'edafització més



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

favorables, hi ha més matèria orgànica, de forma que originen inceptisòls, amb un horitzó càmbic.

b) Sòls desenvolupats sobre substrat metasedimentari.

Aquests apareixen en forma de faixes formats per roques metamòrfiques paleozoiques.

Es poden observar en zones de pendents importants i amb poca vegetació, formant sòls poc diferenciats i estructurats, els entisòls.

c) Sòls desenvolupats sobre substrat detrític quaternari.

Aquests són semblants als que provenen de substrat granític, ja que deriven de la disgregació dels granitoides.

Es poden trobar en les bases dels pendents, als fons de les valls i a les desembocadures de les rieres, de forma que s'hi ha dipositat materials transportats molt sorrenços, lleugerament àcids, formant entisòls, amb un perfil poc evolucionat. La majoria estan ocupats per les superfícies de conreu.

3.1.5. Climatologia

El clima és típic de la zona nord-est de Catalunya: influències mediterrànies amb importants precipitacions estiuenques i episodis puntuals de fred intens al hivern. A la vegada, els rius i rieres són de règim majoritàriament esporàdic o estacional.

Es poden distingir dues zones climàtiques:

- ✚ Terres interiors orientades cap a la plana del Vallès: més fredes i humides, amb un caràcter lleugerament continental.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

- Els vessants orientats cap a marina: més secs i amb temperatures més suaus.

Tot i que la mitjana pluviomètrica del Parc és d'uns 700 mm anuals, la zona del Montnegre registra majors precipitacions (800-900 mm), i la del Corredor menors (650 mm), considerant els episodis de fortes pluges i ruixats de la tardor.

Les dades meteorològiques es prenen diàriament en diverses estacions automàtiques repartides per tot el parc.

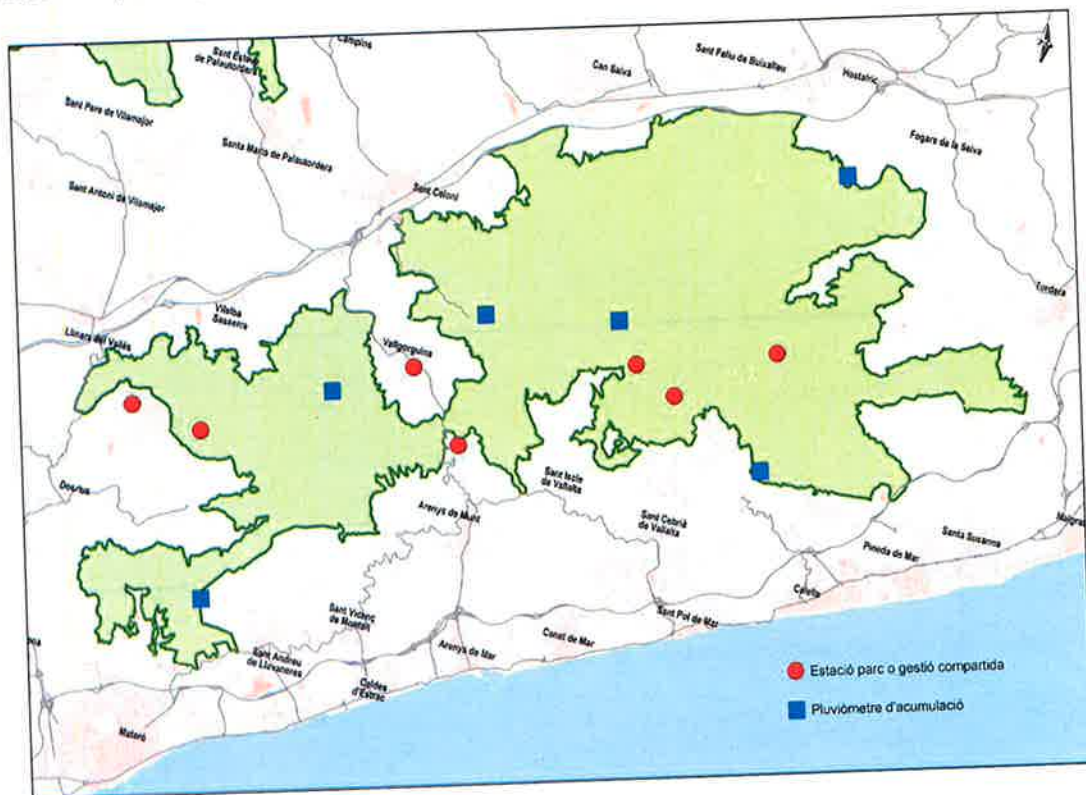


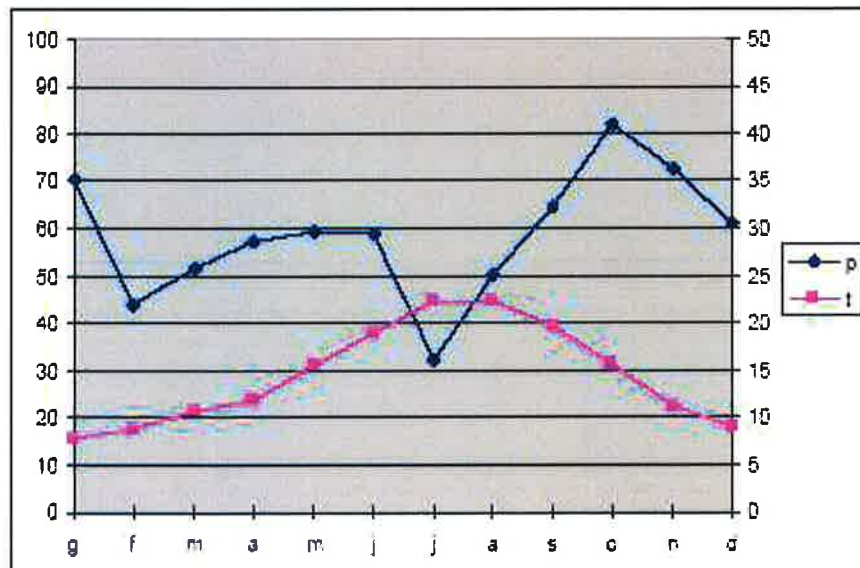
Figura 5. Estacions meteorològiques del Parc. (Font: VI Trobada d'estudiosos del Montnegre i el Corredor.)



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

El diagrama ombrotèrmic del Parc, realitzat per la Diputació de Barcelona a partir de les dades obtingudes per l'estació de Collsacreu dels anys 1976 al 2000, és:

Mes	Precipitació (mm)	Temperatura (°C)
Gener	70	7,86
Febrer	43,9	8,79
Març	51,6	10,6
Abril	57,4	11,97
Maig	59,1	15,44
Juny	59	18,88
Juliol	32,2	22,32
Agost	50	22,4
Setembre	64,6	19,67
Octubre	81,9	15,82
Novembre	72,7	11,24
Desembre	60,8	9,06



Gràfica 1. Diagrama ombrotèrmic del Parc (www.diba.cat)

Segons el diagrama hi ha una estació estiuenca molt seca i temperatura elevada. La resta de l'any la temperatura és suau, tot i que té èpoques de riudes amb pics de precipitacions.



3.1.6. Hidrologia

La xarxa de drenatge superficial, a causa de l'estructura geològica i la naturalesa litològica, està formada per petites conques de gran pendent i recorregut curt, passant per sobre de materials poc permeables en les zones de capçalera i permeables en la part baixa.

Totes les rieres s'assequen a l'estiu, a excepció d'algunes de les parts altes del curs on es manté l'aigua tot l'any. A causa de la forta explotació d'aigua subterrània ha fet que les rieres portin encara menys cabal d'aigua.

De la xarxa de drenatge, cal diferenciar-ne dos grans sistemes:

- 👉 La conca de la Tordera.
- 👉 La conca del Maresme.

La conca de la Tordera, de 894 km² drena l'àrea del Montnegre formant el riu que neix al massís del Montseny, anomenat Tordera, i discorrent 24 km entre el Montseny i el Montnegre, seguint una línia de falles. Al final, el riu troba una nova falla que l'obliga a girar 90° i l'encara cap al mar, entrant al Maresme i recorrent 27 km fins a arribar-hi, on desemboca entre Malgrat i Blanes.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

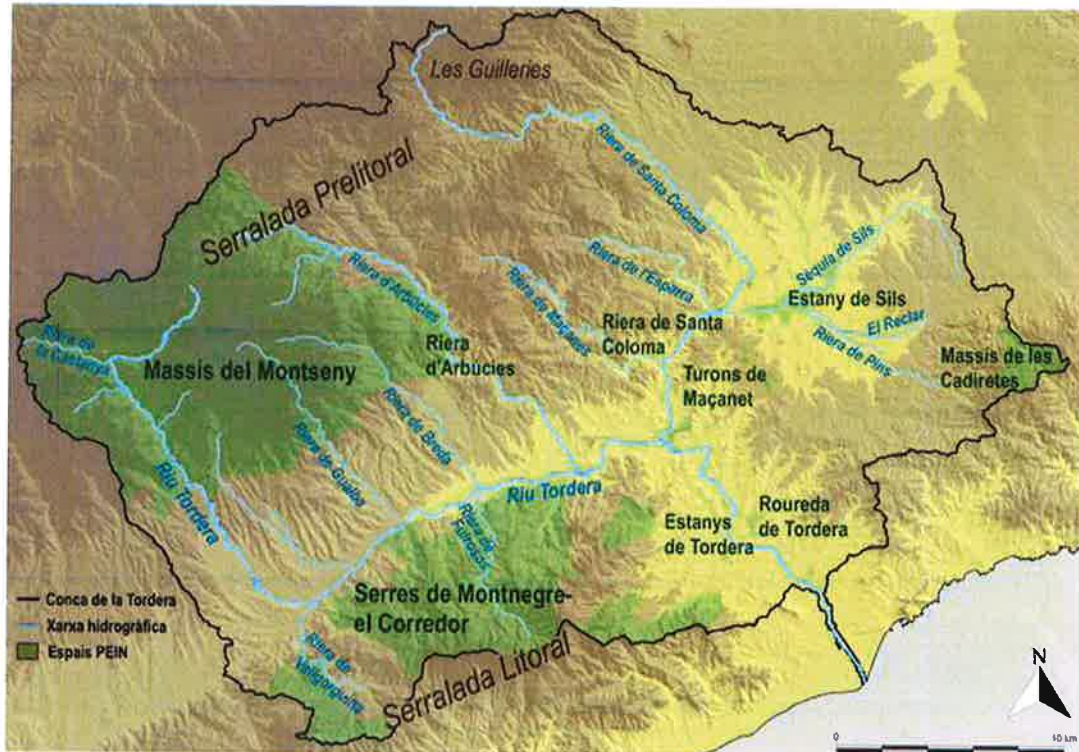


Figura 6. Conca hidrogràfica de la Tordera (Font: www.observatoritordera.cat)

El curs alt del riu, fins a Sant Celoni, està format per forts pendents que provoca les avingudes torrencials encarregades de transportar i erosionar els materials.



Fotografia 1. Curs alt (Font: www.observatoritordera.cat)



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 2. Curs alt (Font: www.observatoritordera.cat)

El curs mitjà, entre Sant Celoni i Hostalric, passa per zones amb pendents més suaus i amb un cert poder erosiu i de transport.



Fotografia 3. Curs mitjà (Font: www.observatoritordera.cat)



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 4. Curs mitjà (Font: www.observatoritordera.cat)

El curs baix comença a Fogars de Tordera, on es troba amb la falla que el fa girar 90º direcció al mar, formant una plana fluvial amb els sediments dipositats, ocupada per conreus. Quan el cabal és abundant, es formen aiguamolls als prats i clapetes de vegetació de ribera, ja que, a banda i banda del riu, hi ha zones topogràficament més baixes, provocant que, el nivell freàtic topi amb la superfície. Aquestes àrees són drenades a través de canals artificials de desguàs.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 5. Curs baix (Font: www.observatoritordera.cat)



Fotografia 6. Desembocadura de la Tordera (Font: www.observatoritordera.cat)

Per l'altra banda, tenim la conca del Maresme, amb cursos d'aigua perpendiculars al mar que tallen transversalment la serralada i estan constituïts per rieres de curt recorregut.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

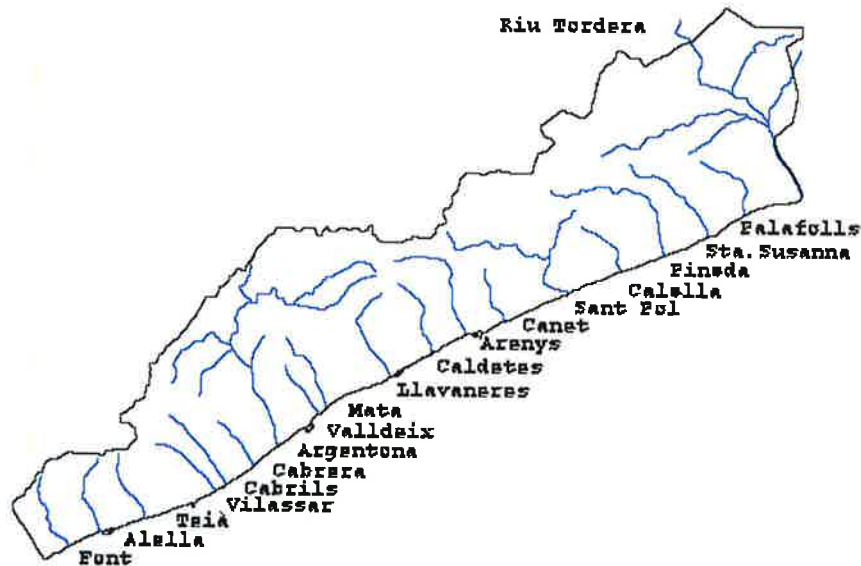


Figura 7. Rieres del Maresme (Font: http://ca.wikipedia.org/wiki/Geografia_del_Maresme)

Aquesta conca hidrogràfica no ho és en sentit estricte, ja que no parteix d'un gran curs fluvial, sinó que prové d'un conjunt de subconques individualitzades dins d'un mateix sector orogràfic.

Les rieres del Maresme naixen entre els massissos granítics i pleozoics de la Serralada litoral, i que, en la majoria de casos, romanen seques quasi tot l'any.

La majoria de les conques són simètriques respecte a la riera principal, perpendiculars a la línia de costa.

D'acord amb Riba (1997), les rieres de l'àrea del Maresme que drenen directament al mar es poden classificar en tres tipus:

- ✚ **Rieres de primer tipus o antigues:** són aquelles que transcorren en la seva totalitat per sobre d'unitats geològiques paleozoiques i granítics, com les rieres d'Arenys i Sant Pol.
- ✚ **Rieres de segon tipus o mixtes:** són les que presenten dos trams ben diferenciats. Un primer tram format per la capçalera excavada en els materials granítics i paleozoics, i un segon tram inferior situat per damunt



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

de terrenys quaternaris, els quals formen un glacis de sedimentació. Per exemple la riera de Caldes d'Estrac o la de Sant Vicenç.

- ✚ Rieres de tercer tipus o residuals: són cursos molt curts que drenen tan sols alguns sectors de terrenys recents quaternaris, com els glacis del peu del mont costaner. Com per exemple el rial de Cal Costa a Arenys de Mar.

3.1.7. Vegetació

El Parc es troba caracteritzat pel predomini dels boscos esclerofil·les d'alzines (*Quercus ilex* L.) i suros (*Quercus suber* L.) amb presència d'arbres caducifolis de caràcter submediterrani. El bosc potencial d'aquest és l'alzinar, que ha estat substituït en moltes zones per altres boscos (suredes, pinedes), matollars (màquies, garrigues, brolles), pradells (llistonars, prats d'albellatge) o conreus.

En els espais on la humitat és suficient, com fondals i obacs, s'hi estableixen els roures i altre arbres caducifolis, sobretot si hi ha una elevada humitat edàfica més o menys permanent.

Tot i la poca altitud del Parc, es pot observar un primer estatge de roureda degut a la humitat atmosfèrica, sovint molt elevada, a causa de la proximitat del mar, però el fet que s'estableixin en la franja de contacte amb l'alzinar, refereix un paisatge en mosaic, amb rouredes, alzinars i boscos mixtos de roures, alzines i altres espècies que localment són abundants: pi pinyer (*Pinus pinea* L.), trèmol (*Populus tremula* L.), avellaner (*Corylus avellana* L.), cirerer (*Prunus avium* L.) i castanyer (*Castanea sativa* Miller.).

Allà on l'aigua circula superficialment o l'aquífer és molt proper a la superfície, s'estableix una vegetació de ribera, amb vernedes, gatelledes, freixenedes i salzedes, que quan es degraden aquests, s'estableix la bardissa i diversos herbassars alts.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Cal esmentar l'aportació que ha fet l'home en la creació i manteniment del paisatge vegetal actual, afegint, per exemple, pinedes de pi pinyer, de pi pinastre (*Pinus pinaster* Ait.) i pi insigne (*Pinus radiata* D. Don.), com també les poblacions d'eucaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.).



3.2. DESCRIPCIÓ DEL *QUERCUS ILEX* SUBSP. *ILEX*

3.2.1. Corologia i taxonomia

El *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. es troba dins de les Gimnospermes, ordre de les Faglies, família de les Fagàcies i gènere *Quercus*. A Catalunya anomenat generalment alzina.

3.2.2. Distribució de *Quercus ilex* subsp. *ilex*

La distribució a Europa està concentrada en les zones més pròximes al Mediterrani. Quan comença un clima més humit apareixen altres *Quercus* com roures, surera, etc.

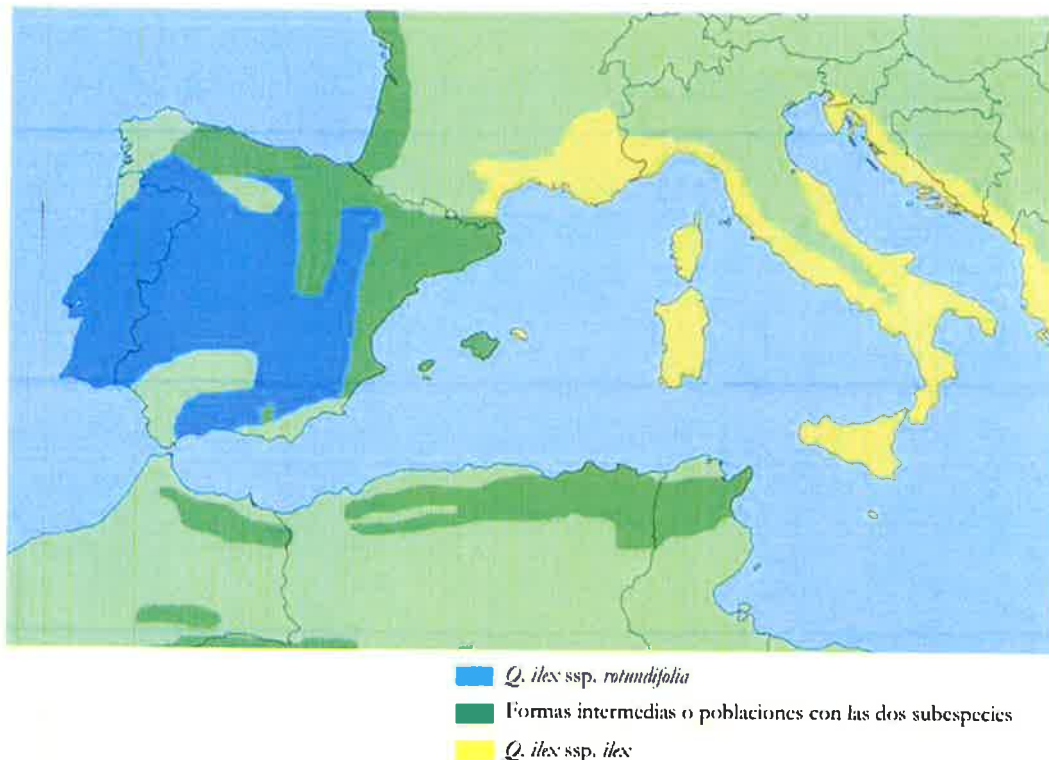


Figura 8. Mapa de distribució del *Quercus ilex* en el Mediterrani Occidental (Font: López de Heredia Larrea, U., 2006).



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Actualment la distribució geogràfica de l'alzina s'estén per quasi tota Espanya.

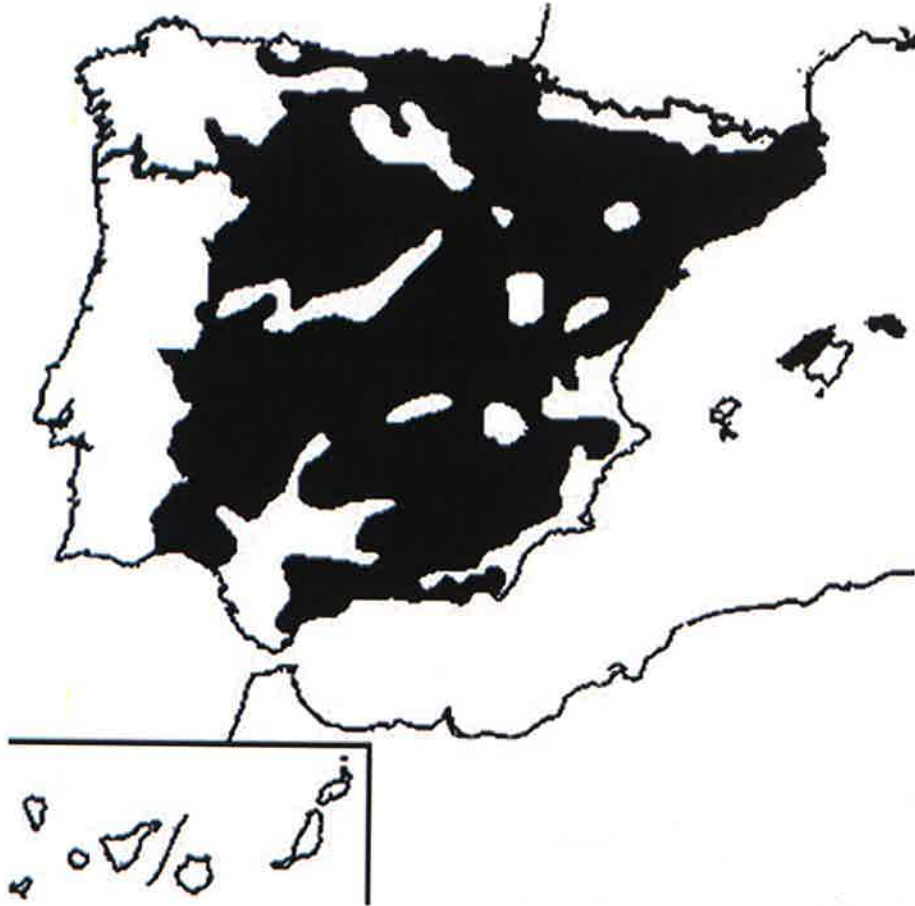


Figura 9. Distribució del *Quercus ilex* a Espanya (Font: <http://www.flickr.com/photos/8449304@N04/4356655711/>).



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

A Catalunya podem distingir-hi diferents zones amb vegetacions principals, entre elles l'alzinar.

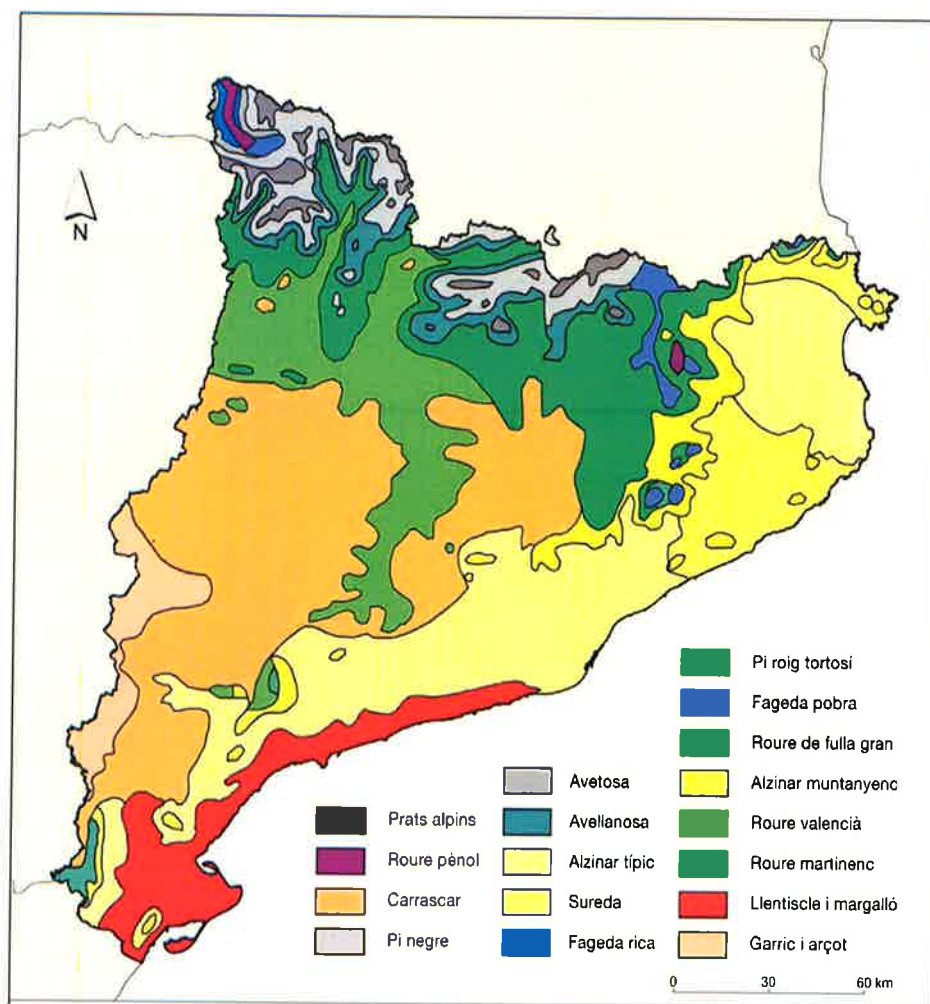


Figura 10. Dominis de vegetació a Catalunya. (Font: Atlas Nacional de Catalunya)

Aquí és on es troba una de les regions de procedència del *Quercus ilex* L., l'anomenada Regió 5 – Catalunya Nord-oriental, localitzada a les províncies de Girona i Barcelona, d'entre 100 – 1.200 metres d'altitud. En aquesta regió es troben *Quercus ilex* subsp. *ilex* (més proper a la costa) i *Quercus ilex* subsp. *ballota* (més cap a l'interior). (MAPA IV)



3.2.3. Descripció de l'espècie

És un arbre perenne, de fins a 25 metres d'alçada, però de creixement lent. Com tots els *Quercus*, presenta les flors masculines en aments penjant, les flors femenines separades de les masculines, tot i que sobre el mateix arbre, i el fruit en aglà només parcialment recobert per la cúpula.

L'escorça no és de suro (el diferencia del *Quercus suber* L.), les fulles tenen el revers tomentós (el separa del *Quercus coccifera* L.) i de caràcter perenne i coriàci en les fulles (el separa de la resta de roures o *Quercus* autòctons espanyols). Es diferencia del *Quercus rotundifolia* Lam. per les seves fulles lanceolades o oblongo-ovals verd fosques pel feix, de 7 a 11 parells de nervis laterals, i pel seu aglà amarg.

L'alzina admet gairebé totes les classes de sòls, amb les següents limitacions: els sòls entollats, els salins i els d'escàs volum útil. El volum útil és el que queda accessible a les arrels una vegada es descompten els elements més grans de 2 mm.

És destacable el seu valor protector dels sòls i no només perquè treballa a favor de la neutralitat, descalcificant els sòls calcaris i enriquint els sòls àcids; doncs, a més, amb les fulles perennifòlies protegeixen al sòl d'aiguats, amb l'ombra protegeix l'estructura superficial i amb la seva capacitat de sobreviure i produir brots de soca i d'arrel, sol ésser una coberta vegetal difícil d'eradicar.

3.2.4. Usos

Degut a la seva fusta densa, compacta i homogènia, i els seus fruits, s'ha utilitzat en diversos camps:

Aliment per als porcs en deveses: els aglans s'utilitzen per a alimentar als porcs. Aquests seran els anomenats porcs ibèrics que produeixen pernil serrà. Per això, també se'ls anomena "Jamón de bellota". La seva qualitat és molt elevada degut a la



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

riquesa en àcids grassos d'aquest fruit que li dóna menys contingut gras que el pernil produït per porcs alimentats amb pinso. Aquests aglans solen ser de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, ja que els seus aglans són dolços, en canvi, els de *Quercus ilex* subsp. *ilex* són amargs.

Producció de carbó i llenya: La fusta de l'alzina és perfecta per a fer foc, ja que desprèn molta calor i té una combustió molt lenta. Ha estat utilitzada i es continua utilitzant com a combustible per a estufes i llars de moltes cases del mediterrani. Es va utilitzar també per a la producció de carbó. Tot això, va provocar que disminuïssin molts dels alzinars que van veure reduïda la seva amplitud i la seva densitat. No obstant, una adequada planificació de l'explotació dels alzinars pot permetre la utilització d'aquesta fusta en la producció de llenya, només utilitzant la fusta sobrant de les podes anuals. Així podem allargar la producció durant centenars d'anys. S'estima que la vida mitja de les alzines espanyoles es situa en l'actualitat en uns 400 anys.

Producció de fusta: l'alzina té una fusta molt dura i resistent. Suporta molt bé el pes i la humitat. Tot i que és difícil de treballar, resulta molt decorativa. No obstant, el fet que sigui una espècie de creixement lent, no se sol utilitzar per a aquestes finalitats.

Producció d'eines: donada la duresa i capacitat per a resistir la humitat i la podridura de la fusta de l'alzina, s'ha utilitzat en l'elaboració d'eines per al camp, com mànecs d'aixada, rodes de carro, etc.

Producció de tanins: no utilitzat actualment.

Usos medicinals: la riquesa en tanins és aprofitada en el tractament de moltes malalties de l'aparell digestiu i de la pell.



3.2.5. Silvicultura

Segons Serrada, R. (2008), la silvicultura és el mètode d'aplicar el coneixement de l'estructura, creixement, reproducció i formes d'agrupació dels vegetals que poblen els boscos, de forma que s'obtingui d'ells una producció contínua de béns i serveis necessaris per a la societat.

Actualment, no hi ha gairebé informació sobre la silvicultura en alzines, i l'única que s'ha pogut recollir en aquest escrit és la que ha arribat del boca a boca de la població de la zona.

L'alzina és una espècie de mitja llum, necessita espais amb poca coberta vegetal per a regenerar de manera natural, de llavor. És de temperament robust, ampli, elàstic i d'enorme variabilitat. Els plançons de llavor necessiten protecció, almenys durant els dos - tres primers anys de vida.

Els torns són de cent - cinquanta a dos cents anys en bosc de llavor ("monte alto"). Per a llenya els torns són de vuit a dotze anys.

Per a poder aconseguir regeneració, un dels tractaments més generalitzats i fàcils per a la seva expansió, és la formació de bosquets o faixes, de forma que, la llum entra directament al bosc, i naixen noves alzines. Aquest seria el tractament aconsellat des del Parc, ja que suposen que la major rendibilitat en espècie s'aconsegueix amb una massa regular. El problema que s'hi presenta és que la majoria del Parc és privat, i tracten el bosc com una massa irregular, és a dir, tallen els arbres més alts i més gruixuts, és a dir, els dominants, i deixen els dominats.



3.2.6. Malalties

Es destaca una única malaltia: la *Tapharina Kruchii* (Vuill.) Schroet., coneguda com "escombra de bruixa". És un fong paràsit que penetra en les alzines sanes, al podar-les amb eines que han estat fet servir per a tallar branques d'alzines malaltes.

La branca on es forma una escombra, mor des d'on neix l'escombra fins les seves fulles finals. En cas d'atacs intensos, el fong pot arribar a matar tot l'arbre.

El tractament consisteix en tallar per la base totes les branques atacades i cremar totes les escombres.

5.2.7. Plagues

Hi ha varis insectes que poden atacar a les alzines. Els insectes més comuns són els defoliadors, que ataquen als brots de l'alzina des del seu naixement, danyant la floració i, per tant, la producció d'agllans.

En destaquen:

- ✚ *Tortrix viridiana* L. (cuca o palometa)
- ✚ *Lymantria dispar* L. (cuca peluda)
- ✚ *Malacosoma neustria* L. (cuca ratllada)
- ✚ *Catocala nymphagoga* Esp.
- ✚ *Ephesia nymphaea* Esp.



3.2.8. El *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

L'alzinar va ésser el bosc més estès del Montnegre i el Corredor fins la dècada del 1950, però a causa d'un aprofitament intens pel carboneig i la llenya, els alzinars van esdevenir esclarissats, baixos i amb nombrosos arbusts i lianes. Tots aquests aprofitaments forestals i les estassades periòdiques conduïren a un bosc monoespècífic, constituït bàsicament per alzines.

Des d'aquesta dècada l'aprofitament del bosc ha estat escàs, de manera que la regeneració natural ha evolucionat cap a formacions més denses, altes i contínues.

En el Parc, actualment, els alzinars poden agrupar-se en dos grans grups en funció de la topografia, els sòls, el clima i l'aprofitament per part de l'home: alzinar amb marfull (*Viburnum tinus* L.) o l'alzinar típic i l'alzinar muntanyenc, tot i que, també hi ha boscos de diferents espècies principals.

L'alzinar amb marfull és el predominant en els vessants inferiors de la serralada i dels indrets més secs i assolellats dels vessants superiors. És el típic bosc de les terres mediterrànies subhúmedes amb una estació estiuenca seca ben marcada, un sòl poc profund i una gran capacitat de retenció d'aigua.

Aquest pot trobar-se amb:

- ✦ Llentiscle (*Pistacia lentiscus* L.): és ric en arbusts alts i lianes, que cal estassar periòdicament, ja que sinó, evoluciona cap a boscos denses amb menys arbusts i lianes.
- ✦ Arboç (*Arbutus unedo* L.) o alzinar esclarissat, en llocs amb un aprofitament forestal intens.
- ✦ Falzia negra (*Asplenium adiantum* L.), en llocs ombrívols, amb moltes espècies típiques dels alzinars muntanyencs. Hi abunden arbusts i lianes



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

propis d'ambients més humits i frescals, com l'aranyoner (*Prunus spinosa* L.).

- ✦ Heura (*Hedera helix* L.), en boscos amb un alzinar tan dens que no deixa entrar llum al sotabosc i poques plantes poden sobreviure-hi.
- ✦ Roures, en llocs més frescals, que són difícils de distingir amb la falzia negra.

L'alzinar muntanyenc forma part dels vessants més enlairats, on les temperatures són més baixes i la humitat és alta, però no suficient per l'establiment d'una roureda. Format per herbes perennes i arbustos caducifolis propis de les rouredes, i amb un nombre baix d'espècies al sotabosc.



3.3. QUALITAT D'ESTACIÓ EN MASSES FORESTALS

3.3.1. Definició i utilitats

El creixement i la producció dels rodals forestals d'una determinada espècie o combinació d'espècies estan influenciats per quatre factors (Clutter et *al.*, 1983):

- ✚ L'edat del rodal o la distribució d'edats (en irregulars).
- ✚ La capacitat de producció innata de l'àrea que suporta la massa, anomenada qualitat d'estació.
- ✚ L'ús d'aquesta capacitat productiva en el passat i en el moment actual, anomenat densitat de la massa.
- ✚ Tractaments culturals aplicats (aclarides, clares, fertilització...).

La **qualitat d'estació** es refereix a la capacitat d'un espai determinat per al creixement dels arbres i/o qualsevol altra vegetació, anomenant-se també "poder productiu" (Olazábal, 1883), o "virtualitat productiva" (Mackay, 1944).

Tot i que, segons les intervencions humanes (fertilitzacions, drenatges,...), la capacitat productiva inherent d'un terreny es pot veure modificada.

Segons Serrada (AISA, 2000), l'avaluació de la qualitat d'estació, des del punt de vista de gestió forestal, és important a efectes de :

- ✚ Comparar diferents estacions entre si.
- ✚ Comprovar possibles limitacions en el creixement o producció de la massa.
- ✚ Imposar limitacions als tractaments.
- ✚ Preveure i comparar les produccions futures de la massa forestal en diferents zones.
- ✚ Poder avaluar l'evolució en el temps de la qualitat d'estació en un mateix lloc.



3.3.2. Mètodes d'avaluació de la qualitat d'estació

La qualitat d'una determinada estació i per a una espècie concreta es pot avaluar directament, a través de mesures repetides al llarg del temps, o bé a través d'indicadors productius indirectes (Ortega i Montero, 1988).

Les mesures directes són costoses i llargues, doncs es tractaria de comptabilitzar el volum existent i l'extret en les intervencions silvícoles i la mortalitat natural que es produeixi. Per tant, és un mètode que no s'utilitza.

Per això, la qualitat d'estació s'estudia indirectament a través d'atributs o factors estacionals intrínsecs o extrínsecs al rodal forestal:

- ✚ Factors intrínsecs o mètodes dendromètrics: evolució amb l'edat d'alguna variable de la massa o dasomètrica.
 - Estimació basada en la història de la producció: volum total al final del torn.
 - Estimació basada en dades de creixement mitjà màxim del rodal.
 - Estimació basada en dades d'altura dominant o mitja del rodal.
 - Estimació basada en dades d'intercepció

- ✚ Factors extrínsecs:
 - Estimació per factors de la biocenosis (espècies o associacions indicadores).
 - Estimació per factors del biòtop (climàtics, edàfics, topogràfics).

El problema principal és trobar els factors que realment siguin bons indicadors.

Per a l'estimació amb factors intrínsecs és necessari que hagin existit o existeixin en l'actualitat l'espècie o les espècies d'interès en la zona concreta on es vol conèixer la qualitat d'estació. En el cas de que això no es pugui complir, es recorre als factors



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

extrínsecs (sòl, vegetació,...) que generalment proporcionen pitjors resultats. En aquest cas, els factors extrínsecs es van poder obtenir a partir dels factors intrínsecs de la massa.

Dins dels factors intrínsecs, la variable que reflexa més directament la capacitat productiva de l'estació és el volum per unitat de superfície que té com a inconvenients la influència de la densitat del rodal, la dificultat de la seva medició en peu amb precisió i la necessitat de conèixer el volum obtingut en aclarides i el perdut per mortalitat natural.

Per aquest motiu, normalment, la qualitat d'estació s'avalua en funció del ritme de creixement en alçada (alçada dominant) dels arbres que creixen en condicions de poca competència. Es fa d'aquesta forma ja que el creixement en alçada té una baixa dependència de la densitat de la massa i dels tractaments silvícoles habituals, així com per estar estretament relacionat amb la producció total en volum. Per això, l'alçada dominant, ha estat escollida com a indicador de la corba de qualitat d'estació de l'alzina.

3.3.3. Corbes alçada dominant (H_0) – edat (t)

L'alçada dominant, a Espanya, es defineix com la mitja de les alçades dels cent arbres de major diàmetre normal (1,30 m) per hectàrea (Assman, 1970).

Tot i aquesta definició, estadísticament, el nombre d'arbres suficients per a saber-ne l'alçada dominant són entre 30 i 50, com han assegurat Sánchez González, M. i Jürguens, J. Per aquest motiu, s'han elegit 50 parcel·les amb 50 arbres dominants de diferents zones del Parc.

Les tècniques més habituals per a estimar la qualitat d'estació d'un rodal es basen en l'anàlisi de l'evolució amb l'edat de l'alçada dels arbres dominants, anomenada alçada dominant.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

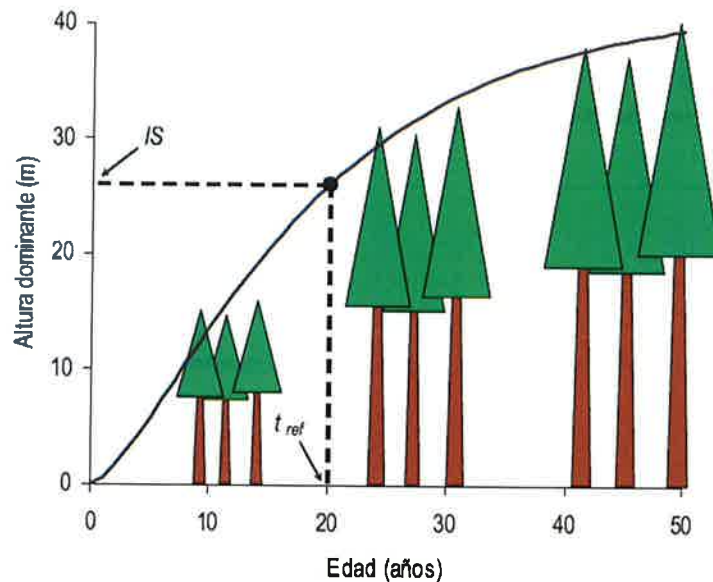


Figura 11. Representació esquemàtica de l'evolució amb l'edat de l'alçada mitja dels arbres dominants d'un rodal regular. (Font: Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela)

Per a referenciar la qualitat d'estació utilitzant la relació alçada dominant-edat en rodals regulars, s'utilitza l'**índex de lloc**, normalment, que es defineix com el valor de la seva alçada dominant a una determinada **edat base o de referència**. Aquest paràmetre no representa la vertadera productivitat de l'estació, però és el més àmpliament acceptat i el més senzill per a estimar-la.

Un conjunt de **corbes d'índex de lloc** o **corbes de qualitat d'estació** (*Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela*) són corbes que mostren el patró de creixement en alçada dominant dels rodals d'una espècie i zona geogràfica determinats, en que cadascuna porta un número aràbig que les identifica, el mateix que el valor de l'índex de lloc.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

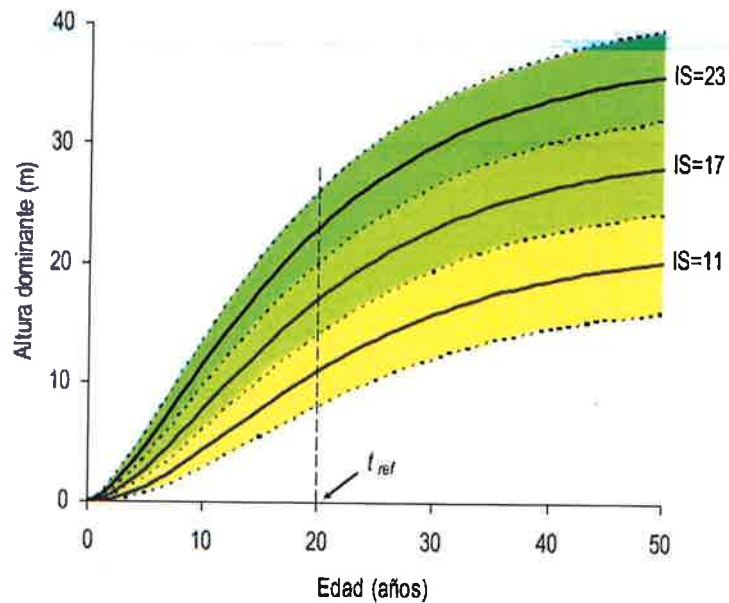


Figura 12. Exemple d'unes corbes de qualitat d'estació per a índex de lloc (IS) d'11, 17 i 23 metres a l'edat de referència t_{ref} de 20 anys. En diferents colors es mostren les classes de qualitat definides per les seves respectives corbes mitjanes (en línia contínua) i delimitades per les corbes intermèdies (en línia discontinua). (Font: Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela)

Recentment, totes les corbes d'índex de lloc publicades s'han desenvolupat utilitzant procediments d'ajust estadístics:

- El **mètode de la corba guia** (Clutter *et al.*, 1983)
- El **mètode d'estimació de paràmetres** (Clutter *et al.*, 1983)
- El **mètode d'equacions en diferències algebraiques** (Bailey y Clutter, 1974) o la seva **generalització** (Cieszewski i Bailey, 2000). A partir de les dades obtingudes de l'anàlisi de troncs, aquest mètode és el més fiable i utilitzat en la majoria de casos.

Independentment de l'espècie que s'estudiï, el patró de creixement que segueixen les funcions de creixement és el d'una corba sigmoide (en forma de S). Les funcions a aplicar per trobar una funció que sigui d'utilitat han de presentar:



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

- ✦ Asímtota horitzontal: sigui quin sigui el creixement inicial en les diferents espècies, el creixement en alçada tendeix a disminuir en arribar a la maduresa, tendint a zero al anar-se morint.
- ✦ Punt d'inflexió: representa aquesta tendència a la disminució del creixement en alçada en arribar a la maduresa.
- ✦ Comportament lògic: els models han de presentar un comportament sempre creixent i han de passar per l'origen de coordenades.

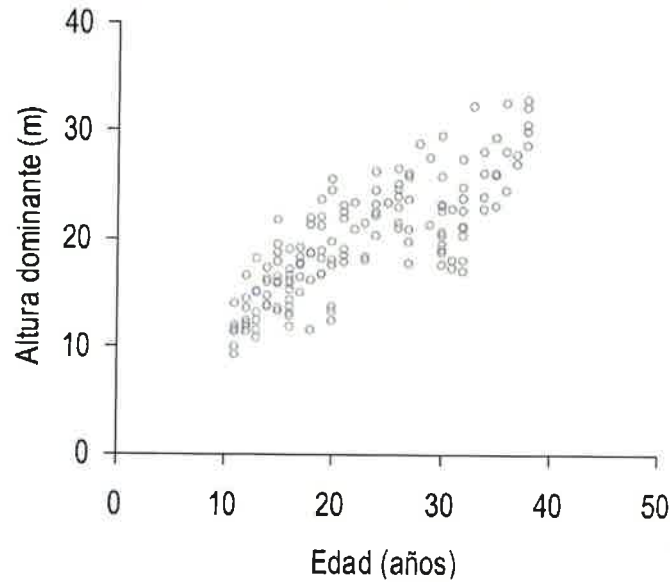
3.3.4. Mètodes per a l'obtenció de les dades

Les dades per a la construcció de les corbes de qualitat es poden obtenir de tres formes:

- ✦ Mesures d'edat i alçada dominant en parcel·les temporals: Consisteix en prendre dades de parcel·les representant totes les qualitats d'estació en totes les classes d'edat, sense tenir en compte el creixement. Per tant, aquestes mesures, només es poden utilitzar per al mètode de la corba guia (Clutter et al., 1983). Aquest obliga a entrar al bosc, solament una vegada, a inventariar, però no garanteix una representació significativa de les dades, ja que en la majoria dels casos no hi són les edats en les millors estacions, perquè són les que primer es tallen.

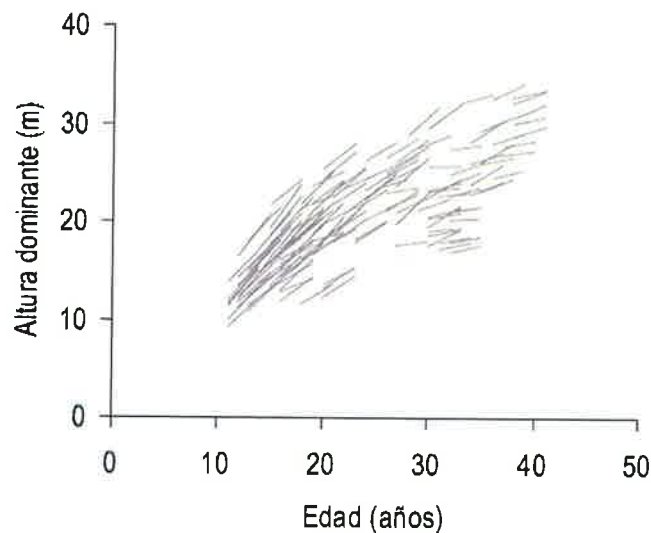


Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Gràfica 2. Dades d'edat-alçada dominant d'un primer inventari en parcel·les temporals. (Font: Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela)

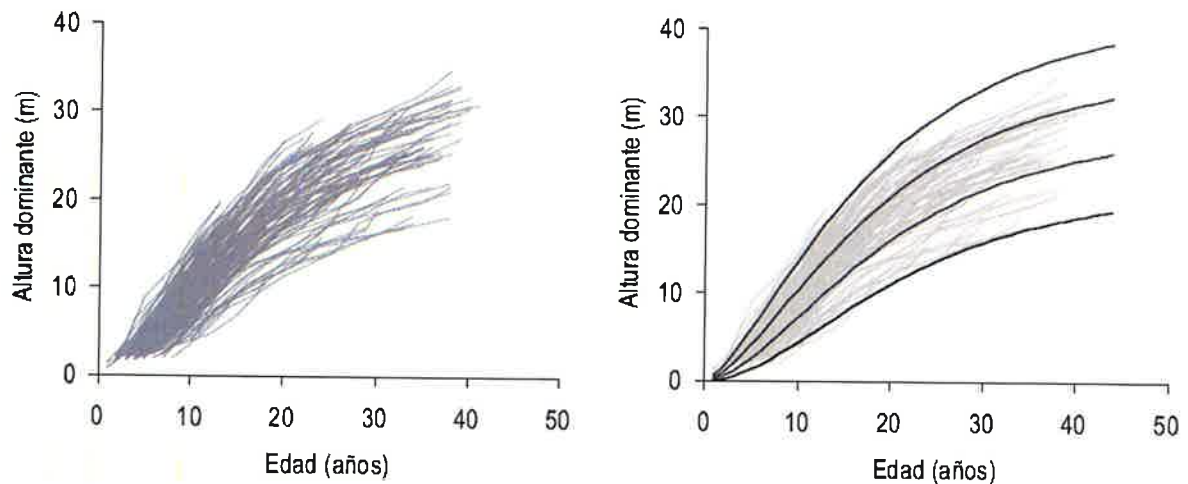
- ✚ Mesures d'edat i alçada dominant en diferents inventaris en parcel·les permanents: Consisteix en prendre dades de parcel·les permanents, representant totes les qualitats d'estació en totes les classes d'edat, tenint en compte el creixement, ja que s'entra a inventariar al bosc les mateixes parcel·les en dos moments de temps diferents (Rodríguez, 2005). Però, per aquest motiu i perquè no hi havia dades anteriors, no es va utilitzar.



Gràfica 3. Dades d'edat-alçada dominant del primer i segon inventari realitzats sobre les mateixes parcel·les, anomenades parcel·les permanents. (Font: Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela).



- ✦ La reconstrucció de patrons de creixement en alçada amb l'edat d'arbres dominants mitjançant anàlisi de troncs: és un mètode intermediari entre els anteriors, ja que s'utilitzen parcel·les temporals però s'obtenen sèries de creixement en alçada al llarg dels anys. Té l'inconvenient d'haver d'abatre els arbres, però s'obtenen bones dades al moment. Aquest mètode pressuposa que els arbres dominants que comptabilitzem en el moment de prendre les dades, ho han estat sempre. Aquest últim mètode és l'indicat per al projecte.



Gràfica 4. Dades obtingudes de l'anàlisi de tronc de 161 arbres dominants seleccionats de les parcel·les (esquerra). Corbes de qualitat d'estació (en negra) per a quatre índex de lloc ajustades a partir de la informació obtinguda de l'anàlisi de tronc dels 161 arbres dominants (en gris) (dreta). (Font: Unidad de gestión forestal sostenible, Universidad de Santiago de Compostela).

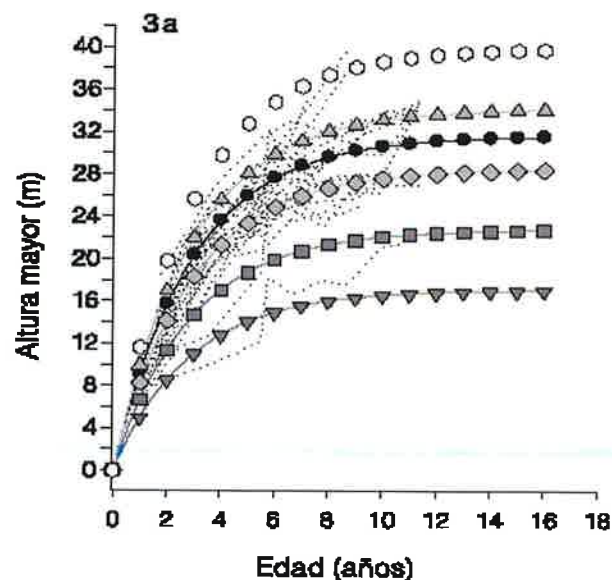
Les dades extreïdes de parcel·les temporals són independents, donant errors també independents, mentre que en els altres dos casos les dades tenen dependència temporal, la qual cosa comporta que els errors no són independents ni normalment distribuïts (Rodríguez, 2005). Són variis els autors i també són variis les mesures que s'han proposat per pal·liar l'autocorrelació dels residus.



3.3.5. Tipus de corbes de qualitat

Les corbes de qualitat relacionen el creixement en alçada amb el temps. Però aquesta relació es pot establir de dues maneres diferents donant lloc a dos tipus de corbes: anamòrfiques i polimòrfiques.

Les **corbes anamòrfiques** són les primeres que es van començar a utilitzar per la facilitat de construir-les i perquè es poden utilitzar dades procedents de parcel·les temporals. Per a qualsevol parell de corbes de la mateixa família, l'alçada d'una d'elles a qualsevol edat és proporcional a l'alçada de l'altra per a la mateixa edat, i només difereixen en un valor de l'asímtota del model utilitzat en funció als diferents índex d'estació. Això provoca que les corbes tinguin un mateix patró de creixement, però finalitzant el creixement a diferents alçades.

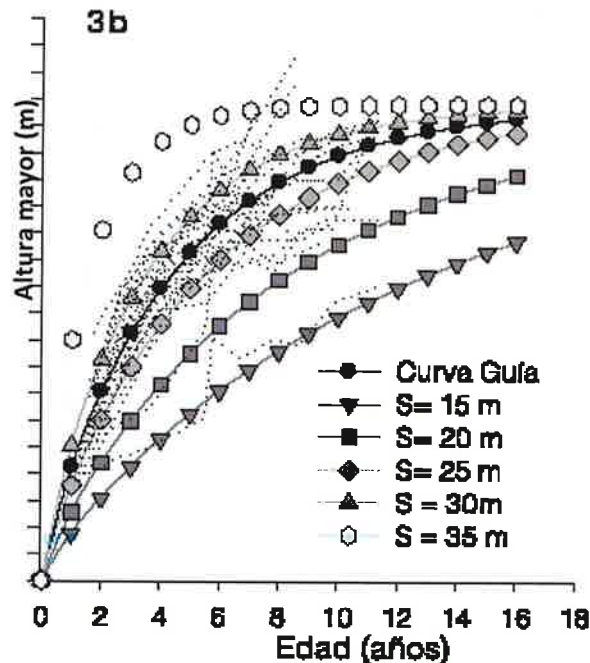


Gràfica 5. Sèrie de corbes de creixement anamòrfiques generades pels models mixtes de Chapman-Richards. (Font: Carrero, O. et al. 2008)

Les **corbes polimòrfiques** no compleixen la proporcionalitat de les anamòrfiques. Es fan necessàries sèries de creixement i, per tant, les dades han de provenir o bé de parcel·les permanents o bé de l'anàlisi de troncs. Són les més costoses de desenvolupar, però, s'ha demostrat que la forma de la corba està correlacionada amb



la qualitat de l'estació, de forma que, els estimadors no són esbiaixats per totes les edats i qualitats d'estació, i es redueixen els errors en les estimacions.



Gràfica 6. Sèrie de corbes de creixement polimòrfiques generades pels models mixtes de Chapman-Richards. (Font: Carrero, O. et al. 2008)

Les polimòrfiques es divideixen en:

- ✚ Proporcionals: tenen una asíptota comú per a totes les corbes i la seva proporcionalitat va lligada a un canvi d'escala a l'eix de les edats. Es construeixen modificant el paràmetre del model que fa referència a la taxa de creixement, fent avançar o retrocedir en el temps el punt on es dona la inflexió de la sigmoide. La variació d'aquest valor també es troba en relació amb l'índex d'estació. Per a tenir aquest tipus de corbes es necessiten valors de l'asíptota elevats perquè es puguin representar totes les classes de qualitat.
- ✚ Estrictes: estan formades per asíptotes diferents per a cada corba, mostrant diferents patrons de creixement per a les diferents estacions.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Això passa perquè s'utilitzen models particulars per cada índex d'estació. No hi ha cap tipus de proporcionalitat entre elles, fent més complex el seu maneig, però donant resultats més exactes perquè es particularitzen els patrons de creixement per cada estació.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

4. MATERIALS I MÈTODES



4. MATERIALS I MÈTODES

El present estudi s'ha dut a terme de forma paral·lela a un altre projecte que s'ha realitzat a la mateixa zona i per a la mateixa espècie, l'alzina. El treball de camp s'ha efectuat conjuntament i les dades obtingudes han servit per als dos projectes finals de carrera.

Aquest fet ha estat determinant a l'hora d'escollir el tipus d'inventari a realitzar i el protocol a seguir, així com en la presa d'algunes variables que en aquest estudi en particular no són necessàries per a l'obtenció dels resultats buscats: les corbes de qualitat.

Pel mateix raonament exposat, s'han obtingut les dades de l'anàlisi de troncs d'arbres individuals, permetent la utilització de parcel·les temporals.

4.1. INVENTARI

4.1.1. Criteris per a la selecció de parcel·les

Primerament, ja es van escollir parcel·les temporals a causa del poc temps disponible per a fer les mesures, i fer-ne l'anàlisi de troncs.

Segons Bravo i Lizarralde (2004), les parcel·les adequades per a la determinació de les corbes de qualitat han de precisar de masses pures de l'espècie a estudiar i, a més, han de complir una sèrie de característiques.

Aquestes característiques es van establir en base a la informació dels guardes del Parc i del tècnic encarregat: han de cobrir totes les combinacions possibles de classes d'edat, qualitat i densitats existents, de forma que s'aconsegueixen un conjunt de petites masses o rodals que poden reproduir l'evolució amb el temps de masses regulars de cadascuna de les qualitats. Es tracta, per tant, de localitzar i



inventariar zones arbrades homogènies en edat i alçada, amb peus repartits regularment en una superfície d'una grandària adequada, i de diverses qualitats i densitats dins de cada classe d'edat. Això obligà a buscar intencionadament les condicions extremes d'aquestes variables, que solen ser poc freqüents.

Tot i que el mostreig s'havia de fer per a diferents densitats (classes de densitats), a causa de la seva dificultat, no es van poder obtenir uns límits definits exactes. A més a més, era impossible trobar la mateixa edat i qualitat en masses amb diferents densitats. Per això, es va optar per estudiar rodals únics de densitat mitja o alta, però mai en zones molt clares. Així s'aconseguí una aproximació a l'evolució natural de les masses, i es comptabilitzà una gran quantitat de material en peu, que permetia corregir les deficiències informatives sobre la història concreta del rodal.

El rang d'edats a inventariar, va dependre de la longitud del cicle productiu del *Quercus* i de la major o menor dificultat per a trobar masses o rodals "regulars" de certes edats.

Segons Madrigal (1991), s'estimen entre 50 i 100 parcel·les, tot i que com més gran sigui l'àmbit geogràfic, major haurà de ser el número de parcel·les per a assegurar-nos la seva representativitat. S'ha comprovat que aquest rang és un nombre suficient de parcel·les en varis estudis de taules de producció europees, com Vannière (1984) o Hamilton & Christie (1971). A Espanya també s'han utilitzat molt les parcel·les temporals.

4.1.2. Preselecció de les parcel·les

Abans d'anar al camp, es va fer un estudi de la zona mitjançant la cartografia i les fitxes on es descriuen les unitats d'actuació del Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal. En base a aquesta informació i la dels Serveis Forestals del Parc, es van definir les zones més interessants per establir-hi parcel·les.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Els criteris de selecció van ésser:

- ✚ La massa presenti el *Quercus ilex* subsp. *ilex* L. com a espècie principal.
- ✚ El rodal disposi d'una superfície suficient (10 metres de radi) per a ubicar-hi una parcel·la.
- ✚ Els límits de la parcel·la han d'estar a un mínim de 10 metres de qualsevol element del terreny que pugui causar efecte límit (camins, línies elèctriques, clarianes, etc.).
- ✚ Inexistència d'actuacions silvícoles o danys importants per incendis o altres perturbacions en els últims 10 anys.
- ✚ Evitar aquells rodals on s'ha practicat selecció negativa.

En base a aquests criteris, es van buscar àrees de diferent qualitat a primera vista, segons:

- ✚ Pendent
- ✚ Altitud
- ✚ Orientació
- ✚ Tipus de roca

4.1.3. Fase inicial de prospecció al camp

Durant aquesta fase es realitzaren varies visites orientades gràcies a la informació recollida anteriorment dels coneixements de la guarderia del Parc, dels Enginyers encarregats i les parcel·les ja previstes en cartografia.

Això ens va permetre localitzar un nombre suficient d'àrees d'assaig que reunissin les condicions imposades per les característiques de la mostra.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Per a localitzar les possibles parcel·les a mostrejar es visitaren les zones que segurament tenien una massa amb característiques aparentment similars segons les característiques anteriors.

Aquestes visites es plantejaren amb un recorregut pre-establert que permetia cobrir tota la superfície.

Es van seleccionar 50 parcel·les, de les quals s'anotaven, les coordenades UTM (X, Y, Z) del centre mitjançant GPS ("Geographic Positionement System") amb un error aproximat de 3 metres, s'identificaven amb números correlatius segons s'avançava en la selecció i es feia una breu descripció de l'accés. Com a centre de la parcel·la s'escollia, generalment, un arbre o arbust i se li lligava una cinta plàstica amb el número corresponent.

4.1.4. Replanteig de les parcel·les: forma i dimensions

Les parcel·les es varen fer circulars, de radi 10 metres, que evitaren l'efecte "marge" a causa de la influència de peus adults, al contrari que les quadrades o rectangulars, segons Pardé i Bouchon (2002). També a causa del dens sotabosc, de les condicions físiques del terreny (abrupte i d'elevada pendent) i del temps material del que es disposava, s'optà per aquestes. D'aquesta forma són de més fàcil identificació.

En principi, el centre ja s'havia fixat en la selecció anterior, però en alguns casos es va haver de modificar per assegurar els 10 metres de distància de qualsevol pertorbació de la massa que pogués alterar-ne el creixement.



4.1.5. Presa de dades al camp

De cada parcel·la es van prendre aquestes dades:

- ✚ Identificació i localització de la parcel·la: coordenades UTM amb un GPS portàtil i una senyal a l'arbre més pròxim a la pista amb cinta plàstica i una altra al centre d'aquesta.
- ✚ Descripció general de la zona i caracterització de la massa: posició topogràfica, altitud, pendent, exposició, vegetació existent, densitat, superfície i forma de la parcel·la.
- ✚ Inventari diamètric: es fixà un perímetre mínim inventariable de 14 cm, i es marcaren tots els arbres amb guix a mesura que s'anaven inventariant, ja que no s'havia de tornar a mesurar. A continuació es mesuraren tots els diàmetres a l'alçada normal (1,30 m.).
A més a més d'inventariar els peus de l'espècie, també s'anotaven els arbres secs i els que eren diferents a l'espècie principal (secundaris).
- ✚ Mostra d'arbres dominants: la definició més acceptada d'alçada dominant és l'alçada total mitja dels cent peus més gruixuts per hectàrea. En aquest cas:

$$\frac{\text{Superfície parcel·la} \cdot \text{la } 316 \text{ m}^2}{100 \text{ arbres més gruixuts}} \approx 3 \text{ arbres per parcel·la}$$

Aquests 3 arbres s'agafarien si en cada parcel·la de 316 m² hi haguessin 100 arbres, però com que en la realitat la mitja d'arbres per parcel·la és 30 (aprox.):

$$\frac{30 \text{ arbres en una parcel·la} \times 3 \text{ arbres mostra anteriors}}{100 \text{ arbres més gruixuts}} \approx 1 \text{ arbre per parcel·la}$$



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

- ✚ **Mostra d'arbres tipus:** els 50 arbres (MAPES V a, b, c) es van tallar i se'ls marcà amb esprai, assignant-los-hi un número, en aquest cas el de la parcel·la.

Una vegada abatuts, se'ls mesurà l'alçada total, i es desbrancaren. A continuació es començà a trossejar: primer a 1,30 m i després cada metre (2,30 m., 3,30 m, etc.) fins arribar a la punta. D'aquestes trosses es van fer rodanxes, de forma que es poguessin transportar al laboratori per a contar-ne els anells. Per no perdre la referència, a cada una de les rodanxes se'ls hi assigna una número romà i es posaren en sacs amb el número de la parcel·la.

Les següents imatges són un exemple de les parcel·les que es van inventariar:



Fotografia 7. Parcel·la 22



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 8. Parcel·la 42



Fotografia 9. Parcel·la 45



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 10. Parcel·la 91



Fotografia 11. Parcel·la 94



4.2. ELABORACIÓ DE LES DADES

L'estudi de les corbes de qualitat es fonamenta en la relació alçada dominant – edat. Per tant, el que ens interessa són les dades extretes dels arbres dominants de la massa per a obtenir les corbes de qualitat del Parc Natural del Montnegre i el Corredor. En total 50 arbres dominants de diferents llocs del Parc.

Els arbres d'alçada dominant es van escollir seguint el criteri explicat en l'apartat 4.1. d'inventari.

Les dades anotades a les fitxes de camp s'introdueixen en una fulla de càlcul de tal manera que quedin reflectits els codis de parcel·les, el codi de la trossa i l'alçada. És el moment de completar la informació amb la variable explicativa dels models de creixement: l'edat.

Amb les trosses dels troncs al laboratori es compten els anells i se n'obté l'edat en relació a l'altura.

En les següents fotografies es poden observar algunes de les trosses portades al laboratori per a comptar-ne els anells:



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



Fotografia 12. Laboratori: lupa i microscopi.



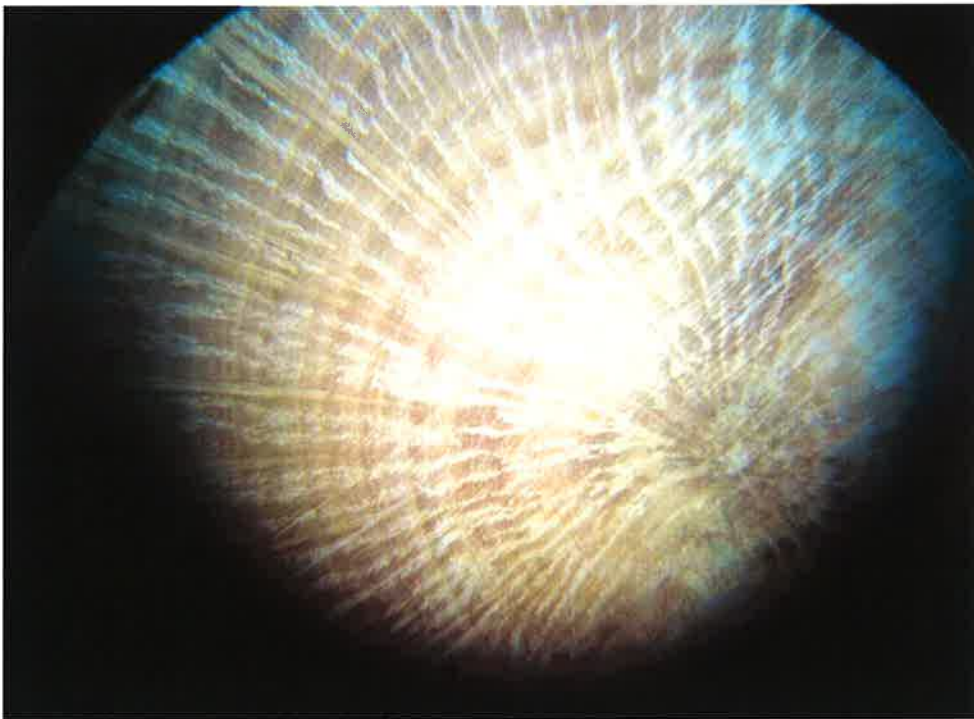
Fotografia 13. Trosses d'un dels arbres abatuts ja polides i preparades per a comptar-ne els anells.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



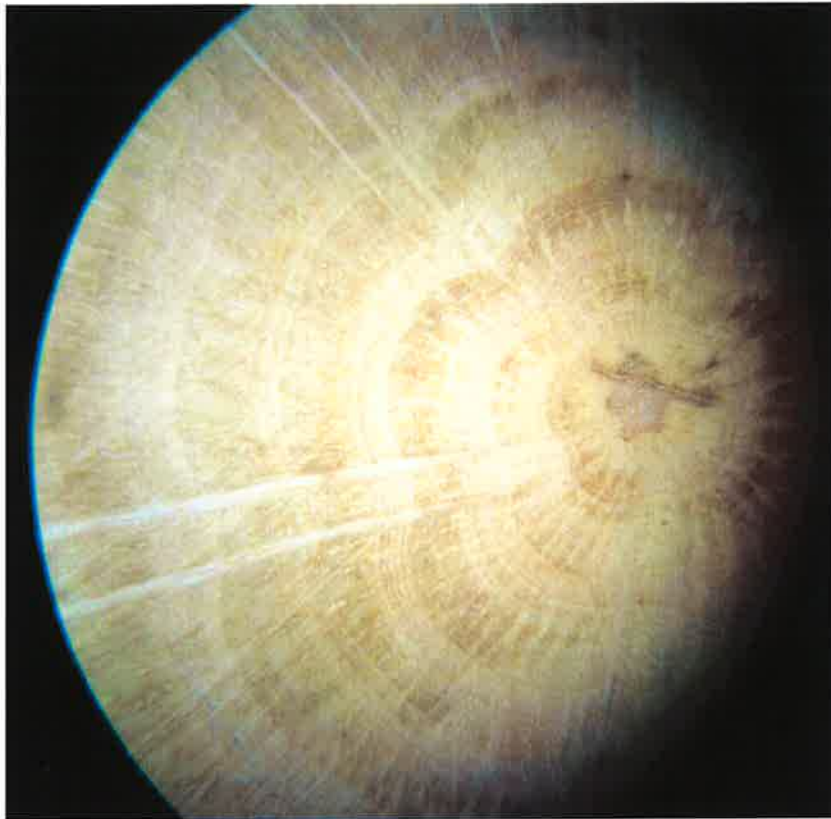
Fotografia 14. Trossa polida.



Fotografia 15. Trossa observada al microscopi.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor



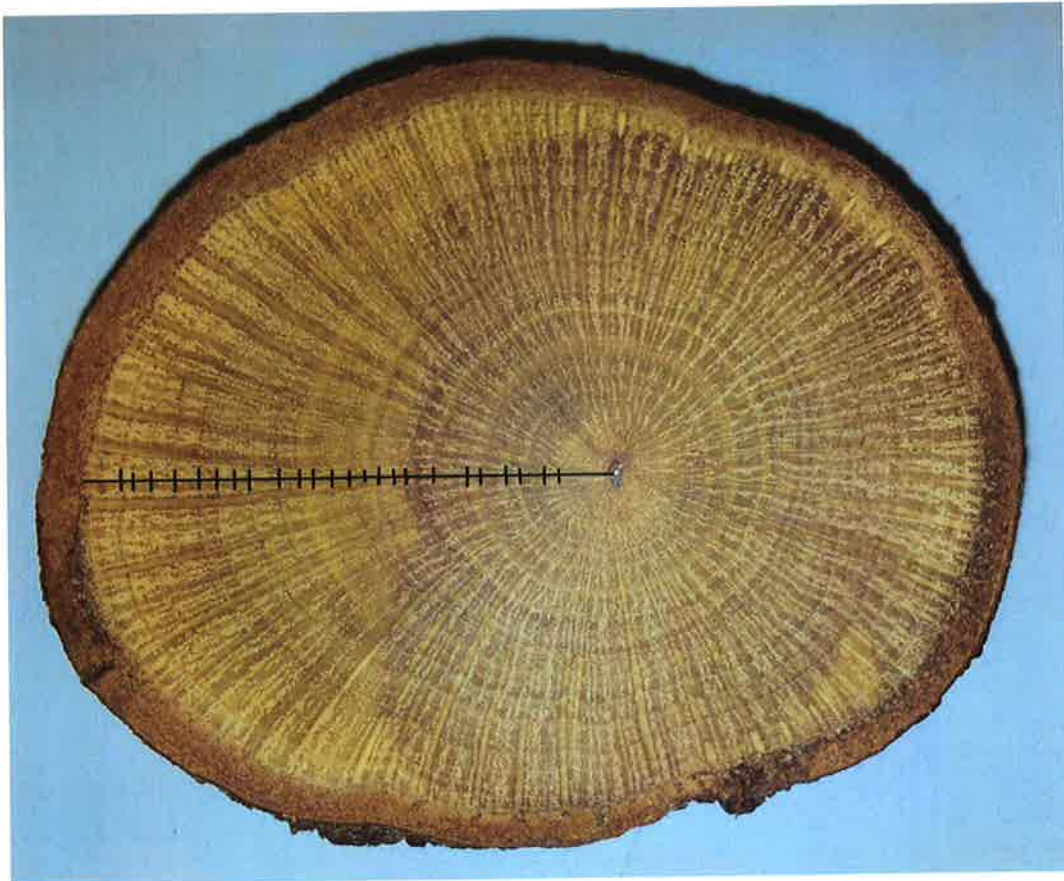
Fotografia 16. Trossa observada al microscopi.

Es considera la base de la primera trossa com a edat 0 anys i es calcula per cada trossa l'edat que té. La fórmula a aplicar serà:

$$E_i = a - a_i$$

on E_i és l'edat a l'alçada i , a és el número d'anells a la base de la primera trossa i a_i és el número d'anells a l'alçada i .

En el moment de comptar els anells, hi juguen factors com la llum o les marques de les dents de la serra, factor menys important ja que es van polir per a ressaltar els vasos del tronc.



Fotografia 17. Trossa amb els anells marcats.

Per a tenir un punt de referència a l'hora de comptabilitzar els anells correctament s'ha tingut en compte el fet de que el número d'anells ha de seguir una seqüència lògica al llarg del tronc, és a dir, el número d'anells ha de disminuir a mesura que l'alçada de l'arbre augmenta.

Hi ha, però, un factor a considerar. La reconstrucció dels patrons de creixement en alçada d'arbres individuals en base a l'anàlisi del tronc com a mètode de presa de dades suposa que el creixement anual en alçada s'acaba al punt on es talla la trossa. Aquesta suposició és errònia ja que la fi del creixement primari pot ocórrer en qualsevol punt entre dos talls sense poder saber exactament a quina alçada passa. Aquest error es pot salvar si es talla just al punt on s'insereixen els verticils, però això no sempre és possible. Per ser aquests errors poc significatius, no es tenen en compte.



Les dades obtingudes es poden observar a l'ANNEX I.

Les trajectòries observades de l'evolució de l'alçada amb l'edat dels arbres dominants sotmesos a anàlisi de tronc que s'utilitzaran per a desenvolupar les corbes de qualitat d'estació es recullen a l'ANNEX II.

L'alternativa utilitzada per a desenvolupar corbes de qualitat d'estació són les equacions dinàmiques de la forma $H_2 = f(t_2, t_1, H_1)$ on H_2 és el valor de la funció (en aquest cas alçada dominant) a l'edat t_2 i H_1 és el valor de la mateixa funció a l'edat t_1 .

Amb les dades anteriors es construeix una nova base feta per a l'anàlisi estadístic: arbre, H_2 , H_1 , t_2 , t_1 , de forma que es tindran en compte tots els parells de dades possibles, tal i com es mostra en la taula 1:

Taula 1. Dades per al programa estadístic SAS/ETS™ (SAS Institute, 2004b).

ARBRE	H2	H1	t2	t1
Número assignat	Alçada a	Alçada b	Edat a	Edat b
42	1,3	2,3	9	13
42	1,3	3,3	9	15
42	1,3	4,3	9	18
42	1,3	5,3	9	23
42	1,3	6,3	9	30
42	1,3	7,3	9	33
42	1,3	8,3	9	34
42	1,3	9,3	9	42
42	1,3	10,3	9	45
42	1,3	13,3	9	57
42	2,3	3,3	13	15
42	2,3	4,3	13	18
42	2,3	5,3	13	23
42	2,3	6,3	13	30
42	2,3	7,3	13	33
42	2,3	8,3	13	34
42	2,3	9,3	13	42
42	2,3	10,3	13	45



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

42	2,3	13,3	13	57
42	2,3	1,3	13	9
42	3,3	4,3	15	18
42	3,3	5,3	15	23
42	3,3	6,3	15	30
42	3,3	7,3	15	33
42	3,3	8,3	15	34
42	3,3	9,3	15	42
42	3,3	10,3	15	45
42	3,3	13,3	15	57
42	3,3	1,3	15	9
42	3,3	2,3	15	13

I així successivament amb tots els arbres d'alçada dominant.



4.3. ANÀLISI ESTADÍSTIC

4.3.1. Dades de partida

Les dades obtingudes de l'anàlisi del tronc, donen lloc a la base de dades abans mencionada: arbre, h_2 , h_1 , t_2 , t_1 , procedent de l'estudi de 50 peus dominants.

En la taula 2 es mostren els estadístics descriptius corresponents als 50 arbres d'alçada dominant utilitzats en la modelització de l'evolució de l'alçada dominant respecte de l'edat.

Taula 2. Estadístics descriptius de les alçades dominants agrupades per classe d'edat.

Classe d'edat	Nº observacions	Mitja	Mínim	Màxim	Desviació estàndard
5	621	2,06	1,3	16,6	2,39
15	1275	3,24	1,3	6,98	1,19
25	1310	5,72	2,3	8,98	1,46
35	1331	8,36	3,3	12,3	1,89
45	901	10,17	4,3	14,3	2,36
55	578	11,75	6,3	15,44	2,38
65	400	12,38	8,24	16,6	2,35
75	207	13,55	10,3	15,75	1,81
85	109	15,53	13	17,3	1,47

4.3.2. Ajust del model ADA ("alegraic difference approach")

En l'anàlisi estadístic s'ha utilitzat el mètode de diferències algebraiques (ADA), utilitzat en diversos estudis d'altres espècies arbòries, com en la tesis doctoral de Sánchez González, M., i s'han obtingut resultats òptims. S'ha pogut utilitzar aquesta metodologia perquè tenim dades procedents de l'anàlisi de troncs, representats en l'apartat 4.2.

Bailey i Clutter (1974) van formalitzar la propietat d'invariabilitat respecte a l'edat en els models d'índex de lloc i presentaren una tècnica per a derivar equacions



dinàmiques coneguda com a mètode de diferències algebraiques (ADA, "algebraic difference approach"), que involucra essencialment la substitució d'un paràmetre del model base i expressar-lo com una funció del lloc (en aquest cas, d'una combinació alçada dominant - edat).

La metodologia ADA es basa essencialment en la premissa de que és possible modelitzar el creixement d'una determinada variable amb una família de corbes originades per un model base (la forma integral d'una equació diferencial) amb tots els paràmetres comuns excepte un, que és un paràmetre específic de l'estació forestal. Així es podrien obtenir per a cada model base, tantes equacions en diferències algebraiques com paràmetres tingui dit model. Segons quin sigui el paràmetre substituït s'originaran corbes anamòrfiques o polimòrfiques (veure apartat 3.3.5).

S'ha de considerar que les dades obtingudes de l'anàlisi de tronc segurament tindrien problemes d'autocorrelació.

L'autocorrelació és la forma d'anomenar a les dades obtingudes d'un anàlisi que tenen una dependència entre elles, com és el cas de les dades d'anàlisi de troncs. Per a eliminar aquesta autocorrelació, s'ha utilitzat el programa PROC MODEL del paquet estadístic SAS/ETSTM (SAS Institute, 2004b).

Una limitació de la metodologia ADA és que la majoria dels models derivats són anamòrfics o tenen una asímptota comú, tot i que, en molts casos, pot ésser suficient per a modelitzar l'evolució amb l'edat de l'alçada dominant de moltes espècies; en altres ocasions, és necessari poder generar una família de corbes polimòrfiques amb múltiples asímptotes, la metodologia GADA. Per a aquest estudi s'optà per l'asímtota comú.

Per a aconseguir dues variables dependents de l'índex de lloc, Cieszewski i Bailey (2000) van introduir una generalització de la metodologia ADA, el mètode de



les equacions de diferències algebraiques generalitzat (GADA, "generalized algebraic difference approach"). El principal avantatge del GADA és que es poden obtenir equacions dinàmiques a partir d'un model de creixement base (com la tasa de creixement i l'asímtota), el que permet que més d'un paràmetre de cada model depengui de les condicions específiques de l'estació forestal, que les corbes obtingudes siguin més flexibles, i així obtenir corbes d'índex de lloc que siguin a la vegada polimòrfiques i amb múltiples asímtotes.

En aquest cas, per la complicació que comportava la metodologia GADA i la comprovació posterior de que ADA funcionava correctament, es considerarà només aquest últim mètode.

Les corbes d'índex de lloc generades amb ADA per a les alzines han de complir una sèrie de propietats, entre les que destaquen (Bailey i Clutter, 1974; Cieszewski i Bailey, 2000):

- ✚ Polimorfisme.
- ✚ Pauta de creixement sigmoïdal amb un punt d'inflexió.
- ✚ Capacitat d'arribar a una asímtota horitzontal en edats avançades.
- ✚ Tenir una resposta lògica: per exemple l'alçada dominant ha de ser zero a l'edat zero i la corba ha de ser sempre creixent.
- ✚ Ser invariables respecte al camí de simulació: aquesta condició implica que quan es parteix de l'alçada dominant H_1 a l'edat t_1 i s'estima amb les corbes el valor de l'alçada dominant H_3 a l'edat t_3 , s'ha d'obtenir el mateix valor que si s'estima primer l'alçada dominant H_2 a l'edat t_2 i després s'utilitza aquest valor per a estimar l'alçada dominant a l'edat t_3 .
- ✚ Ser invariables respecte a l'edat de referència: aquesta condició implica que la forma de les corbes no pot variar, sigui quina sigui l'edat de referència que s'utilitzi per a definir l'índex de lloc.



4.3.3. Determinació de l'edat de referència i de l'error de les prediccions

La utilització de l'índex de lloc com a indicador de la qualitat d'estació requereix la elecció d'una determinada edat de referència. Aquesta hauria de seguir unes consideracions:

- ✚ Hauria de ser igual o inferior a la rotació més jove generalment utilitzada en la gestió de l'espècie.
- ✚ Hauria de ser proper a l'edat de rotació.
- ✚ Hauria de ser un estimador fiable de l'alçada a altres edats.

Els resultats així obtinguts s'han de comparar amb els observats en la realització de l'anàlisi de tronc, mitjançant el càlcul de l'error relatiu (RE%), que es determina mitjançant l'equació [3] (Huang et al., 2003).

$$RE\%_j = 100 \times \frac{RMSE_j}{\bar{H}_{0j}}$$

on $RMSE_j$ és l'arrel quadrada de la mitja de quadrats dels errors del model, \bar{H}_{0j} és el valor mig de l'alçada dominant per a cada classe d'edat j .

Per a determinar l'edat de referència, s'observa quina classe d'edat té el menor error relatiu, sempre que existeixi un nombre suficient de dades a aquesta edat. Allí on l'error relatiu comença a estabilitzar-se, és a dir, té uns errors semblants, aquella serà l'edat de referència.

Amb aquesta edat de referència i l'índex de lloc estimat, es substitueix al model escollit i s'obtenen les corbes de qualitat.



4.3.4. Models analitzats

Per a l'estimació dels paràmetres dels models de qualitat d'estació s'ha utilitzat el paquet estadístic SAS/ETS™.

Les funcions o equacions de creixement descriuen les variacions que experimenten les dimensions globals d'un organisme o una població amb l'edat; més parcialment també poden estimar l'evolució en el temps d'una variable concreta de l'arbre o de la massa (en aquest cas, l'alçada dominant) (Barrio, 2003).

Entre les nombroses funcions de creixement disponibles (Monografías INIA: Forestal Nº 4) s'han elegit la funció de Bertalanffy-Richards (Bertalanffy, 1947; Richards, 1959; equació [1.1]), la de Hossfeld (1822; equació [1.2]) i la de Lundqvist-Korf (Lundqvist, 1957; Korf, 1939; equació [1.3]), que permeten obtenir equacions dinàmiques mitjançant ADA.

$$Y = a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot t)]^{a_3} \quad [1.1]$$

$$Y = \frac{a_1}{1 + a_2 \cdot t^{-a_3}} \quad [1.2]$$

$$Y = a_1 \cdot \exp(-a_2 \cdot t^{-a_3}) \quad [1.3]$$

on Y és l'alçada dominant a l'edat t , a_1 és el paràmetre de l'asíptota, a_2 és el paràmetre de la taxa de creixement i a_3 és el paràmetre que afecta a l'edat a la que s'arriba al punt d'inflexió del model.

Establint com a base aquestes equacions, s'han formulat diferents equacions dinàmiques aplicant la tècnica de les equacions en diferències per a desenvolupar la funció del projecte considerant un paràmetre específic del lloc (ADA).



Per a formular les diferents equacions dinàmiques amb la metodologia ADA s'utilitza un paràmetre que depèn de l'estació. Si el paràmetre elegit hagués sigut a_1 , és a dir, l'asíptota, haurien sortit corbes anamòrfiques, però com que el que busquem és corbes polimòrfiques s'ha optat per elegir el paràmetre a_2 , la taxa de creixement, amb una sola asíptota. Per a poder construir corbes polimòrfiques amb varies asíptotes, hauríem d'utilitzar la metodologia GADA, que seria el més idoni, però que, pels motius abans esmentats, no s'utilitzarà.

4.3.5. Descripció de la metodologia ADA

Primerament, se selecciona una equació base i s'identifica el paràmetre d'aquesta que serà dependent de la productivitat del lloc. En aquest cas, a_2 .

El paràmetre a_2 ha de ser substituït per a poder trobar la equació dinàmica. L'exemple es realitzarà amb l'equació de Richards, ja que el procediment seguit serà el mateix per a les altres dos funcions observades.

La funció inicial és:

$$H_0 = a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot t)]^{a_3}$$

A partir d'aquesta tenim que aïllar a_2 i, per això, tenim que igualar el sistema que té en compte tots els parells de dades (H_{01} i H_{02}).

$$\left. \begin{aligned} H_{01} &= a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot t_1)]^{a_3} \\ H_{02} &= a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot t_2)]^{a_3} \end{aligned} \right\}$$

Amb les dues funcions es fa exactament el mateix, de forma que aconseguim aïllar a_2 :

$$\left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} = 1 - \exp(-a_2 \cdot t_1)$$



$$\exp(-a_2 \cdot t_1) = 1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3}$$

$$-a_2 \cdot t_1 = \log \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]$$

$$\left. \begin{aligned} a_2 &= \frac{-\log \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]}{t_1} \\ a_2 &= \frac{-\log \left[1 - \left(\frac{H_{02}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]}{t_2} \end{aligned} \right\}$$

Quan ja tenim aïllat el paràmetre desitjat, s'igualen les dues funcions:

$$\frac{\log \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]}{t_1} = \frac{\log \left[1 - \left(\frac{H_{02}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]}{t_2}$$

Per acabar, hem d'aïllar H_{02} per a que aquest quedi en funció de H_{01} , t_1 , t_2 , a_1 ,

a_3 :

$$\frac{t_2}{t_1} \cdot \log \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right] = \log \left[1 - \left(\frac{H_{02}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]$$

$$\left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]^{t_2/t_1} = 1 - \left(\frac{H_{02}}{a_1}\right)^{1/a_3}$$

$$\left(\frac{H_{02}}{a_1}\right)^{1/a_3} = 1 - \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1}\right)^{1/a_3} \right]^{t_2/t_1}$$



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

Aquesta és la funció dinàmica de Bertalanffy-Richards [2.1]:

$$H_{02} = a_1 \left[1 - \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1} \right)^{1/a_3} \right]^{t_2/t_1} \right]^{a_3} \quad [2.1]$$

Les equacions dinàmiques de Hossfeld [2.2] i Lundqvist-Korf [2.3] són:

$$H_{02} = \frac{a_1}{1 - \left(\frac{a_1}{H_{01}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{a_3}} \quad [2.2]$$

$$H_{02} = a_1 \left[\frac{H_{01}}{a_1} \right] \left[\left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{a_3} \right] \quad [2.3]$$

Taula 3. Equacions dinàmiques provades en els models de creixement en alçada.

	Equació base	Equació dinàmica	
Bertalanffy-Richards	$Y = a_1 \cdot [1 - \exp(-a_2 \cdot t)]^{a_3}$	$H_{02} = a_1 \left[1 - \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{a_1} \right)^{1/a_3} \right]^{t_2/t_1} \right]^{a_3}$	[2.1]
Hossfeld	$Y = \frac{a_1}{1 + a_2 \cdot t^{-a_3}}$	$H_{02} = \frac{a_1}{1 - \left(\frac{a_1}{H_{01}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{a_3}}$	[2.2]
Lundqvist-Korf	$Y = a_1 \cdot \exp(-a_2 \cdot t^{-a_3})$	$H_{02} = a_1 \cdot \left[\frac{H_{01}}{a_1} \right]^{\left[\left(\frac{t_1}{t_2} \right)^{a_3} \right]}$	[2.3]



Conegudes les equacions dinàmiques s'introdueixen en el paquet estadístic SAS/ETS™ (SAS Institute, 2004b) per a estimar-ne els paràmetres i obtenir-ne els estadístics necessaris per a seleccionar el millor model dels tres proposats.

Els indicadors escollits per a elegir el millor model són:

- ✚ **EF o coeficient de eficiència:** és el quadrat del coeficient de correlació de Pearson entre l'alçada dominant observada i la predita pel model.
- ✚ **DW o Durbin Watson:** és l'estadístic que contrasta l'autocorrelació. Normalment, quan el resultat és molt pròxim a 2, vol dir que ja s'ha corregit.
- ✚ **RMSE "root mean square error":** és l'arrel quadrada de l'error quadràtic mig.
- ✚ **SCE o suma de quadrats de l'error.**
- ✚ **AKAIKE:** és una mesura relativa de la bondat d'ajust del model proposat. Com més petit sigui el número resultant, millor model serà.

$$AKAIKE = n \cdot \ln \left[\frac{SCE}{n} \right] + 2k$$

on n és el número de registres, k és el número de paràmetres del model i SCE és la suma dels errors quadràtics mitjos.

El programari dóna com a resultat quatre paràmetres:

- ✚ a_1 : asímptota
- ✚ a_3 : paràmetre
- ✚ $p1$: terme autoregressiu
- ✚ q : terme autoregressiu

Tot i que el programa dóna com a resultat aquests quatre paràmetres, realment, els únics a considerar són a_1 i a_3 .



5. RESULTATS



5. RESULTATS

5.1. AJUST DELS MODELS

Mitjançant el paquet estadístic SAS/ETSTM (SAS Institute, 2004b) es poden determinar els paràmetres i obtenir-ne els estadístics necessaris per a seleccionar el millor model. Aquests es recullen en la taula 4:

Taula 4. Paràmetres i estadístics estimats pel programari SAS/ETS™

Funció	DF Model	SSE	α_1	α_2	RMSE	DW	AKAIKE	R ²
Bertalanffy-Richards	4	10890,4	18,70	0,80	1,62	2,10	3244,9	0,9 [4.1]
Hossfeld	4	11518,2	22,40	1,27	1,71	2	3624,5	0,89 [4.2]
Lundqvist-Korf	4	11415,3	33,47	0,49	1,69	1,95	3562,81	0,89 [4.3]

Comparant els resultats de la taula 4, podem concloure que el millor model és el de Bertalanffy-Richards [4.1].

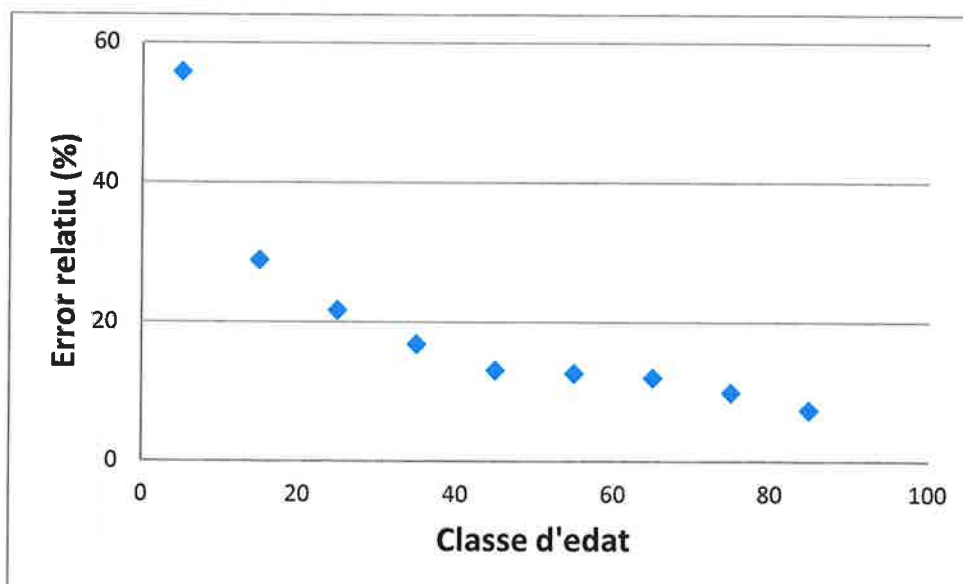


5.2. EDAT DE REFERÈNCIA I ÍNDEX DE LLOC

Per a conèixer l'índex de lloc, primerament hem de saber l'edat de referència. Com ja s'ha esmentat en l'apartat 4.3.3. la forma de calcular l'edat per al model de Bertalanffy-Richards és dibuixar la corba que relaciona l'error relatiu (%) i les classes d'edat.

Taula 5. Relació entre les classes d'edat i l'error relatiu (%)

Classe d'edat	ER%
5	55,71
15	28,71
25	21,52
35	16,69
45	12,97
55	12,53
65	11,89
75	9,79
85	7,27



Gràfica 7. Gràfica de l'error relatiu en la predicció de l'alçada en funció de les classes d'edat per al model Bertalanffy-Richards.



Com es pot observar en la gràfica 7, a l'edat aproximada de 45 anys, l'error relatiu comença a estabilitzar-se, per tant, l'edat de referència serà 45 anys.

Un cop coneguda l'edat de referència i els paràmetres de l'equació elegida obtenim:

$$H_{02} = 18,70 \times \left[1 - \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{18,70} \right)^{1/0,80} \right]^{t_2/t_1} \right]^{0,80}$$

D'aquesta funció, H_{01} és l'índex de lloc (IS), t_1 és l'edat de referència (t_{ref}) 45 anys i t_2 és t .

$$H_{02} = 18,70 \times \left[1 - \left[1 - \left(\frac{IS}{18,70} \right)^{1/0,80} \right]^{t/t_{ref}} \right]^{0,80}$$

$$H_{02} = 18,70 \times \left[1 - \left[1 - \left(\frac{IS}{18,70} \right)^{1,25} \right]^{t/45} \right]^{0,80}$$

Així obtenim una funció polimòrfica amb una asymptota comuna que donarà les següents corbes de qualitat d'estació (ANNEX III), amb quatre índex de lloc, 7, 9, 11 i 13.

Es pot concloure que les corbes obtingudes per aquest procediment són aptes per al cas, ja que, comparant amb altres estudis o articles, com la tesis doctoral de Sánchez González, M. o el document *Unidad de gestión forestal sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela*, les corbes resultants d'aquest projecte, també tenen la forma i la proporció de les comparades, ja que agrupa tots els arbres dominants.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

6. CONCLUSIONS



6. CONCLUSIONS

Com ja s'ha esmentat en l'apartat 5.2, les corbes de qualitat són quatre, amb índex de lloc 7, 9, 11 i 13.

Es pot concloure que la millor qualitat d'estació és la de índex de lloc 13, ja que, a menor edat, més alçada dels arbres estudiats.

Com a punt important per a futurs estudis de corbes de qualitat de *Quercus ilex*, val a dir que, el procediment emprat en l'inventari és un dels més detallats fins ara, però en la metodologia estadística seria interessant poder provar amb altres mètodes, com el ja esmentat GADA, que proporcionaria unes corbes més ajustades, però que, per problemes temporals i la seva complicació, no s'ha dut a terme en aquest projecte.

Cal destacar que la metodologia emprada, tant de camp com de laboratori, pot ésser adequada per a generar corbes de qualitat d'altres espècies, sobretot en les de la família dels *Quercus*.

La quantitat de mostres d'arbres d'alçada dominant es considera suficient ja que els resultats obtinguts són lògics i semblants a altres espècies pròximes a l'alzina, tot i que, seria millor agafar-ne una major mostra, però tenint en compte la superfície que ocupés la zona d'estudi.

Com s'ha pogut comprovar, la metodologia emprada, en general, al llarg de tot l'estudi, es pot considerar acceptable, ja que els resultats obtinguts tenen lògica respecte a altres estudis realitzats amb aquesta metodologia per a diferents espècies, ja anomenats en els resultats.

Aquestes corbes obtingudes són necessàries per a la continuació d'altres estudis, com la formació de taules de producció o diagrames de maneig de densitat, els quals, amb les diferents qualitats d'estació poden establir una silvicultura determinada per a



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

cada zona. D'aquesta forma, segons l'edat i l'alçada de les alzines, es pot saber quina qualitat d'estació són, i obtenir-ne a diferents temps, possibilitats diferents.



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

ANNEXOS



ANNEXOS

- I. Dades per a la reconstrucció de patrons de creixement en alçada amb l'edat dels arbres dominants mitjançant l'anàlisi de troncs.**

- II. Reconstrucció de patrons de creixement en alçada amb l'edat dels arbres dominants mitjançant l'anàlisi de troncs.**

- III. Corbes d'índex de lloc o corbes de qualitat d'estació.**



ANNEX I

Dades per a la reconstrucció de patrons de creixement en alçada amb l'edat dels arbres dominants mitjançant l'anàlisi de troncs.



DADES ALÇADA DOMINANT - EDAT

Arbre	Alçada (h)	Edat
42	1,3	9
42	2,3	13
42	3,3	15
42	4,3	18
42	5,3	23
42	6,3	30
42	7,3	33
42	8,3	34
42	9,3	42
42	10,3	45
42	13,3	57
33	1,3	4
33	2,3	16
33	3,3	17
33	4,3	18
33	5,3	20
33	6,3	24
33	7,3	29
33	8,3	30
33	9	50
35	1,3	7
35	2,3	10
35	3,3	13
35	4,3	15
35	5,3	25
35	6,3	28
35	7,3	29
35	11	48
22	1,3	9
22	2,3	13
22	3,3	15
22	4,3	20
22	5,3	22
22	6,3	24
22	7,3	25
22	8,3	28
22	9,3	31
22	10,3	35
22	11,3	39



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

22	12,83	45
28	1,3	8
28	2,3	14
28	3,3	16
28	4,3	19
28	5,3	22
28	6,3	25
28	7,3	28
28	8,3	31
28	9,3	34
28	10,3	38
28	11,3	41
28	12,3	43
28	13,3	44
28	13,5	60
32	1,3	13
32	2,3	15
32	3,3	21
32	4,3	23
32	5,3	24
32	6,3	25
32	7,3	27
32	8,3	28
32	9,3	37
32	10,3	41
32	11,3	56
32	12,83	61
67	1,3	1
67	2,3	5
67	3,3	9
67	4,3	11
67	5,3	14
67	6,3	22
67	7,3	26
67	8,3	31
67	9,3	39
67	10,3	45
67	11,24	60
94	1,3	4
94	2,3	9
94	3,3	15
94	4,3	18
94	5,3	21



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

94	6,3	23
94	7,3	28
94	8,3	31
94	9,3	32
94	10,3	35
94	11,3	38
94	12,3	41
94	13,3	45
94	14,3	48
94	15,3	55
94	16,6	68
92	1,3	8
92	2,3	12
92	3,3	13
92	4,3	15
92	5,3	17
92	6,3	18
92	7,3	22
92	8,3	26
92	9,3	33
92	10,3	36
92	11,3	38
92	12,3	39
92	13,3	43
92	14,3	51
92	15,3	58
92	16,6	68
13	1,3	2
13	2,3	3
13	3,3	10
13	4,3	18
13	5,3	21
13	6,3	24
13	7,3	29
13	8,3	30
13	9,3	33
13	10,3	35
13	11,3	44
13	12,3	52
13	13,3	63
13	14,77	73
86	1,3	10
86	2,3	12



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

86	3,3	19
86	4,3	24
86	5,3	27
86	6,3	31
86	7,3	40
86	8,3	44
86	9,3	56
86	10,7	76
89	1,3	3
89	2,3	8
89	3,3	10
89	4,3	18
89	5,3	24
89	6,3	29
89	7,3	30
89	8,3	36
89	9,3	40
89	10,3	51
89	11,5	68
93	1,3	8
93	2,3	13
93	3,3	15
93	4,3	17
93	5,3	19
93	6,3	21
93	7,3	24
93	8,3	27
93	9,3	30
93	10,3	33
93	11,3	35
93	12,3	39
93	12,96	50
21	1,3	14
21	2,3	16
21	3,3	18
21	4,3	22
21	5,3	28
21	6,3	33
21	7,3	37
21	8,3	45
21	9,3	48
21	10,3	50
21	11,3	53



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

21	12,3	55
21	13,3	60
21	15,3	78
88	1,3	8
88	2,3	13
88	3,3	15
88	4,3	19
88	5,3	22
88	6,3	25
88	7,3	28
88	8,3	30
88	9,3	35
88	10,3	45
88	11,3	48
88	12,3	52
88	13,3	55
88	14,3	67
88	15,45	80
2	1,3	10
2	2,3	21
2	3,3	35
2	4,3	37
2	5,3	43
2	6,3	46
2	7,3	48
2	8,24	63
3	1,3	15
3	2,3	17
3	3,3	23
3	4,3	33
3	5,3	40
3	6,3	42
3	7,9	58
12	1,3	3
12	2,3	9
12	3,3	26
12	4,3	32
12	5,3	34
12	6,3	38
12	7,3	46
12	8,3	53
12	9,3	62
12	10,86	73



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

91	1,3	7
91	2,3	15
91	3,3	19
91	4,3	24
91	5,3	25
91	6,3	30
91	7,3	35
91	8,3	40
91	9,3	56
91	10,3	60
91	11,4	77
11	1,3	6
11	2,3	10
11	3,3	12
11	4,3	13
11	5,3	18
11	6,3	21
11	7,3	27
11	8,3	37
11	9,3	42
11	11,19	51
68	1,3	3
68	2,3	5
68	3,3	11
68	4,3	19
68	5,3	30
68	6,3	35
68	7,3	36
68	8,3	46
68	9,3	52
68	11	65
4	1,3	7
4	2,3	11
4	3,3	15
4	4,3	16
4	5,3	19
4	6,3	21
4	7,3	27
4	8,3	29
4	9,3	33
4	10,3	37
4	11,3	39
4	12,7	55



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

9	1,3	2
9	2,3	6
9	3,3	9
9	4,3	12
9	5,3	17
9	6,3	20
9	7,3	23
9	8,3	27
9	9,3	31
9	10,3	33
9	11,3	34
9	12,3	44
9	13,3	49
9	14,3	61
9	15,7	70
85	1,3	12
85	2,3	16
85	3,3	18
85	4,3	21
85	5,3	23
85	6,3	27
85	7,3	30
85	8,3	33
85	9,3	36
85	10,3	38
85	11,3	42
85	12,3	44
85	13,3	47
85	14,3	52
85	15,3	55
85	16,3	60
85	17,3	83
40	1,3	12
40	2,3	15
40	3,3	21
40	4,3	25
40	5,3	28
40	6,3	32
40	7,3	38
40	9	55
98	1,3	15
98	2,3	22
98	3,3	27



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

98	4,3	32
98	5,3	38
98	6,3	44
98	7,3	49
98	8,3	55
98	10,2	69
60	1,3	6
60	2,3	13
60	3,3	18
60	4,3	22
60	5,3	24
60	6,3	27
60	7,3	31
60	8,3	33
60	9,3	37
60	10,3	39
60	11,34	44
51	1,3	10
51	2,3	18
51	3,3	23
51	4,3	27
51	5,3	29
51	6,3	32
51	7,3	34
51	8,3	36
51	9,3	39
51	10,3	41
51	11,3	46
51	12,3	50
51	13,3	53
51	15,1	62
79	1,3	5
79	2,3	9
79	3,3	11
79	4,3	14
79	5,3	18
79	6,3	25
79	7,3	29
79	8,3	34
79	9,3	41
79	11,1	53
46	1,3	8
46	2,3	11



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

46	3,3	14
46	4,3	19
46	5,3	21
46	6,3	24
46	7,3	30
46	8,3	33
46	9,3	36
46	10,3	38
46	11,3	42
46	12,3	45
46	13,3	48
46	15,44	59
83	1,3	5
83	2,3	9
83	3,3	14
83	4,3	20
83	5,3	24
83	6,3	29
83	7,3	34
83	8,3	37
83	9,3	40
83	10,3	46
83	12,52	58
8	1,3	5
8	2,3	13
8	3,3	21
8	4,3	25
8	5,3	31
8	6,3	36
8	7,3	40
8	8,3	44
8	9,3	49
8	10,3	54
8	11,3	60
8	12,98	71
59	1,3	5
59	2,3	12
59	3,3	18
59	4,3	24
59	5,3	30
59	6,3	36
59	7,3	41
59	8,3	45



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

59	9,3	51
59	10,3	56
59	12,3	62
59	13	81
1	1,3	13
1	2,3	20
1	3,3	31
1	4,3	40
1	5,3	46
1	6,3	53
1	7,3	59
1	8,3	64
1	9,3	67
1	10,3	70
1	12,3	74
1	13,35	87
81	1,3	5
81	2,3	8
81	3,3	13
81	4,3	20
81	5,3	23
81	6,3	27
81	7,3	32
81	8,3	39
81	9,3	46
81	10,5	60
10	1,3	5
10	2,3	10
10	3,3	14
10	4,3	18
10	5,3	21
10	6,3	25
10	7,3	28
10	8,3	31
10	9,3	35
10	10,3	40
10	11,3	46
10	12,3	50
10	14	64
13b	1,3	4
13b	2,3	7
13b	3,3	12
13b	4,3	15



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

13b	5,3	19
13b	6,3	23
13b	7,3	30
13b	8,3	35
13b	9,3	41
13b	10,3	48
13b	11,3	55
13b	12,3	63
13b	13,3	72
13b	14,7	81
73	1,3	6
73	2,3	10
73	3,3	14
73	4,3	19
73	5,3	27
73	6,3	32
73	7,3	35
73	8,3	37
73	9,3	40
73	10,3	42
73	12	58
47	1,3	6
47	2,3	13
47	3,3	18
47	4,3	22
47	5,3	26
47	6,3	29
47	7,3	32
47	8,3	36
47	9,3	39
47	10,3	43
47	11,3	48
47	13,33	59
29	1,3	7
29	2,3	14
29	3,3	18
29	4,3	25
29	5,3	28
29	6,3	30
29	7,3	33
29	8,3	35
29	9,3	42
29	10,3	48



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

29	11,3	53
29	12,3	58
29	13,3	65
29	14,3	70
29	15,75	77
71	1,3	6
71	2,3	9
71	3,3	12
71	4,3	17
71	5,3	20
71	6,3	26
71	8	36
84	1,3	7
84	2,3	11
84	3,3	15
84	4,3	19
84	5,3	25
84	6,3	30
84	7,3	35
84	8,3	43
84	9,3	45
84	10,3	49
84	11,3	53
84	12,3	59
84	13,3	68
84	14,3	74
84	15,77	88
13d	1,3	7
13d	2,3	11
13d	3,3	13
13d	4,3	16
13d	5,3	20
13d	6,3	25
13d	8,8	37
45	1,3	19
45	2,3	21
45	3,3	27
45	4,3	28
45	5,3	37
45	6,3	42
45	7,3	46
45	8,3	60
45	9,3	66



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

45	10,7	76
50	1,3	8
50	2,3	13
50	3,3	17
50	4,3	20
50	5,3	22
50	6,3	24
50	7,3	27
50	8,3	29
50	9,3	36
50	10,3	39
50	13,58	54
90	1,3	8
90	2,3	15
90	3,3	27
90	4,3	36
90	5,3	42
90	6,3	47
90	7,3	52
90	8,3	56
90	9,3	60
90	10,3	64
90	11,3	67
90	12,3	69
90	13,3	71
90	14,3	74
90	15,8	89
BON/03	1,3	8
BON/03	3,3	19
BON/03	5,3	26
BON/03	7,43	35
BON/03	11,58	39
BON/02	1,3	3
BON/02	3,38	5
BON/02	5,18	8
BON/02	6,98	16
BON/02	8,98	25
BON/02	10,48	30
MI/02	1,3	5
MI/02	3,3	10
MI/02	5,3	18
MI/02	7,3	25
MI/02	9,3	34



Corbes de qualitat d'estació del *Quercus ilex* subsp. *ilex* al Parc Natural del Montnegre i el Corredor

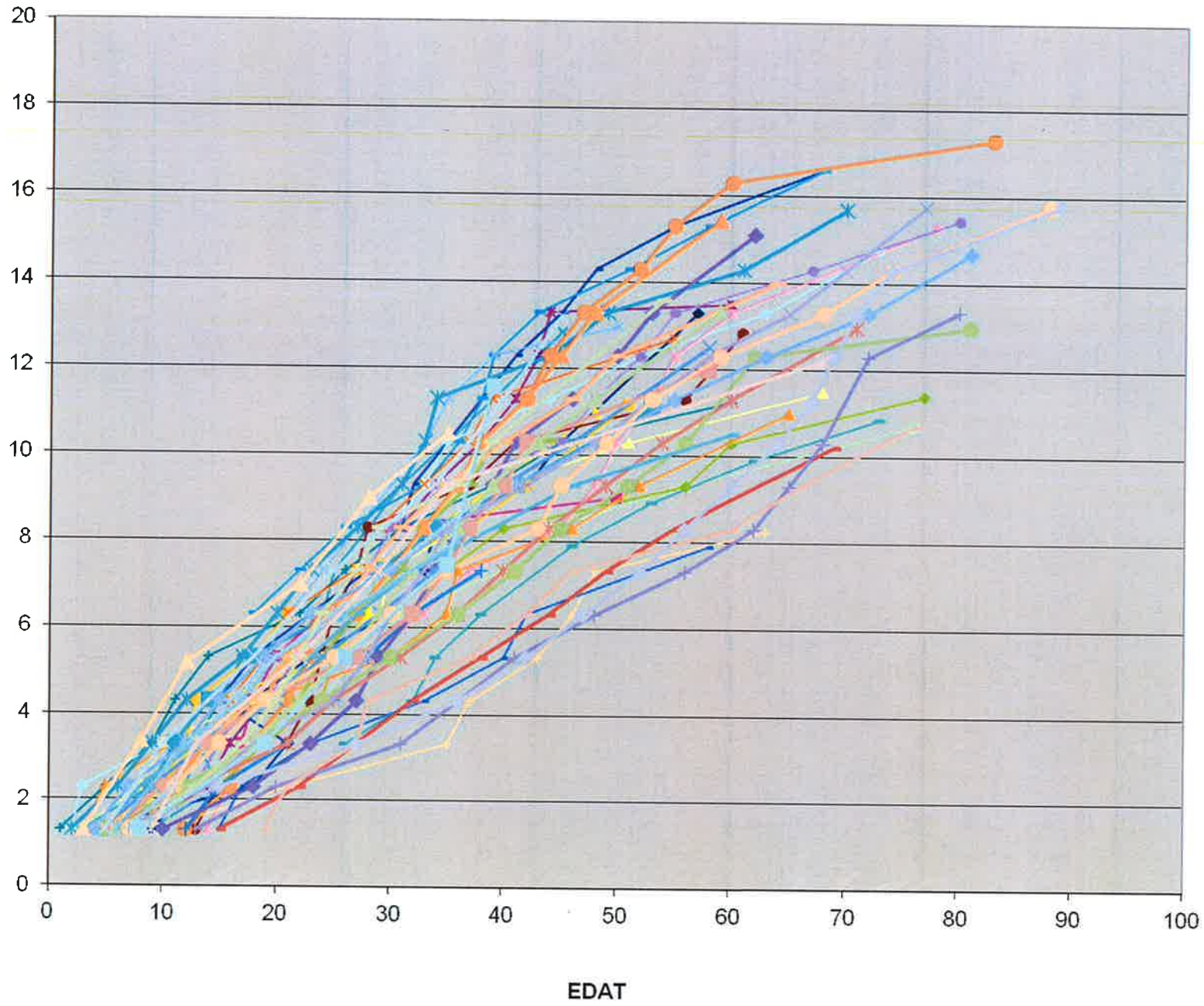
I/02	11,3	40
MI/02	13,2	45
MI/03	1,3	9
MI/03	3,3	13
MI/03	5,3	22
MI/03	7,3	29
MI/03	9,3	35
MI/03	12,2	68



ANNEX II

Reconstrucció de patrons de creixement en alçada amb l'edat dels arbres dominants mitjançant l'anàlisi de troncs.

ALÇADA DOMINANT (m)



- 42
- 33
- 35
- 22
- 28
- 32
- 67
- 94
- 92
- 13
- 86
- 89
- 93
- 21
- 88
- 2
- 3
- 12
- 91
- 11
- 68
- 4
- 9
- 85
- 40
- 98
- 60
- 51
- 79
- 46
- 83
- 8
- 59
- 1
- 81
- 10
- 13b
- 73
- 47
- 29
- 71
- 84
- 13d
- 45
- 50
- 90
- BON/03
- BON/02
- MI/02
- MI/03



ANNEX III

Corbes d'índex de lloc o corbes de qualitat d'estació.

ALÇADA DOMINANT (m)

