

APLICACIÓ D'UN ESTUDI DENDROCLIMÀTIC

*APROXIMACIÓ A LA RECONSTRUCCIÓ DEL
REGISTRE METEOROLÒGIC DE SANT JULIÀ DE
VILATORTA PER MITJÀ D'UN ESTUDI
DENDROCLIMÀTIC*

Pseudònim de l'autor:

Peix globus

RESUM

L'estudi en qüestió s'emplaça a l'àrea de la catalana Plana de Vic, un cubeta de sedimentació que pel conjunt de les seves condicions geogràfiques determina un clima molt marcat per una acusada inversió tèrmica i una relativa escassetat pluviomètrica. A tot això cal afegir-hi una ja llarga tradició de recollida de dades de caràcter meteorològic que va agafar força embranzida a partir de l'estudi que Eduard Fontserè realitzà entorn del fenomen de la inversió tèrmica a la Plana de Vic. Els inicis d'aquesta tradició es troben precisament a l'observatori establert a Sant Julià de Vilatorrada, quan Manuel Cazador començà a recollir dades al Col·legi del Roser.

Aquest últim observatori conté el registre més antic de la comarca, però a la vegada també presenta un buit de trenta anys. L'objectiu últim del present treball és elaborar una reconstrucció d'aquest buit de dades amb una fiabilitat estadística prou significativa com per què les dades pronosticades puguin ser útils i vàlides en futurs estudis de caràcter meteorològic o climàtic.

Un aspecte rellevant de l'estudi és la tècnica emprada: la dendroclimatologia. Breument podem dir que aquesta tècnica es basa en l'establiment d'una relació proporcional entre el creixement radial arbori i les variables meteorològiques en qüestió. Les aplicacions d'aquesta tècnica són múltiples i molt diverses, però en aquest treball en concret, s'aplica al pronòstic de dades de les mateixes variables.

Els resultats de l'estudi són un contrast en sí mateixos. Per una banda, s'ha aconseguit un pronòstic complet i significatiu de les dades pluviomètriques. Per contra, i pel que fa a les dades termomètriques, les relacions dendroclimàtiques no tenen un grau de fiabilitat prou elevat com per què se'n pugui tenir en compte un eventual pronòstic.

En el redactat que segueix aquest resum es presenta un recull de possibles mancances i millores a fer en el treball encarades, sobretot, de cara a l'increment de la fiabilitat dels pronòstics de les dues variables en qüestió.

En definitiva, cal dir que, com a autor del treball, tinc la ferma voluntat de continuar l'estudi per tal de proporcionar a la comunitat científica la completió i la millora de la fiabilitat dels pronòstics.

ABSTRACT

This study is placed in the Catalan Plain of Vic, a sedimentation basin in which its relief and geographic features cause a singular climate characterized by an intense thermic inversion and a relative shortage of annual rainfall. Roughly a century ago, it started the first meteorological data collection in the region, and not a long time after, Eduard Fontserè developed in the Plain of Vic the first study in Spain about thermic inversion, which required the settlement of numerous weather station that in some cases still remain operational nowadays.

This currently firmly settled data collecting trend began in Sant Julià de Vilatorrada, one of the most long-established weather stations all over Catalonia. Although its length, its register includes a thirty-year gap between 1957 and 1986. In regard with this gap, the present study is aimed at obtaining a statistically reliable enough reconstruction of the gap's meteorological data so that it can be used in further meteorological and climatic studies in nature.

The technique that has been used so as to reconstruct the missing data is dendrochronology. This means, briefly, that there have been established some proportional relations between the annual tree-growth and both rainfall and temperature registers from several weather stations. In other words, the reconstruction has been carried out through dendrochronology techniques.

The results of the study show, as clear as crystal, a contrast between themselves. This is that on the one hand it has been possible to prognosticate completely and significantly the set of rainfall data. On the other hand, it has not been possible to provide a statistically reliable reconstruction as to the temperature register, whatsoever. In the following document there is exposed an insightful review on the study focusing on the shortages and possible improvements to be done in it, in particular addressed to the increase of the dendrochronological reconstructions degree of reliability.

In conclusion, needless to say, as the author of the work I long to continue the study in order to provide the scientific community the completion and upgrade of the data reconstruction.

RESUMEN

El estudio que vamos a tratar a continuación se encuentra en el área de la catalana Plana de Vich (Barcelona), una cubeta de sedimentación donde, por el conjunto de sus condiciones geográfica, tiene lugar un clima singular caracterizado por una acentuada inversión térmica i una relativa escasez en cuanto a la pluviometría. En paralelo a todo esto, cabe añadir la ya larga tradición de recogida de datos meteorológicos en la comarca, que se inició en San Julián de Vilatorca de la mano del Padre Manuel Cazador, cogió fuerza con los estudios de Eduard Fontseré sobre la inversión térmica y finalmente se ha consolidado con multitud de observatorios meteorológico esparcidos por toda la llanura.

A pesar que el observatorio más antiguo de la comarca es el de San Julián de Vilatorca, también se encuentra un vacío de 30 años en el registro de dicho observatorio. A raíz de esto surge el objetivo principal del presente proyecto: llevar a cabo una reconstrucción de los datos del vacío en el registro con una fiabilidad estadística suficientemente significativa con el qué los datos reconstruidos puedan ser útiles i validados en futuros estudios de naturaleza meteorológica o climática.

Debo recalcar el aspecto más relevante del estudio, que es la técnica utilizada en el pronóstico o reconstrucción: la dendrocronología. Brevemente se puede decir que esta técnica se basa en establecer unas relaciones proporcionales entre el crecimiento arbóreo anual i les diferentes variables meteorológicas que se tienen en cuenta. Hay múltiples aplicaciones de la dendrocronología, pero en este trabajo en particular se aplica para el pronóstico de datos de dichas variables meteorológicas.

Los resultados del estudio pueden parecer contradecirse en algún aspecto y por eso ha sido mi labor explicarlos con claridad en la memoria que sigue. Eso es, por un lado se ha conseguido una reconstrucción altamente fiable de los datos pluviométricos. Por otro lado, no obstante, las relaciones entre el crecimiento arbóreo y la temperatura no alcanzan un grado de fiabilidad estadística suficiente para poder ser consideradas para un eventual pronóstico.

En definitiva, tengo la firme voluntad de continuar el estudio para poder proporcionar la compleción y la mejora de la fiabilidad de los dichos pronósticos.

ÍNDEX

	Pàg.
INTRODUCCIÓ	7
1. ÀREA D'ESTUDI.....	12
1.1. LA PLANA DE VIC.....	12
1.2. SANT JULIÀ DE VILATORTA	16
2. METODOLOGIA.....	18
1.1. Estudi climatològic.....	18
1.1.1. Obtenció, tractament i anàlisi de dades	18
1.2. Estudi dendrològic.....	21
1.2.1. Treball de camp: obtenció dels testimonis	21
1.2.2. Mesura i anàlisi de les cronologies	29
1.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica	36
3. RESULTATS	38
3.1. Estudi climàtic	38
3.1.1. Trets característics dels registres.....	38
3.1.2. Anàlisi comparatiu dels registres	40
3.1.3. Anys característiques i fenòmens meteorològics extrems	42
3.2. Estudi dendrològic	43
3.2.1. Característiques generals dels arbres	43
3.2.2. Anys característics de les dendrologies	45
3.2.3. Gradient de determinació	46
3.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica.....	47
4. DISCUSSIÓ	50
4.1. Estudi Climàtic.....	50
4.2. Estudi Dendrològic	52
4.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica	59
5. CONCLUSIONS	61
6. AGRAÏMENTS.....	62
7. BIBLIOGRAFIA.....	63
8. ANNEXES	65
8.1. Gràfiques diverses	66
8.2. Taules de mostratge	88
8.3. Glossari.....	91

INTRODUCCIÓ

QUÈ ÉS LA DENDROCLIMATOLOGIA? COM S'APLICA EN AQUEST TREBALL?

La dendroclimatologia és una aplicació científica encarada a la reconstrucció del clima del passat a partir de l'estudi del creixement radial dels arbres. Es deriva de la dendrocronologia, que essencialment, estudia els canvis produïts en el passat, a partir d'aquest creixement arbori. Els principis d'aquesta disciplina científica queden molt ben descrits en l'escrit que elabora Daniel Patón. ^[19]

L'estudi que comprèn aquest treball desenvolupa una aproximació a la reconstrucció d'un registre meteorològic que té un buit de dades. El buit pertany a l'estació meteorològica de Sant Julià de Vilatorrada, i és comprès entre els anys 1957 i 1986. Pel que fa a la reconstrucció, es farà mitjançant el mètode dendromètric, utilitzant com a objecte d'aquest treball el *Pinus pinea*. Per tant, aquest treball consta de diversos processos encarats a establir relacions significatives entre el creixement arbori i el comportament del clima per tal de poder fer un pronòstic que reproduïx aquest buit de dades esmentat amb la major fiabilitat possible.

El fet d'haver escollit la dendrologia com a disciplina per aquest treball no és ni molt menys aleatori. El cas és que hi ha diversos indicadors climàtics que poden ser útils per interpretar el comportament climàtic quan no hi ha registre meteorològic del període en qüestió. Per exemple, la concentració d'Oxigen 18 en testimonis de gel extrets dels pols de la Terra proporcionen dades de les tendències termomètriques en terminis llargs de temps. Un altre exemple similar, és la de l'extracció d'un testimoni de terra. Si el testimoni s'extreu d'una torbera, per exemple, on s'acumulen molts sediments, es pot extreure informació climàtica a partir del pol·len, els pigments, els carbons sedimentaris i la concentració de matèria orgànica de cada estrat del sòl. Aquests dos processos determinen un pronòstic climàtic que pot abastar tot l'Holocè, per exemple.

Per contra, en aquest treball es vol precisar en la reconstrucció dels valors mensuals o anuals d'un període relativament recent. Així doncs, es necessita també un indicador del que es puguin extreure aquestes dades anuals i estigui comprès en un període recent. Un indicador ideal és el creixement dels arbres. Els arbres, com ja sabem, presenten un anell cada any. Així doncs, la mesura de la distància entre aquests anells que representen

el creixement anual té una relació amb els valors anuals de les variables meteorològiques.

OBJECTIUS I HIPÒTESIS

Aquest treball de recerca és un estudi interdisciplinari. És per això que les múltiples investigacions es duen a terme des de perspectives molt diferents i per mitjà de tècniques gens relacionades entre elles. És evident que no s'utilitzaran les mateixes tècniques ni mètodes per duu a terme un estudi climàtic i un estudi dendrològic. No obstant això, els resultats dels dos estudis es poden combinar i així poder fer una reconstrucció climàtica verificable, quan es comparen entre ells. És a dir, el meu objectiu no és el mer fer d'obtenir uns resultats sinó que aquests resultats siguin significatius a nivell estadístic per tal de poder ser utilitzats en posteriors estudis de caire climàtic. Partint des d'aquí, es desprenen diversos objectius que sostenen la investigació i el procés metodològic realitzats.

Els dos primers objectius són comuns en la majoria de treballs i investigacions científiques, o si més no, ho haurien de ser. Com que faig un estudi climàtic, l'objectiu és complementar i ampliar els estudis vigents a Osona dintre d'aquesta temàtica. I per fer-ho, abans s'ha de contextualitzar la recerca que ja està feta. En la mateixa línia d'investigació, però ara des del punt de vista dendrològic, també em correspon de fer el mateix; contextualitzar, ampliar i complementar els diversos estudis dendrològics vigents.

A partir d'aquí, el cos de la investigació té com a objectiu principal la realització d'una reconstrucció climàtica, en un període sense registres, de cap de les variables meteorològiques, a l'estació de Sant Julià de Vilatorrada. Com que l'estudi contempla dues disciplines, hi ha l'objectiu de fer la reconstrucció esmentada per mitjà de l'anàlisi i la comparació de sèries climàtiques i la seva homòloga pel mètode dendrocronològic.

Per últim, també m'he marcat com a objectiu, que donada la possible rellevància del treball, els resultats i les conclusions siguin del tot entenedores i explicades de manera senzilla. Això implica necessàriament que l'estudi es desenvolupi sempre amb el màxim rigor científic, tan pel que fa a la metodologia, a l'anàlisi de resultats i a la redacció de conclusions.

Tots aquests objectius convergeixen en una hipòtesis que sosté el cos del treball. Així doncs, es pot definir la hipòtesi tal com segueix:

És possible aproximar una reconstrucció d'un registre termomètric i pluviomètric a partir d'un estudi dendrològic dels boscos de Pi pinyer (Pinus pinea) a la Plana de Vic i la pertinent comparació amb els registres meteorològics i les dades de fenòmens meteorològics extrems existents.

MOTIVACIÓ

El plantejament inicial d'aquest treball parteix a partir d'un estudi ja realitzat per mi mateix i presentat en forma d'article científic dins del marc del programa Joves i Ciència de la Fundació Catalunya – La Pedrera. Aquest estudi consistia en una mera investigació dendrològica i un resum climàtic de la comarca d'Osona. En tot cas, era un estudi plenament teòric. I per això, la motivació principal d'aquest treball de recerca és trobar una aplicació pràctica a l'estudi prèviament fet, o a un estudi dendroclimàtic teòric qualsevol. Aconseguir això em seria totalment satisfactori.

Però a més, m'empeny l'afany de no fer només quelcom pràctic, sinó també alguna cosa útil tan per la comunitat científica com també per la ciutadania en general. Fer tot això ha representat un repte que he emprès amb gran il·lusió, però confiant que em fos fàcil degut al gust que tinc per la matèria. El repte més important que es presenta és, indiscutiblement, l'absència de cap treball previ d'aquest caire a tota la comarca d'Osona.

ANTECEDENTS

Si bé a tot Osona hi ha hagut una llarga tradició d'observació meteorològica, que ha deixat un llegat remarcable dins la comunitat científica, no es pot dir ni molt menys el mateix dels estudis específicament dendrològics.

Els primers estudis de caire meteorològic que prenen rellevància a la Plana de Vic es van realitzar durant el segle passat. Destacable és l'estudi de l'Anomalia tèrmica de la Plana de Vic ^[7] que estableix de forma pionera a Espanya una anàlisi acurat del microclima singular propi de l'indret en qüestió, i en concret de la inversió tèrmica. Per tal d'ampliar la mostra de dades termomètriques, es van inaugurar diversos observatoris arreu de la

Plana. ^[14] D'aquests, l'observatori de Torre Llebre ha mantingut des d'aleshores un registre totalment continuat.

Un altre observatori que ja funcionava però que també es va implicar en l'estudi de forma destacada, fou el mateix observatori de Sant Julià de Vilatorrada, aleshores situat al Col·legi del Roser. L'encarregat d'aquest observatori era el Pare Manuel Cazador. Ell fou un destacat científic de l'època, contribuint amb millores agràries de gran incidència a la Plana, i també un meteoròleg de vocació. ^[16]

Deixant de banda l'abundància i rellevància dels estudis climàtics a la zona, cal també fer referència als estudis de caire dendrològic. D'aquests estudis no se n'ha trobat cap de publicat que faci referència a la comarca. Tan sols es poden trobar estudis d'aprofitament forestal, com a exemple d'estudi relacionat amb la dendrologia. Els únics estudis d'aquest caire realitzats a Catalunya dels que tinguem constància es situen al Pirineu. De fet, el Pirineu i les zones d'alta muntanya, en general, es consoliden com a sectors on la sensibilitat dels arbres vers els canvis climàtics i ambientals és elevada. ^[15] Històricament, la dendrologia ja s'ha aplicat amb èxit a l'estudi dels climes actuals i passats atès que els anells dels arbres són indicadors climàtics de períodes centenaris o fins i tot mil·lenaris. ^[17]

En tot cas, l'absència d'estudis a Osona i a Catalunya d'estudis publicats de reconstrucció climàtica pel mètode dendrològic, comporta que la iniciativa d'aquest treball sigui emprenedora i l'acceptació que no hi hagi garanties de resultats concloents d'acord amb la hipòtesis establerta.

ESTRUCTURA D'AQUEST TREBALL

D'acord amb la dualitat de l'estudi que es descriu, la redacció d'aquest treball, en els diversos apartats que inclouen tant aspectes de l'estudi climàtic com de l'estudi dendrològic, es constitueix també a partir d'aquesta dualitat. Cada un d'aquests capítols conté una part que engloba tot allò referent al clima estudiat, i una altra, a les dendrologies. Aquesta estructuració pren sentit, si es considera que l'estudi en sí s'ha dut a terme de forma dual, i separant les parts climàtiques i dendrològiques fins la discussió.

Talment la redacció s'elabora seguint la cronologia del treball que s'ha fet en l'estudi. En primer lloc es defineixen l'àrea d'estudi i el mètode científic que es seguirà, aspectes que defineixen les bases d'aquest estudi. A partir d'aquí, s'exposen els resultats obtinguts, se'n fa una discussió o interpretació, i finalment se'n redacten les conclusions.

Els últims apartats es corresponen als agraïments, la bibliografia i els annexes. S'ha considerat oportú col·locar gran part de la informació complementària al final del redactat per tal de no interferir en la seva lectura. Aquests annexes contenen taules i gràfiques, mapes, imatges i un apartat on es defineixen diversos termes de vocabulari específic que poden ser de difícil comprensió.

1. ÀREA D'ESTUDI

1.1. LA PLANA DE VIC

L'estudi que procedeix a descriure, a explicar i a interpretar, ha estat dut a terme al municipi de Sant Julià de Vilatorrada, comprès dins de la Plana de Vic. Per tal de poder entendre els diversos aspectes, procediments i mètodes desenvolupats al llarg del treball, veig necessària una prèvia contextualització de l'estudi en el seu entorn.

Característiques generals:

La Plana de Vic es situa al bell mig de la comarca d'Osona elevant-se entre 400 i 600 metres respecte el nivell del mar. D'altra banda, també constitueix l'extrem nord-oriental de la Depressió Central catalana.

L'aparició geològica de la Plana es remunta a l'orogènia Alpina de l'Europa cenozoica i més concretament, eocènica ^[3] ^[2] (fa 56 Ma.)^[8]. Durant aquest període, la placa africana fa una pressió acusada sobre la placa euroasiàtica. La mateixa col·lisió té lloc entre Índia i Àsia. Això provoca una sèrie d'elevacions de les arrugues de plegament, que ja s'havien definit per orogènesis anteriors. És el cas de l'Atlas, els Pirineus (esdevingut de la subducció de la placa Ibèrica en la placa Euro-asiàtica), el Sistema Mediterrani, els Alps, els Carpats, el Caucas, el Karakorum, l'Himàlaia,... ^[3]

A Catalunya, l'aixecament dels Pirineus, del Sistema Mediterrani i de la Serralada Ibèrica, acaben delimitant un mar interior que abasta tota la Depressió Central. L'aïllament d'aquest mar i una sedimentació en grans quantitats a la depressió – en part, gràcies als actius fenòmens d'erosió fluvial – donaran lloc a la regressió d'aquest gran mar vers les terres de l'Aragó. El gruix més gran de roques sedimentàries acumulades correspon a l'erosió del Pirineu – essent el relleu més important de la zona –. En resum, la formació de serralades determina l'aparició de depressions adjacents on hi té lloc una important sedimentació de materials provinents de l'erosió dels relleus que es van formant. ^[3]

La gènesi de la Plana de Vic, tal com la percebem actualment, es deu als processos d'aquest període. De fet, el territori que comprèn la Plana no és una plana, i s'hauria de denominar com a conca de sedimentació d'origen eocènica, avui erosionada sota l'acció dels rius Ter i Congost. D'aquí en deriven el pla, els turons circumdants i els petits xaragalls, o bad-lands, que actualment constitueixen el paisatge pla de la Plana.

Tot i que no ens pertoca, és interessant esmentar les teories que s'han donat en relació del curs del Ter i del Congost. Tant Gonçal de Reparaz ^[6], com Marcel Chevalier ^[9] – així com molts contemporanis seus –, sostenien que el curs del riu Ter havia estat alterat, i que prèviament a aquesta alteració, hauria seguit la direcció N-S seguint el curs dels actuals Congost i Besós. S'argumenta llavors que el cabal del riu Congost hagués estat insuficient perquè esdevingués una llera tan ampla (tal com es pot veure fàcilment al seu pas per Granollers). Així mateix, també es deia que aquest era el curs normal d'un riu provinent del Pirineu (Nord-Sud), tal com ho fa el Llobregat, per exemple. Per últim, afegien que el curs actual del riu es devia a una captació de les seves aigües, deguda al buidatge del terreny que feien l'acció erosiva de la Riera Major i altres rierols en longituds més orientals.

De totes maneres, la teoria va ser rebutjada, ja aleshores i també posteriorment, per l'evidència de falta de materials provinents del Pirineu en la conca del Congost. Per tant, el Ter mai havia seguit aquell curs transportant-hi els materials que sí que es troben en la seva llera actual. ^[11]

Climatologia:

El clima de la Plana de Vic, s'emmarca en la diversitat de climes i microclimes que defineix el conjunt de Catalunya. El de la Plana, és un d'aquests microclimes singulars pel seu règim pluviomètric i tèrmic en relació al seu entorn. A grans trets, es pot definir el clima d'aquest territori a partir de tres aspectes rellevants.

Pel que fa a les precipitacions, podem afirmar que a la Plana de Vic hi ha un règim pluviomètric relativament baix. Així ho apunta Vicenç Sureda i Obrador:

“Vic constitueix, per la seva escassa pluviositat relativa, un cas singular, relacionat causalment amb la proximitat d'elevacions muntanyoses d'importància, que reben la pluja de l'aire mediterrani, tot impeding la precipitació a l'interior de la Plana. Els vents que hi produeixen pluja són els del tercer quadrant, ja que tota la regió està també molt resguardada de l'efecte de les depressions d'origen atlàntic, que determinen situacions de Nord-oest.”^[4] ^[5]

De totes maneres, cal destacar que en zones septentrionals, on de fet, els límits de la plana ja no estan del tot clars, ^[1] sí que hi ha un règim pluviomètric força elevat respecte el clima general que defineix la zona. ^[4]

Així doncs, geogràficament, la Plana de Vic es configura com un espai tancat, delimitat per elevacions de fins a 1000 metres. Aquesta configuració, a vegades dóna lloc a l'estancament d'una gran massa d'aire que queda aïllada respecte a la circulació atmosfèrica general de capes més superiors. A conseqüència, la temperatura d'aquesta massa ve donada, en gran mesura, per la radiació solar. D'aquí se'n deriven les temperatures extremes i l'elevat grau d'oscil·lació tèrmica – en relació amb les comarques veïnes, de clima essencialment mediterrani – que s'esdevé als mesos d'estiu. Aquest fet contribueix a la constitució d'un microclima submediterrani amb caràcter continental a la Plana de Vic.

Per últim, s'ha de fer referència a la inversió tèrmica o fenomen de fons d'olla, que també és conseqüència de l'aïllament tèrmic ja esmentat. Aquest fet és explicat extensament, i dins del context de la Plana, per Eduard Fontserè ^[7], així com per Vicenç Sureda, posteriorment ^[5]. El resultat és que la temperatura ambient disminueix a cotes inferiors, invertint així el fenomen més habitual de descens de la temperatura a mesura que s'incrementa l'altitud.

En les nits d'hivern, quan l'aire ha romàs immòbil i en contacte constant amb la superfície durant el dia, acaba adquirint les propietats tèrmiques que se'n deriven. Per tant, la temperatura decreix de forma més acusada com més a prop s'estigui de la superfície. En conjunt, s'ha esdevingut la inversió tèrmica. A més, existeix la brisa de vall, que també reforça la intensificació del fenomen. Aquesta brisa es compon d'un flux d'aire fred, no tant com el del fons de la vall, i que a més a més s'escalfa pel fregament amb les vessants de les muntanyes, que es situa en les capes de temperatura immediatament superior a les mínimes. Tot això, contribueix a la creació d'un mantell d'aire fred superestable que es reforça nit rere nit i que resulta cada cop més difícil de desestabilitzar. Fins i tot, la radiació solar durant el dia és sovint insuficient per desestabilitzar-lo. Cal considerar que aquesta radiació és intensa, degut a l'anticicló que es sol donar en aquestes èpoques de l'any a les latituds compreses per la Plana

En aquestes condicions, la humitat de l'aire sol ser suficient perquè es condensi el vapor d'aigua donant lloc a gruixos importants de boires persistents. A més, les boires absorbeixen la radiació solar durant bona part del dia, permetent l'extensió de la capa atmosfèrica més freda i la conseqüent prolongació del fenomen de la inversió. És

d'esperar doncs, que amb les baixes temperatures i l'elevat grau d'humitat, es produeixin gran nombre de gebrades en la major part de l'any. (veure figures 12, 13, 14 i 15)

En resum, el topoclima singular de la plana de Vic, queda definit a partir de l'escassetat pluviomètrica relativa, l'elevat grau d'oscil·lació tèrmica general i la inversió tèrmica, sobretot hivernal. Cal fer notar que aquest clima coincideix molt més amb el clima humit de zones centreeuropees que no pas amb el clima mediterrani, típicament sec i calent.

[14]

Vegetació:

Tan la irregularitat pluviomètrica, com la inversió tèrmica, les boires i les gebrades, així com els factors geomorfològics, condicionen molt la presència de determinades espècies vegetals als boscos de la Plana i dels seus límits.

Les condicions biogeogràfiques, la vegetació i la climatologia que presenta, es consideren pròpies de les regions eurosiberianes. És a dir, la Plana té unes característiques centreeuropees i/o submediterrànies pel que fa a la flora. [12] En conjunt, aquestes condicions afavoreixen el domini natural dels *Quercus*: per una banda, l'Alzina (*Quercus ilex*) que es troba en zones elevades com les carenes o collades que limiten la Plana, i per l'altra, el roure, majoritàriament Roure martinenc (*Quercus pubescens*), estès des de les serres emparades en el seu domini natural (800 metres d'altitud) fins al fons de la Plana on és afavorit per la inversió tèrmica. [11]

Per altra banda, l'expansió de l'agricultura i el conreu han reduït severament la població de roure a la Plana situant-lo avui en zones més perifèriques on el pendent és massa pronunciat pel conreu. Tanmateix, les pinedes, sobretot de Pi roig (*Pinus sylvestris*), han arrelat els últims anys ocupant zones obagues on abans habitava el roure, fent així que abundin boscos mixtes entre ambdues espècies. També cal destacar la presència dels Faig (*Fagus sylvatica*) a les seccions nord-orientals i de caràcter humit.

I finalment, en solanes concretes del pla i en boscos puntuals a la perifèria, també es troben Pins Pinyers (*Pinus pinea*) o Pinassa, que varen ser introduïts ja fa temps, amb ànims de lucre per part dels agricultors. Actualment, la seva presència còrrer perill degut

a la no eficiència que comporta tenir una pineda de pi pinyer – en part, a causa del robatori de pinyes de pi pinyer de boscos particulars, que deixa el pagès sense benefici i que sovint malmet els arbres. És per això que es preveu que d'aquí a uns anys, el territori que ara comprèn aquestes pinedes, l'ocuparà el roure martinenc com a part del seu domini natural.

1.2. SANT JULIÀ DE VILATORTA

Tal com queda palès a l'apartat metodologia del present treball, l'estudi es realitza a partir del Pi pinyer. Així doncs, les pinedes de Pi pinyer escollides per l'estudi es troben situades a la zona de Sant Llorenç del Munt i als voltants de la Creu de Montagut. El primer indret es pot definir dins d'un perímetre d'uns 6 km que comprenen 128 hectàrees de terreny. El segon, força més reduït, comprèn un terreny de poc més de 18 hectàrees delimitades a l'entorn de 2 kilòmetres i mig. Es troben, respectivament, a 3.7 kilòmetres a l'est i a 4.5 al sud del nucli de Sant Julià de Vilatorça. S'ha pres com a referència la Plaça Catalunya d'aquesta localitat, i les diverses mesures s'han calculat mitjançant una eina de google maps engine lite.



Figura 1: Mapa on s'il·lustren les zones forestals compreses per l'estudi dendrològic. En color taronja hi ha el bosc de la Verneda, i en color roig la part sondejada del bosc circumdant a la Creu de Montagut.

Dins l'entorn de la Plana, el nucli de Vilatorça presenta algunes variacions pel que fa a la meteorologia. Ja és conegut que aquesta població es situa en una zona, que per la seva morfologia, es constitueix amb un clima lleugerament més humit que la mitjana de la Plana, tal com indiquen les fonts que hi abunden. Així doncs, gran part del municipi queda cobert per una massa boscosa força espessa. Geogràficament, el poble queda encaixat entre serres importants a llevant i petits serrats a ponent, de cara a la Plana. Cal dir que, per la seva altitud relativament elevada respecte altres indrets de la Plana, la inversió tèrmica és present però les boires no són gaire persistents. ^[13]

2. METODOLOGIA

Qualsevol estudi científic ha de ser rigorós. Sota aquesta premissa que em faig meva en aquest treball, tot seguit s'exposa la metodologia completa i detallada de tots els processos – tan pràctics, tècnics, analítics o teòrics – que s'han esdevingut en el decurs del present treball.

2.1. Estudi climàtic

2.1.1. Obtenció, tractament i anàlisi de dades

El primer que cal tenir en compte en l'estudi climàtic, és l'obtenció dels registres meteorològics. Per una banda, les dades de diverses estacions de la comarca s'han aconseguit a través de Manel Dot, responsable de l'estació meteorològica de Vic. Pel que fa a Sant Julià de Vilatorça, hi ha hagut dues fonts de dades. El registre comprès entre els anys 1930 i 1956, elaborat al Col·legi del Roser pel pare Manuel Cazador, s'ha aconseguit directament a través de la AEMET (Agència Estatal de Meteorologia). Per altra banda el registre dels anys 1987 al 2012 s'ha extret de la mateixa associació que ha recollit les dades: Meteovilatorça.

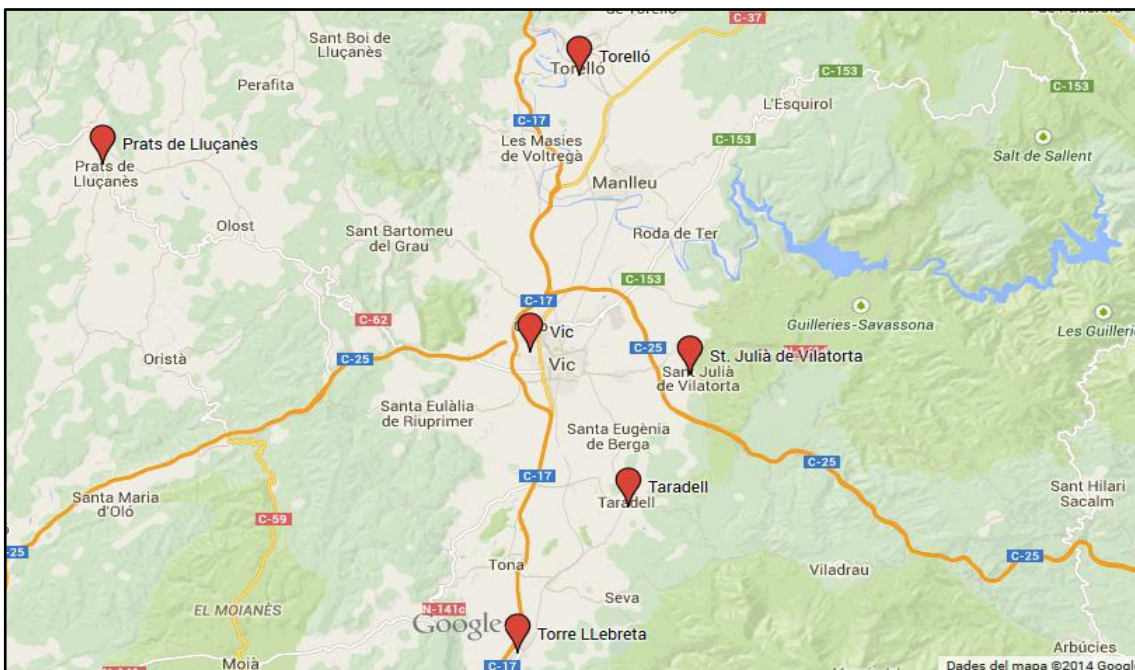


Figura 2: Mapa on es situen els diversos observatoris dels que s'ha consultat el registre pluviomètric i termomètric. Cal puntualitzar que a sant Julià de Vilatorça es consulten dos registres diferents, de dues estacions meteorològiques diferents i en dues localitzacions diferents però molt properes. També cal aclarir que l'observatori de Torre Llebreta es troba als Hostalets de Balenyà.

Les dades útils pel treball, de tot el registre sencer, són les mitjanes de temperatura mitjana mensual, també les màximes i les mínimes, i per últim, els totals de precipitació. En el registre proporcionat per la AEMET hi havia una quantitat notable de mesos sense dades. En aquest cas, s'ha fet una reconstrucció aproximada basant-se en la mitjanes mensuals totals i el total o la mitjana anual de cada any en concret. La reconstrucció s'ha fet tan sols en el registre pluviomètric. És a dir, en funció del total anual de l'any corresponent al mes on no hi ha dades, i del percentatge d'aportació a l'acumulació total anual de pluges que representa el mes pertinent en la mitjana mensual al llarg de tot el registre, es determinen els valors dels mesos concrets que falten, de forma aproximada. Així s'ha aconseguit tenir un registre complet amb el qual és més còmode treballar.

Una de les anàlisis que s'han executat ha estat la correlació entre diverses sèries climàtiques, que és un pas previ necessari per realitzar i verificar l'aproximació a la reconstrucció climàtica que s'explica a l'apartat 2.3. Aquesta anàlisi prèvia consisteix en buscar el gradient de relació o determinació entre les sèries termomètriques i pluviomètriques entre l'estació de Sant Julià de Vilatorca i la resta d'estacions de la Plana de les quals es disposi de dades del registre.

Pel que fa a les precipitacions, els càlculs estableixen relacions entre les mitjanes dels totals mensuals de cada estació, i també entre els totals anuals i estivals (Maig-Setembre) de tots els anys de cada registre amb els seus anàlegs a l'estació del nucli de Sant Julià de Vilatorca. Tres quarts del mateix es pot reproduir en el cas de les termometries. L'únic matís, totalment rellevant i evident, és que els càlculs no s'estableixen a partir dels totals sinó a partir de les mitjanes. Per tant el resultat són les relacions entre mitjanes de les mitjanes mensuals de cada estació i també entre els valors de temperatura mitjana anual i estival.

El fet de considerar els mesos de Maig a Setembre com a mesos de període estival, no és cap arbitrariedad, ans el contrari. La raó per la qual aquest període de temps pren una consideració especial és perquè és l'època de l'any on el creixement radial de les espècies arbòries és major. A la resta de l'any, el creixement queda reduït a causa de condicions climàtiques no tan favorables. Ja és un acord entre la comunitat científica que aquest període de major creixement es situa entre l'última glaçada de primavera i

la primera de tardor. Com ja s'ha explicat a l'apartat 1.1. del present treball, en el cas de la Plana de Vic, aquest període es comprèn entre Maig i Setembre. (Figures 12 – 15)

Un testimoni que s'extregui de qualsevol arbre és apropiat per mostrar aquesta diferència de creixement. Com és fàcil d'observar els anells dels arbres es mostren blancs i negres de forma consecutiva. L'explicació a aquest fenomen també va relacionada amb el clima. El cas és que la major aportació de nutrients, i les condicions més òptimes pel creixement arbori (nombre elevat d'hores d'exposició a la irradiació solar, temperatures suaus, absència de glaçades, abundància d'aigua en els cursos fluvials,...) es donen en el període que prèviament hem definit com a estival. Aleshores, hi ha una acumulació de material citoplasmàtic a les cèl·lules que constitueixen el tronc de l'arbre. Tanmateix, durant els mesos d'hivern, que presenten un caràcter climàtic sever, la quantitat de material citoplasmàtic aportada a la cèl·lula és ínfima, i tan sols en resta la paret cel·lular. Les cèl·lules amb presència de material citoplasmàtic són les que es visualitzen de colors més clars. Les que en tenen absència són les que es veuen negres, una tonalitat que s'origina en la incapacitat que té la llum de travessar el material opac que constitueix les parets cel·lulars.

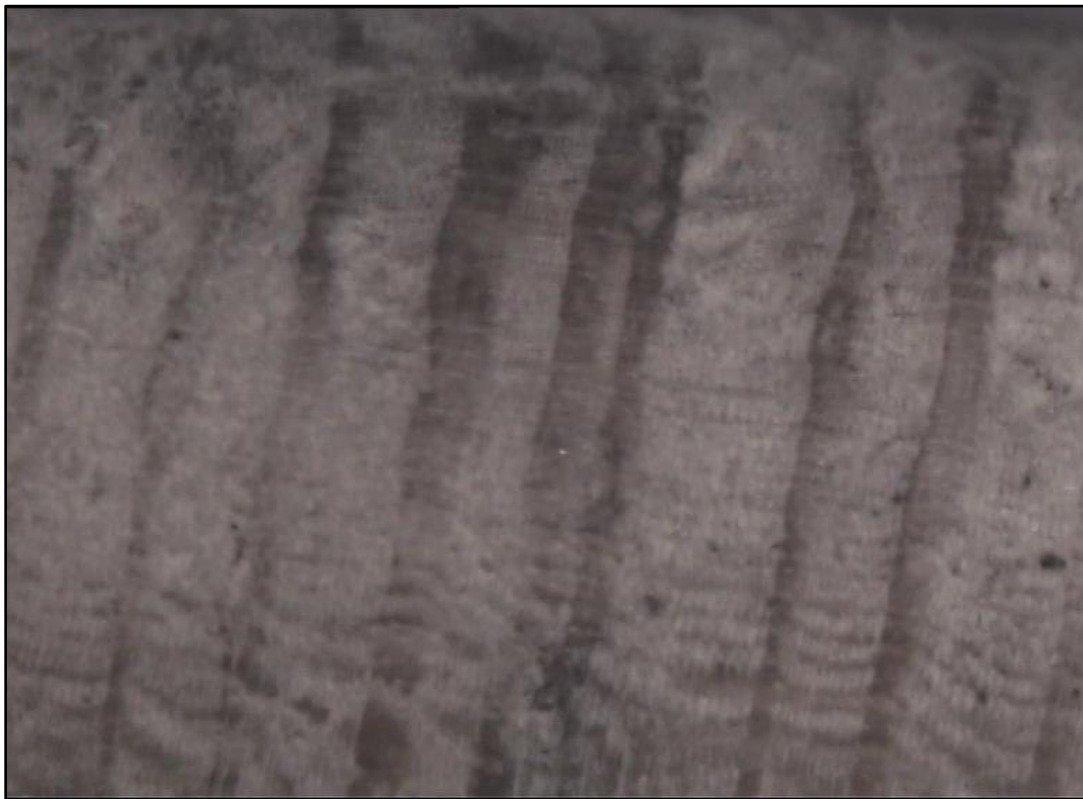


Figura 3: Diferenciació entre els anells clars i els anells foscos.

2.2. Estudi dendrològic

Tots els processos que formen part de l'estudi dendrològic estan emparats per l'objectiu d'obtenir el major grau possible de fiabilitat en la lectura i anàlisi de les cronologies. Aquesta meta implica establir una metodologia rigorosa pel que fa a:

- Selecció dels arbres estudiats i obtenció dels testimonis.
- Tractament i anàlisi dels testimonis obtinguts.
- Aproximació a la reconstrucció climàtica a partir de l'anàlisi.

2.2.1. Treball de camp: obtenció dels testimonis

El primer dels processos que s'ha tingut en compte durant l'estudi dendrològic ha set la tria de la zona geogràfica, del bosc i dels individus en concret, que més s'ajusten a les exigències o als objectius del treball en qüestió.

La premissa fonamental, necessària per assolir els objectius proposats, és que el registre climàtic i les corresponents cronologies dendrològiques han de mantenir un elevat índex de correlació. Això permet efectuar la reconstrucció del registre amb una major fiabilitat. Per tal que hi hagi correlació, és indispensable que el creixement radial de l'arbre sigui i hagi set una resposta al clima del seu entorn. Això implica eliminar qualsevol altre factor – sempre i quan es pugui – que hagi pogut intervenir en el seu creixement.

Prèviament, ja s'ha definit quina és l'àrea que comprèn l'estudi: el terme de Sant Julià de Vilatorrada. Conseqüentment, la zona geogràfica on s'emplaça el treball de camp queda perfectament definida a partir del conjunt de boscos de l'entorn del municipi. A partir d'aquí, la selecció del bosc i dels diversos individus en concret, segueix els criteris propis de qualsevol estudi dendrocronològic. Paral·lelament i primerament, per determinar el bosc o boscos aptes pel sondeig, cal escollir l'espècie o espècies que s'estudiaran. En molts estudis dendrològics s'escullen diverses espècies vegetals per tal d'ampliar el radi d'acció i la fiabilitat dels resultats de l'estudi. Al Pirineu, per exemple, es solen fer estudis a partir de *Abies alba*, *Pinus uncinata* i *Pinus sylvestris* a la vegada. Tot i això, diversos

aspectes – dins del criteri utilitzat – han comportat l'elecció d'una sola espècie com a objecte d'estudi.

Per tal de comprendre aquesta selecció, cal explicar detalladament la metodologia que s'ha seguit en aquest procés. A la Plana de Vic i els monts que la limiten, existeix un gran ventall d'espècies arbòries que podrien ser subjectes a un estudi d'aquest caire. És per això que cal fer una selecció.

El primer criteri per tal d'assegurar la premissa donada és que l'arbre estigui inclòs en un bosc; que no sigui un exemplar aïllat ni que tampoc estigui en un jardí. Així doncs, les espècies que constitueixen els boscos més extensos i regulars al nostre territori, i que per tant poden ser significatives per l'estudi, són cinc. El roure martinenc (*Quercus pubescens*) l'alzina (*Quercus ilex*), el faig (*Fagus sylvatica*), el pi roig (*Pinus sylvestris*) i el Pi pinyer (*Pinus pinea*).^[20]

El segon criteri, que és molt general, dicta que l'espècie en general i l'arbre en concret, han d'estar i haver estat en situació d'estrès. *A grosso modo*, això implica que l'espècie no estigui massa acomodada a l'espai on es troba. Més endavant retornarem en aquest punt per definir els criteris de la tria dels arbres en particular. Així doncs, cal procedir a fer una comparació entre les condicions climàtiques i geogràfiques de la Plana més propera a Sant Julià de Vilatorrada, i les condicions que es consideren òptimes pel creixement de cada espècie. (veure figures 16 i 17)

Comencem per un cas particular, el del Roure (*Quercus pubescens*). Particular aquí a la Plana ja que és l'espècie dominant. Aquesta dominància descriu d'allò més bé el que concebem per un arbre acomodat a l'entorn que comprèn el seu domini. És a dir, un arbre sense estrès. En aquest sentit, la no preferència per cap valor de precipitació i l'elevat rang d'altitud que comprèn l'extensió de l'espècie, són molt il·lustratives d'aquesta falta d'estrès. De totes maneres, les preferències del roure martinenc, només pel que fa a les temperatures mitjanes dels mesos més freds i més càlids, no coincideixen amb les dades obtingudes dels registres.

L'alzina (*Quercus ilex*), també contempla un gran abast pel que fa a l'altitud del seu domini, tot i que es desplaça vora 200 metres cap avall. El gruix de precipitacions es mou entre els 600 i 900 mil·límetres anuals, interval en el qual s'inclouen perfectament les

mitjanes de les sumes anuals de precipitació recollides arreu de la comarca. Pel que fa a les variables termomètriques, el comportament és força semblant al del roure. De fet, notí's que tant en la temperatura mitjana del mes més càlid com en l'amplitud tèrmica estimades a l'entorn de cada espècie, tots els valors són pràcticament iguals. Si més no, tots el valors dels registres meteorològics corresponents, o bé resten molt allunyats del mateix interval definit per totes les espècies (mitjana del mes més càlid), o just el contrari: hi pertanyen tots (amplitud tèrmica). Això es tradueix en què no podem diferenciar ni destriar les espècies aplicant les dues variables termomètriques esmentades.

El faig (*Fagus sylvatica*) és un cas a part de tota la resta que estan representats a la taula per l'elevat grau d'humitat i les temperatures lleugerament més fresques que constitueixen el clima del seu entorn. Així mateix, el seu domini, que també és força ampli, no és apreciable fins als 800 metres.

Ja per últim ens queden els pins, el roig (*Pinus sylvestris*) i el pinyer (*Pinus pinea*). El primer es sol situar en ambients de mitjana i alta muntanya, conservant uns valors de les variables tèrmiques molt propers a la resta, però presentant una preferència per ambients notablement més plujosos que els *Quercus*. En contraposició hi ha el Pi pinyer, que és força típic del relleu del litoral i prelitoral catalans. Així doncs, el seu límit altitudinal superior es troba prop dels 600 metres d'altitud respecte del nivell del mar. Els seus entorns són dels més càlids i els més secs en comparació amb els que comprenen els demés arbres.

Un cop efectuat aquest breu anàlisi, s'ha de fer la tria. Ara entre en joc un altre factor o criteri que molt sovint pot passar-se per alt. Si fins ara es contemplaven només criteris per assegurar l'efectivitat de l'estudi, tot seguit s'introdueix el concepte de la facilitat en la tècnica. Això inclou poder extreure fàcilment el testimoni de l'arbre, i poder analitzar aquesta mostra amb comoditat al laboratori.

El roure, especialment, és un arbre amb la fusta molt densa i molt dura. Si es volgués barrinar un roure, fóra recomanable fer-ho amb una barrina especial que no és tan assequible com la resta de models del mercat. Tampoc l'alzina és una espècie preferible de cara a l'estudi, però en aquest cas perquè és difícil de llegir un cop extret el core o

testimoni. La causa és que la brancada sol començar a eixir del tronc ja molt propera al peu de l'arbre, fet que dificulta l'obtenció d'una lectura clara.

A més a més, també s'ha descartat el faig. Però en aquest cas, per una raó ben diferent, però amb un fonament senzillament obvi. El cas és que no es troben fagedes extenses dins d'un radi proper al nucli de Sant Julià de Vilatorrada. Per tant, qualsevol testimoni obtingut d'alguna fageda vàlida per estudis dendromètrics en general, no seria una mostra representativa en l'àmbit del present treball.

Pel que fa als pins, qualsevol dels dos grups ens seria útil, fàcil i efectiu des del punt de vista dendromètric. En referència a les temperatures i al règim pluviomètric propi dels indrets amb presència dominant de cada espècie, els valors preferibles dels pins són tan semblants que no hi ha una diferència prou clara com per fer una decisió al respecte a partir d'aquí. No obstant això, el límit altitudinal del pi pinyer és força més baix que l'altitud mitjana dels boscos on es fa el mostratge (vora els 800 metres). I per tant, es pot molt ben considerar prendre aquesta espècie com a subjecte d'un estudi dendrocronològic a la Plana de Vic.

Per tant, l'estudi es realitza a partir de pinedes de pi pinyer. En aquest cas es troben a Sant Llorenç del Munt i a la Creu de Montagut (veure apartat 1.2.). És recomanable mostrejar més d'un bosc per tal d'aconseguir més fiabilitat i eficàcia pel que fa els resultats. Així doncs, en aquest cas s'agafen dues àrees relativament allunyades i en orientacions diferents des de Sant Julià de Vilatorrada. Talment es realitza l'estudi en sectors diferents dins d'aquests mateixos boscos.

Pel que fa a l'orientació, la preferència és sempre escollir sectors a la solana, on hi ha suficient exposició a la radiació solar per poder fer la fotosíntesi, així com tampoc hi ha un excés i acumulació d'humitat, com es dona a les obagues, que comporti una desviació de la correlació entre precipitació i creixement radial. Així mateix, també presenta aquestes desviacions un arbre que estigui arrelat a la vora d'un curs regular d'aigua. Per la mateixa raó no és gens recomanable mostrejar arbres al fons de les valls. Allí és on sovint conflueixen rieres i torrents, i també on s'acumula humitat en gran mesura. A més a més, s'hi redueix força la quantitat de radiació solar absorbible. I per si fos poc, l'afluència de torrents i rieres, juntament amb d'altres factors, causa l'acumulació de

grans masses de sediments a les fondalades, que afavoreixen el creixement arbori. Conseqüentment, s'ha considerat que la millor situació per un arbre subjecte a l'estudi, són les carenes i les vessants meridionals, tot el contrari dels fons de les valls i les zones obagues que ja s'han descrit.

Un cop a la carena, si és possible, s'ha de buscar un arbre que hagi crescut bé però en condicions d'estrès. És a dir, un arbre que hagi set dominant però que no tingui condicions tan favorables pel creixement que faci que aquest no depengui en absolut de les variables climàtiques. Sinó, no hi hauria relació entre el creixement i els registres meteorològics, i per tant no s'assoliria l'objectiu principal d'aquest treball.

Les característiques que busquem en els pins pinyers són les següents:

- **Arrels dominants respecte la resta d'arrels d'altres arbres de la vora:** Ens indica la dominància de l'arbre. Això elimina la possibilitat que un altre exemplar veí seu, hagués set més influent en el creixement que no pas els factors climàtics. És a dir, un arbre dominant el costat té capacitat d'absorbir els nutrients necessaris i de rebre prou radiació solar. En canvi, un arbre dominat depèn de l'arbre dominant pel seu creixement.



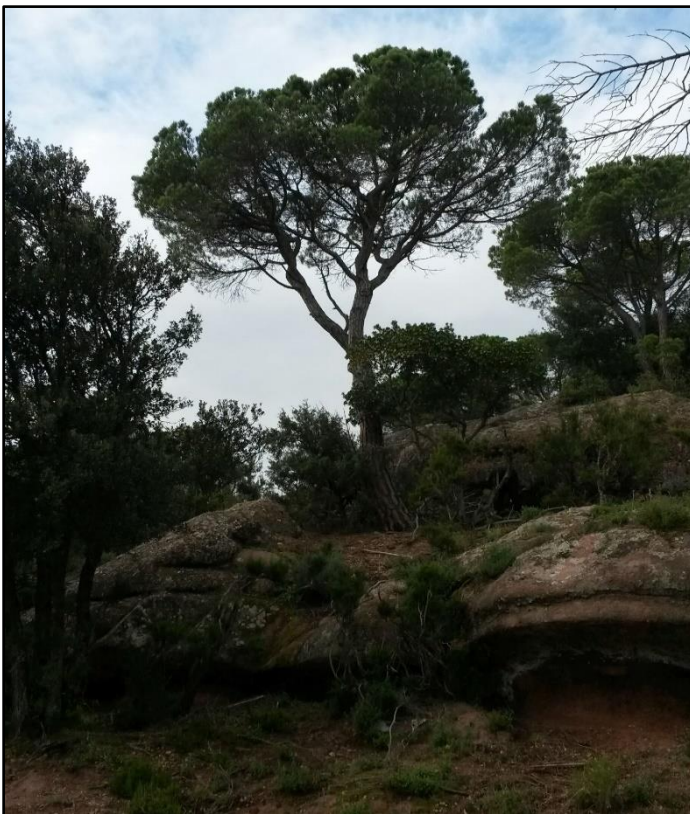
Figura 4: Exemple de dominància

- **Copa arrodonida i ample abast de la brancada:** Aquests dos factors són també indicadors de la dominància de l'arbre. En el cas del pi pinyer, la capçada ha de ser arrodonida i uniforme. A més a més, les branques o la mateixa capçada també haurien d'abastar gran part del tronc, fet que indicaria que l'arbre no ha tingut obstacles per créixer; que no ha estat dominat.

- **Poca o nul·la inclinació de tronc:** No ens interessa que el tronc estigui torçat, bàsicament per dues raons. Primerament, la inclinació dificulta la lectura dels anells un cop es trasllada el treball al laboratori. En segon lloc, la inclinació és també un supòsit d'alteració en la lectura.

Si és una inclinació sobtada, i sobretot si es corregeix posteriorment, pot ser indicador d'algun fenomen extrem determinat com ara un allau o una esllavissada que torci el tronc i danyi l'arbre. Per tant, el creixement d'aquell arbre estarà alterat durant els anys posteriors i no respon, en tanta mesura, a les variables climàtiques. Però si la inclinació és continuada, i sovint menys pronunciada, ens indica que hi ha – o hi havia – un arbre dominant actuant per sobre de l'arbre que s'està tenint en compte. És a dir, l'arbre inclinat pot no haver set dominant. Es pot suposar que no tenia accés a suficient quantitat de llum degut a l'ombra que feia un arbre dominant proper. Tot i això, la inclinació es pot produir per factors que no tenen a veure amb la dominància. En tot cas, és normal que es produeixi la inclinació per tal d'accedir a un major grau de radiació solar.

- **Sòl prim:** Un subsòl que sigui molt gruixut i tingui gran acumulació de sediments així com de matèria orgànica proporciona molt marge pel creixement d'exemplars arboris degut a l'acumulació de nutrients i matèria inorgànica essencial. D'altra banda, un sòl sec i prim és ideal perquè es doni la correlació entre creixement i condicions climàtiques, ja que aquest no actua com a agent



regulador. En aquest sentit, els subsòls idonis són aquelles fines capes de sauló o fins i tot, roques al descobert.

Cal remarcar que el pi pinyer no és un arbre molt exigent en aquest sentit. O sigui, s'adapta molt bé a sòls prims i secs com el sauló, i fins i tot té tendència a ocupar terrenys d'aquest tipus abans que sòls molt més rics.

Figura 5: VER-SS_A_03. Exemple clar d'arbre arrelat en un sòl pobre.



Figura 6: Sauló

- **Poca inclinació del terreny:** Generalment, quan el terreny és inclinat l'arbre acumula molt més material a la zona baixa de la pendent per actuar tal com un contrafort, fent una força de compressió – No obstant, en les angiospermes, per exemple, aquesta fusta de reacció a la pendent s'acumula a la part superior per tal de crear una tensió enlloc de la compressió –. D'aquesta manera s'evita que l'arbre s'inclini o fins i tot, que caigui. En tot cas, els arbres que creixen en pendent tenen un creixement excèntric.

Tot això és el que cal tenir en compte a l'hora d'escollir els arbres vàlids pel mostratge. Recapitem: l'espècie, el bosc, el sector del bosc segons l'orientació i l'elevació, i per últim, l'aparença externa de l'arbre.

Tot aquest procés de tria ve seguit, immediatament, pel sondatge (o perforació) dels exemplars arboris seleccionats. El procés en sí és simple, però comporta certa feina de rerefons que no pot obviar-se. La perforació de l'arbre es fa amb barrines forestals Pressler. En aquest cas en concret, una barrina MORA de 35 cm de llargada i 5,15 mm de diàmetre interior.

Aquest tipus de barrina, té una cavitat allargada o una mena de tub que culmina amb una hèlix metàl·lica a la part superior. L'hèlix és la part que pròpiament perfora el tronc

de l'arbre, i a l'interior de la cavitat contigua és on queda col·locat el testimoni que s'extreu. Llavors s'introdueix una espasa o extractor per la part del tub oposada a l'hèlix, amb la qual s'enretira el testimoni. L'únic problema que es podria tenir en aquesta part del procés seria el d'obtenir un testimoni que no sigui llegible en un microscopi. Cal prevenir-ho.

El primer pas per evitar algun problema és fer un bon manteniment de l'eina. Això implica lubricació, neteja i afilament. ^[2] Si no es manté la barrina en bon estat, pot ser que els testimonis surtin ratllats, a trossos, o fins i tot que s'encallin a dins la barrina mateixa, a causa de la fricció produïda amb el tub per no haver afilat el fil de l'hèlix, o bé per la presència de restes d'altres perforacions que no s'hagin netejat.

A més a més ja s'ha de procurar que l'arbre sigui l'adequat per no tenir obstacles posteriorment. És a dir, descartar arbres que estiguin podrits, ja que la fusta es pot comprimir a l'interior de la barrina fent-te molt difícil l'extracció. També fóra recomanable evitar nusos dels arbres per tenir una lectura adequada. I en aquest sentit, si es dóna el cas d'un arbre situat en pendent, el millor és perforar lateralment a la pendent per evitar trobar-se amb fusta acumulada com a reacció a la pendent, fet que també n'alteraria la lectura. ^[21]



Figura 7: Procés de sondatge amb una barrina Pressler.

Ja per acabar, cal apuntar dos aspectes més referents a la perforació. En primer lloc, cal fer-la, sempre que es pugui, a l'alçada de pit de la persona qui barrina. Per conveni, però, sol ser a 1,3 metres d'alçada, que ja és sovint aquesta alçada de pit. Les raons són, per una banda la facilitat mecànica per barrinar, i per l'altra, la veracitat de la comparació amb dendrologies d'altres estudis on també s'ha extret el testimoni a aquesta alçada. El segon apunt final és important per l'arbre. I és que després de la perforació cal segellar el forat que s'ha deixat. Es pot fer amb escorça del mateix arbre, però el millor fóra tancar el forat amb cera. ^[21]

Per últim, també cal fer referència a la codificació de les mostres que s'ha utilitzat en el treball. El codi d'identificació que es farà servir a partir d'ara es basa en tres parts:

- Bosc d'on s'extreu la mostra: PAG en el cas del bosc de Puig l'Agulla – Montagut i VER o VER-SS en relació al bosc de La Verneda. SS és una subdivisió del bosc de la Verneda que significa Serrat de les Saleres.
- Caràcter de la mostra: s'escriu A si és un arbre, P si és un punt geogràfic i M si és una mostra qualsevol que no sigui un testimoni de l'arbre.
- Numeració de la mostra: les mostres extretes del mateix lloc i amb el mateix caràcter es numeren per diferenciar-les. El número té dos dígits.
- En el cas dels testimonis extrets d'un arbre, es fa una subdivisió numeral entre parèntesis. Per tant, cada testimoni rep un nombre que complementa el nombre de l'arbre.

Així doncs, el segon testimoni del sisè arbre sondejat al Bosc de la Verneda es codifica de la següent manera: **VER_A_06 (2)**

2.2.2. Mesura i anàlisi de les cronologies

Els testimonis obtinguts del sondatge es sotmeten, tot seguit, a un procés d'optimització previ a l'anàlisi pertinent. Ja s'ha fet esment de la importància que el testimoni sigui llegible, doncs bé, no n'hi ha prou amb escollir l'arbre adequat i realitzar el procés de sondatge de forma correcta, sinó que també s'ha de preparar apropiadament cada testimoni per ser analitzat.

Sovint els testimonis presenten partícules o alteracions que en distorsionen l'anàlisi visual. Per exemple, és típic que hi hagi ratllades a la superfície del testimoni, produïdes per el mateix fil de l'hèlix de la barrina, o bé per la punta de la llança durant el procés d'extracció. També hi pot haver restes de resina o brutícia diversa que s'hagi pogut acumular a l'interior del tub de la barrina. El conjunt d'aquests elements redueix la nitidesa de la imatge del testimoni, tan a ull nu com a través d'una lupa.

Per això, és precís llimar amb cura la part de la superfície del testimoni que es vulgui analitzar. Es sol utilitzar paper de vidre, com més prim millor. És clar, que com més gruixut sigui el paper de vidre, menys nitidesa tindrà la imatge del testimoni a través de la lupa.

En aquest estudi s'han utilitzat el següent mètode per tal d'establir cronologies a partir de l'observació dels testimonis: a través d'una lupa microscòpica industrial. Aquesta observació permet observar i determinar el gruix de cada anell de creixement radial a través del testimoni.

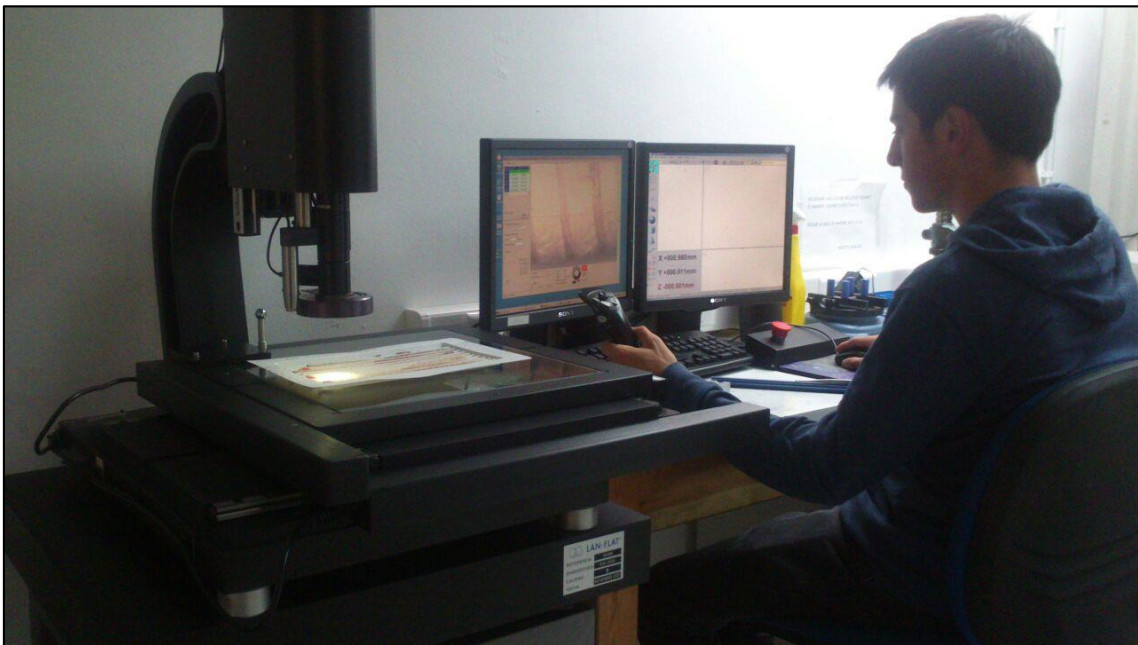


Figura 8: Dispositiu emprat per la mesura del gruix dels anells dels arbres. A la part esquerre de la imatge s'aprecia la càmera que es va fer servir on hi ha també dipositada la safata que conté els cores o testimonis. A la part central de la mateixa imatge es situen els dos monitors que mostren la imatge captada per la càmera i la mesura del gruix de cada un dels anells mesurats.

La metodologia és simple. En primer lloc es fixa el testimoni per tal que no es mogui durant l'observació. A continuació es posa sota el visor de la càmera. En aquest cas, la càmera té una precisió d'una micra. Cal dir que tot i això, l'error humà fa que la precisió de la mesura sigui força menor. Un cop s'han fet els ajustos pertinents, es mesura el gruix de cada anell a través de l'assistència d'un programa informàtic que incorpora la pròpia la càmera. Aquest programa mostra la imatge amb una alta resolució i força augments, i fixa uns eixos X i Y sobre la imatge. Per fer una mesura tan sols s'ha de desplaçar la càmera de l'aparell la distància pertinent mitjançant un comandament joystick. A mesura que s'efectua aquest desplaçament, la pantalla en mostra el valor corresponent de l'eix X de coordenades que és el valor de la mesura del gruix l'anell de l'any en qüestió.

Un cop es tenen les cronologies de les mesures de creixement radial en mil·límetres s'elabora l'índex de creixement de cada cronologia. Un índex de creixement és una operació estadística que posa en relació un valor determinat amb els valors del seu entorn (en aquest cas, en referència a l'escala cronològica).

A la pràctica això implica establir dues operacions diferents. En primer lloc s'efectua la mitjana aritmètica entre un determinat valor corresponent a un any concret i els valors corresponents als tres anys previs i posteriors d'aquell valor. El valor obtingut de la mitjana es divideix, a continuació pel mateix valor corresponent a l'any en qüestió. Així doncs, com ja havíem dit, es relaciona cada una de les mesures en concret amb la mitjana aritmètica de les mesures dels anys més pròxims. La fórmula d'aquest índex és la següent:

$$\text{Valor de l'índex de creixement en una mesura } n = \frac{\sum_{(n-3) \leq i \leq (n+3)}^i m_i}{7 m_n}$$

El valor de l'índex de creixement arbori obtingut per mitjà de la operació anterior ens permet normalitzar les dades de les dendrologies. O sigui, la seva finalitat és posar cada un dels valors en el context dels anys que l'envolten per tal de relativitzar les alteracions que pugui presentar i així augmentar el seu senyal climàtic. En altres paraules, aquesta operació actua com un filtre per tal de reduir la influència de variables extraclimàtiques en el creixement arbori.

En aquest punt del procés, cal recapitular i veure en quin punt estem. L'objectiu d'aquest treball és poder establir una relació dendroclimàtica suficientment significativa a nivell estadístic per tal de poder reconstruir les dades d'un buit en el registre meteorològic de Sant Julià de Vilatorrada. Pel que fa a l'apartat estricte de la dendrologia, de moment s'han escollit els arbres que seran l'objecte d'estudi; se n'ha extret les mostres de testimonis corresponents; s'ha realitzat la mesura del gruix dels anells de cada testimoni; s'ha informatitzat tota aquesta informació en forma de cronologia, de les quals, finalment se n'ha elaborat un índex de creixement per a cada una. Aquests índex de creixement són les dades que ens permetran establir les relacions dendroclimàtiques que esmentàvem com a objectiu.

A partir d'ara es fa una comparació de tots els índex de creixement començant per les relacions més directes i a petita escala (comparació entre els diversos testimonis d'un mateix arbre) fins arribar a les de més gran escala (comparació entre els índex mitjans dels diversos boscos estudiats).

Per tant, posteriorment a l'establiment de totes les dendrologies, es procedeix a analitzar la concordança entre els diversos testimonis de cada arbre. És a dir, es superposen les cronologies dels diversos índex de creixement establerts en cada testimoni per tal de veure si les variacions en el creixement de l'arbre es mostren igual en totes les dendrologies que se n'han pres, o sigui, saber si són coherents.

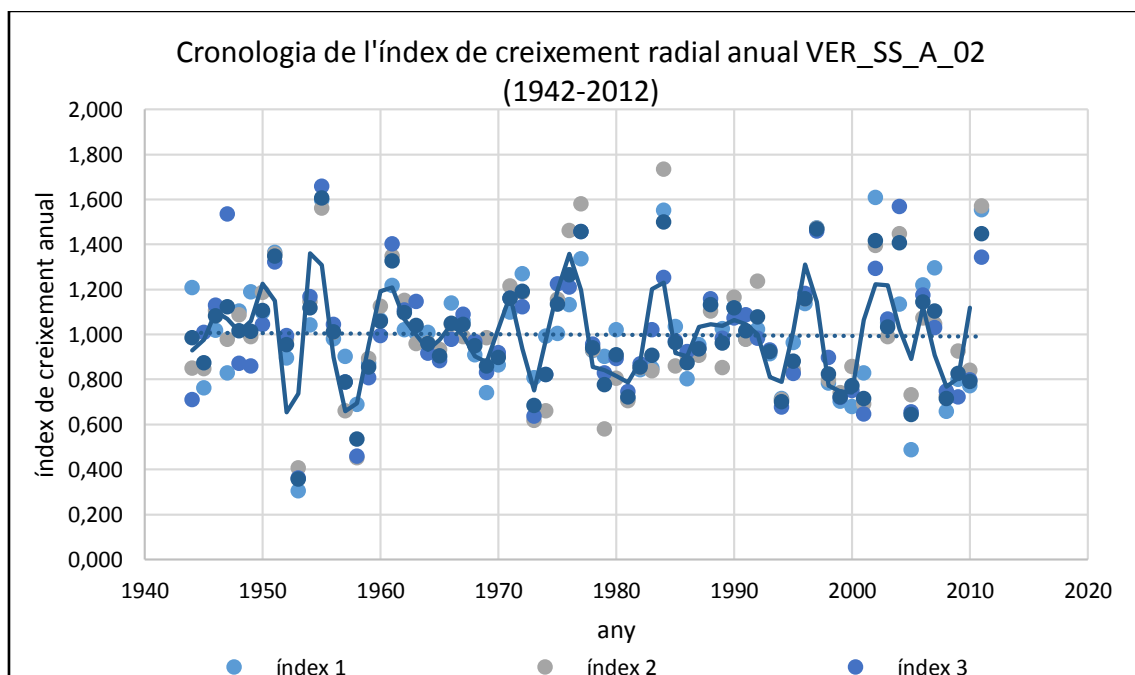


Figura 9: Gràfica de caràcter dendrològic on es mostren sobreposats els diversos índex de creixement (1, 2 i 3) corresponents als diversos testimonis (1, 2 i 3, respectivament) d'un mateix arbre, el VER-SS_A_01. A través d'algun programa informàtic adequat es pot comparar el grau de correlació o concordança que existeix entre cada un dels valors de cada testimoni en un mateix any, així com la seva línia de tendència, per tal d'apreciar si en la presa de mesures o en la seva informatització s'ha esdevingut alguna alteració que desvinculi de forma clara, rara i evident, un testimoni de la resta dels testimonis d'un mateix arbre.

Cal tenir en compte un conjunt d'alteracions físiques que és comú que es produeixin en algun testimoni, que no es poden solucionar i que ens priven de prendre mesures correctes als punts cronològics que afecten. Per exemple, l'elevada i sobtada força de tracció que s'exerceix sobre el testimoni, en el moment de retirar la llança del tub de la barrina, pot provocar el cisallament de parts situades a l'extrem exterior del testimoni. Així mateix, es pot produir el trencament del testimoni en qualsevol altra part a resultes de pressions puntuals mentre s'està manipulant, o bé perquè el testimoni, ja extret, no està del tot ben fixat i, quan s'asseca, es deforma o es trenca.

En tot cas, un cop les dades estan informatitzades i es tenen els índex de correlació, aquestes petites alteracions són fàcilment apreciables ja que distorsionen la correlació del conjunt. En el primer cas, la part que queda llegible de les mesures del testimoni s'ha de desplaçar en l'escala de temps ja que els últims anys del seu registre, i per tant la referència, s'ha perdut. Dit d'altra manera, l'any 0 del testimoni restant no es correspon a l'any 2014. La comparació dels diversos testimonis de cada arbre ens permetrà ajustar-los entre ells i la comparació de la mitjana dels índexs de cada arbre permet establir finalment la situació de les dendrologies en l'escala temporal. Cal dir que també els anys que presenten fenòmens meteorològics extrems locals sovint són anys d'un creixement arbori marcadament baix, així doncs, aquests fenòmens també serveixen de guia i referència per situar les dendrologies en l'escala temporal.

A continuació es fa la mitjana aritmètica dels índex de creixement anuals de tots els testimonis d'un arbre en concret. Finalment, es repeteix aquest procés amb totes les mitjanes dels índex per tots els arbres d'un mateix bosc, i posteriorment, per la totalitat de les dendrologies de l'estudi. Així es pot establir si hi ha concordança, o no, en les variacions del creixement de tots els arbres. És a dir, es pot saber quina és la qualitat del senyal climàtic comú.

Any	Index 1	Correcció	Index 2	Correcció	Index 3	Correcció
2015	0	2	0	0	0	0
2014			0,7566625		0,8953533	
2013	0		1,0450328		1,1528641	
2012	1,1598662		0,8875928		1,0804279	
2011	1,5519279		1,5679823		1,3416824	
2010	0,7699439		0,8392268		0,7968578	
2009	0,7996446		0,9247815		0,7211438	
2008	0,655549		0,7249668		0,7462946	
2007	1,2947191		1,0447843		1,0279042	
2006	1,217314		1,0723268		1,173805	
2005	0,4859056		0,7295874		0,653325	

Figura 10: Captura de pantalla d'un fitxer de Microsoft Excel on es veu el desplaçament que ha tingut el primer testimoni (índex 1). En aquest cas se n'havia perdut els dos primers anys degut a alguna alteració física de les que hem esmentat. Tal com es pot apreciar clarament, el testimoni s'ha col·locat d'acord amb els altres dos dels quals es disposava, posant el seu extrem exterior en l'any 2012, aplicant la correcció, doncs, de dos anys. Cal dir que aquesta correcció es realitza a través de càlculs, procediments i fórmules més elaborats però que es mostra aquesta imatge per tal de fer més gràfic tot el procés.

Des d'un punt de vista estadístic, aquesta anàlisi de concordança es fa per mitjà d'una recta de regressió i del gradient de determinació. Mantinent la tònica que sosté tota la metodologia, la raó per la qual s'obté aquest gradient és per saber la fiabilitat i exactitud que es plasmarà en l'aproximació a la reconstrucció. El gradient de determinació, tal com suggereix el mateix nom, és un indicador de la precisió o exactitud amb la qual es pot determinar el pronòstic del segment d'una sèrie de dades en relació amb una altra sèrie de dades o el conjunt de múltiples sèries de variables independents.

Aquests conceptes es poden explicar concisament i clara de tal manera que totes els processos posteriors s'entenguin millor. Una recta de regressió no deixa de ser la representació gràfica d'una funció. Aquesta funció, utilitza una expressió per determinar uns valors d'una variable dependent (y) en funció de la variable independent (x). Aleshores es fa una prova, que consisteix en què s'aplica la funció coneguda sobre els valors x per determinar els valors y segons la fórmula. És a dir, com que la funció que determina la recta de regressió conté una constant de proporcionalitat, s'aplica aquesta constant de proporcionalitat a una de les sèries per tal de pronosticar l'altra. Al cap i a la fi, aquest treball pretén trobar aquestes constants de proporcionalitat d'alguna funció que representi la relació entre el creixement dels arbres i les variables meteorològiques.

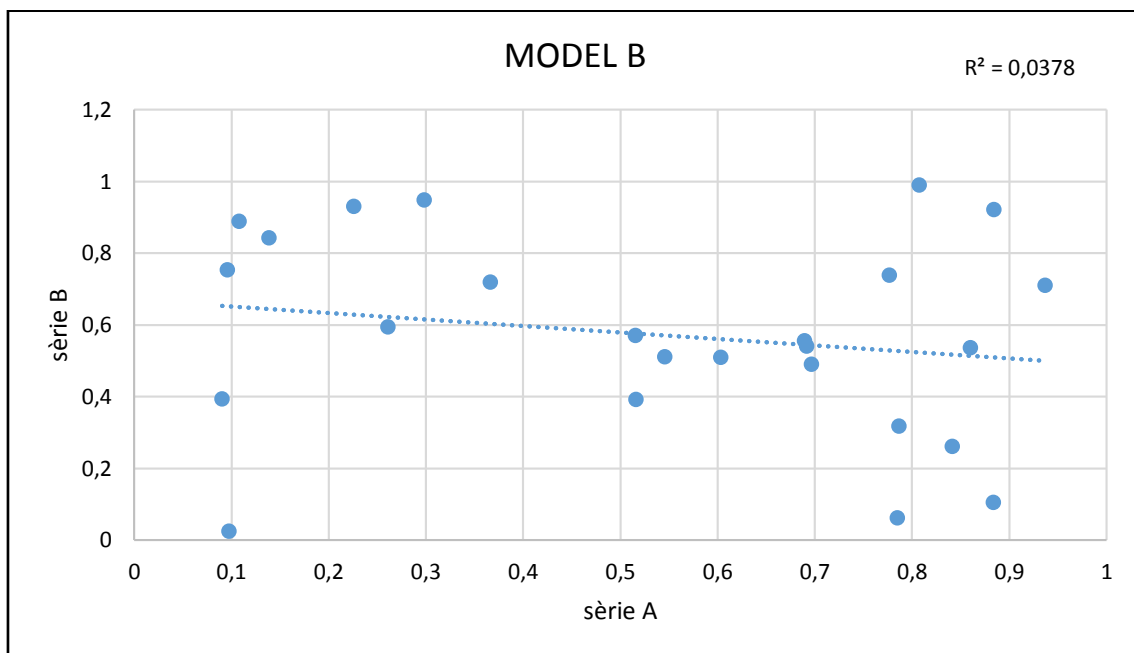
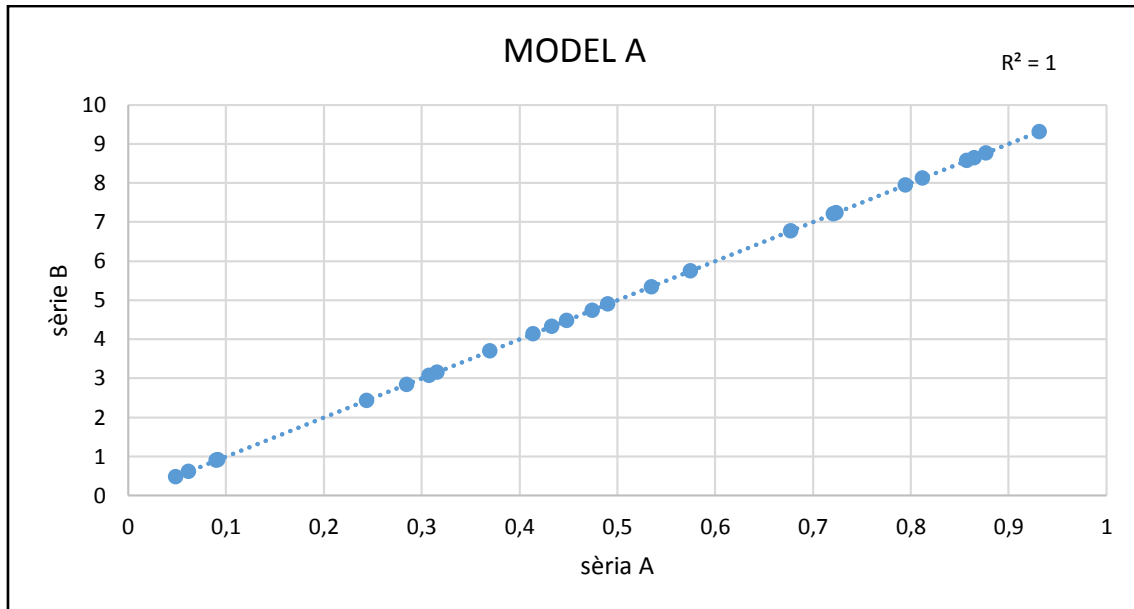


Figura 11: Gràfics model on es mostren els casos oposats de correlació. El Model A representa la relació de proporcionalitat perfecta entre dues variables, on els seus valors descriuen una recta que ve exactament definida per una funció. Per contra, el model presenta una valors disposats de forma aleatòria, coneguda com a núvol de dispersió. Aquí la relació de proporció entre les dues variables és quasi nul·la ja que no es corresponen a la recta de regressió (marcada en línia discontinúua).

Bé doncs, el gradient de determinació representa el percentatge de valors que s'han pronosticat correctament (o aproximat en un 95%) a partir de l'aplicació de la funció de la recta de regressió en una variable o sèrie de dades. Són valors que es troben entre 0 i 1, essent 1 el valor màxim (Model A) i 0 el valor mínim possible (semblant al model B).

A mode de conclusió, cal apuntar que no s'espera obtenir uns coeficients de determinació gaire elevats, i fins i tot, poc significatius des del punt de vista estadístic. Sí que en el cas de les relacions entre dues sèries de temperatura o de precipitació, és d'esperar que les relacions tinguin una alta qualitat. No obstant, quan aquestes sèries no es relacionen entre elles sinó amb el creixement arbori, cal tenir en compte que les dades dendrològiques són de caire experimental, i per tant, indueixen un cert error. De fet, tots els processos realitzats durant el treball de camp i l'anàlisi de registres, des de la tria de l'espècie fins a la determinació d'índex de creixement, van enfocats a reduir en la major mesura possible la influència de variables no relatives amb el clima que també tinguin incidència en el creixement arbori. Tot i això, l'escassa capacitat de calcular o estimar tots els factors condicionants del creixement en cada un dels arbres en particular condueix al fet que la relació entre valors climàtics i creixement radial sigui sovint força feble.

2.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica

Un vegada s'han obtingut els coeficients que determinen la qualitat de la relació entre les dues variables de cada observatori meteorològic respecte el de St. Julià de Vilatorrada, i també, per altra banda, el que estableix aquesta qualitat entre les diverses dendrologies, es pot efectuar el pronòstic.

Les dades que pot proporcionar el pronòstic varien en funció de les sèries que es tenen en compte. És a dir, no es pot aproximar una dada mensual tan sols a partir dels registres dendrològics. Senzillament, aquests registres no es distribueixen mensualment sinó que ho fan per períodes anuals i també per estivals (Maig – Setembre). Per tant, les dades obtingudes a partir de la reconstrucció per valors de registres dendrològics només proporcionaran valors equivalents a totals i mitjanes anuals i estivals. Tot i això, sí que es poden obtenir aproximacions a les dades mensuals fent el pronòstic respecte de les variables de valors pluviomètrics i termomètriques mensuals del registre de cada observatori en relació a les dades existents del de Sant Julià.

D'altra banda, també es realitza el pronòstic enfocant-lo des d'una altra vessant. Les dades del registre dendrològic actuen com a reforç per l'operació prèvia al pronòstic amb dades meteorològiques (en valors anuals). És a dir, si bé es pot establir una relació

significativa entre dades climàtiques per tal d'aproximar un pronòstic, aquesta relació es pot reforçar amb les dades dels diversos registres dendrològics per tal de millorar la qualitat de la relació i així obtenir un pronòstic més significatiu a nivell estadístic. Per tant, a la operació de la regressió múltiple en variables meteorològiques, que dóna els gradients de determinació corresponents, s'hi adhereixen, a mode de complement de les variables independents d'aquesta relació, els registres de creixement arbori.

La reconstrucció es fa amb la funció TENDENCIA d'Excel, que aplica la funció de la recta de regressió. Per funcionar correctament, la funció TENDENCIA necessita tenir valors a totes les variables independents, per cada variable dependent a estimar. Per tant, si hi ha absència de dades d'alguna variable independent en algun període comprès pel buit de dades de Sant Julià, el pronòstic no es desenvoluparà en tots els anys del seu buit. Si és el cas, s'elimina la variable que limita els anys del pronòstic per tal d'obtenir el pronòstic complet o bé s'admet obtenir un pronòstic que compregui menys anys però que sigui altament més fiable.

Aquest pronòstic és l'aplicació de la funció donada per la recta de regressió múltiple sobre els valors d'una variable independent (x) corresponents a uns valors (y) que no existeixen.

Per tal de determinar el grau de veracitat dels pronòstics aproximats, es troba el coeficient de determinació R^2 de les sèries. S'ha considerat que si aquest coeficient resulta trobar-se per sota del 0,6, la relació en qüestió no pot ser inclosa en el pronòstic. Per tant, si alguna relació es troba per sota d'aquest grau de correlació, en serà descartat el pronòstic.

3. RESULTATS

3.1. Estudi climàtic

3.1.1. Trets característics dels registres

Els registres que s'han tingut en compte en aquest treball són els de precipitacions i els de temperatura mitjana. La premissa que ho sosté és que aquestes dues variables són les úniques que s'han pogut aconseguir del registre de Meteovilatorta de l'estació de Sant Julià de Vilatorça. Com ja sabem, el registre en aquesta estació presenta un buit entre l'any 1957 i 1986. Al registre anterior a aquesta etapa (custodiat per la AEMET) s'hi troben diversos mesos sense dades, o amb dades incompletes. En tot cas, el registre pluviomètric comença l'any 1917 mentre que el termomètric té els seus inicis a l'any 1930, 13 anys més tard. Aquests petits buits han estat reconstruïts de forma aproximada, tal com s'ha indicat a l'apartat 2.1.1.

Aquest patró, on el registre pluviomètric és més antic que el termomètric, és quelcom comú en quasi bé totes les estacions compreses en el treball. L'excepció és l'estació de l'indret de Torre Llebre. En aquest cas, es té un registre continuat des de l'any 1940 de forma simultània entre pluges i temperatures mitjanes. L'observatori amb més antiguitat del registre és Prats de Lluçanès, que des del 1911 i de forma força continuada, recull dades pluviomètriques i des de 1974 també termomètriques. No és casualitat que en tants observatoris es comencés recollint tan sols dades pluviomètriques i més tard dades termomètriques. No cal dir que els aparells per mesurar la temperatura amb precisió són menys assequibles i accessibles que els que es necessita per mesurar dades pluviomètriques amb una precisió equivalents – fet que a l'època on es comencen les primeres mesures encara era més descarat –. ^[16]

Com es pot observar a les figures 19, 20 i 21, tots els valors de precipitació acumulada anualment superen els 700 mm³ a excepció de l'estació situada al nucli de Prats de Lluçanès, que al seu torn és l'única que queda situada fora de l'àmbit geogràfic de la Plana de Vic, trobant-se ja a l'altiplà del Lluçanès. Les precipitacions estivals queden distribuïdes de forma molt més irregular, però se'n pot destacar l'escreix amb el qual l'estació de Torelló supera els valors de la resta d'estacions. Pel que fa a termometria, és fàcil comprendre en la figura 20, que efectivament hi ha una forta analogia entre els

valors anuals i els estivals. O sigui, les estacions amb temperatures més elevades són les més càlides tant pel que fa al conjunt de l'any com als mesos d'estiu. El valor més baix en les anuals, amb certa diferència, és el de Prats de Lluçanès.

Un altre aspecte rellevant de l'anàlisi climàtica són les tendències dels valors de precipitació i temperatures mitjanes. A grans trets podem dir que l'acumulació de precipitació anual tendeix a la baixa. Aquest aspecte es percep de forma molt clara a totes les estacions exceptuant Sant Julià de Vilatorça, on no existeix una tendència rellevant. Destaca el dèficit de 150 litres en els últims 90 anys que presenten les dues estacions més septentrionals, i també Vic.

Per altra banda, el clima també tendeix a ser més calorós, pel que fa a temperatures mitjanes. Aquest aspecte es veu molt clar en períodes més recents, però en registres llargs, com és el cas de Torre Llebreta, pràcticament no hi ha una tendència a l'alça o a la baixa. Aquesta estació en concret presenta un període de temperatures particularment baixes situat entre els anys 60 i 80, coincidint amb part dels anys que es comprenen en la reconstrucció del registre de Sant Julià de Vilatorça. La zona on més destacat és l'augment de temperatures mitjanes (+2°C des de la dècada de 1980 fins ara) és Prats de Lluçanès, i tot el Lluçanès per extensió. A la zona central de la Plana, aquest augment és d'un grau centígrad. Mentrestant, la resta d'estacions presenten una tendència menys significativa. Torelló disposa d'un registre massa curt per ser considerat en aquest aspecte. Els informes climàtics es solen fer amb períodes de trenta anys, i l'estació de Torelló tan sols porta vint anys recollint dades termomètriques. El conjunt d'aquestes tendències s'exposa a les figures 25 i 26.

Tant les tendències com els valors mitjans de precipitació i de temperatura donats pels observatoris en global, s'han de contextualitzar. És a dir, hi ha registres que són francament més curts que els altres. Destaca la gran quantitat d'anys que separa l'inici de les mesures termomètriques a Sant Julià amb el de Torelló, per exemple. Com que el període en què es comprèn el registre no és el mateix ni és de llargada similar, i tenint en compte que el clima és quelcom constantment canviant, els valors obtinguts en els apartats anteriors són relatius. Si bé no cal fer cap apunt en referència a les dades d'acumulació de pluja ja que totes es remunten prou anys enrere, sí que és precís esmentar el fet que hi ha importants lapsus de temps entre els inicis de presa de

temperatures tal com s'ha exemplificat amb l'observatori de Sant Julià de Vilatorca i el de Torelló.

Tot i això, sí que és clar, i ha quedat palès arrel de diversos estudis, que hi ha una tendència a l'alça pel que fa a les temperatures i el contrari pel que fa a pluviometria.

[23]

3.1.2. Anàlisi comparatiu dels registres meteorològics

S'ha establert un total de vuit relacions diverses entre els registres de Sant Julià de Vilatorca i els de la resta d'observatoris compresos en l'estudi, que es poden separar entre les que són relatives a la termometria, i les que ho són a la pluviometria. Els termes a què es fa referència en aquest apartat són els següents:

- Valors mensuals: Els fons documentals consultats, pel que fa a meteorologia, proporcionen dades amb valors mensuals. És a dir, són mitjanes o totals dels valors diaris de temperatura o acumulació de pluja al llarg d'un mes.
- Mitjanes totals de valors mensuals: Són les mitjanes dels valors mensuals al llarg de tot el registre. O sigui, el resultat final que se'n deriva són dotze valors – un per cada mes – corresponents a les mitjanes de tots els valors mensuals d'aquell mes al llarg del registre.
- Valors anuals: Sumes – referent a precipitacions - o mitjanes – referent a temperatures - dels valors mensuals de cada any.
- Valors del període estival: Sumes – referent a precipitacions - o mitjanes – referent a temperatures - dels valors mensuals de cada període de creixement arbori corresponents a un any en concret.

TERMOMETRIA:

MITJANES TOTALS DE LES MITJANES MENSUALS:

La qualitat de la relació entre les mitjanes mensuals totals de temperatura mitjana en la totalitat de les relacions establertes es situa en valors molt propers a 1, que és el valor màxim possible en aquesta operació. La relació amb menys qualitat és la que s'estableix amb Prats de Lluçanès, tot i que el valor que s'obté és igualment significatiu.

MITJANES MENSUALS:

En aquest cas, la sèrie de relacions és força irregular fins a mitjans d'any. No és fins llavors que el comportament de les sèries de cada estació es comporta de forma regular respecte la resta. En aquest període podem dir que l'estació amb menys qualitat de relació és la de Vic, i per contra, la que hi manté una relació més significativa és Taradell. El període de finals d'any és també l'espai temporal on les correlacions són més elevades a totes els observatoris meteorològics. En concret, el valor més elevat de correlació es produeix al juny, a l'observatori de Taradell. El més baix es troba a l'indret de Prats de Lluçanès en referència al mes de març. També són rellevants els pics baixos que comprenen els mesos de gener i maig tots dos a l'observatori vigatà.

MITJANES ANUALS:

En aquest cas s'ha avaluat la qualitat de la relació entre les mitjanes anuals de temperatures mitjanes al llarg de tota una sèrie d'anys de tots els registres. Els coeficients de correlació són francament poc significatius. El mínim es troba a Torelló, l'estació amb el registre més curt, essent de 0,029 el coeficient de correlació de determinació. El màxim és un 0,475 a Taradell, on la cronologia és suficientment llarga, i la proximitat amb Sant Julià de Vilatorrada és considerable.

MITJANES DEL PERÍODE ESTIVAL:

Aquesta relació és similar a la que s'estableix a l'apartat anterior, però s'introdueix el matís de tan sols tenir en compte els mesos d'estiu, o més ben dit, els mesos on s'estima que els arbres de la zona estan en període de creixement. Això és, de maig a setembre, tal com s'ha explicat en l'apartat 2.1.1.. La qualitat de les relacions millora lleugerament respecte de les mitjanes anuals. Tot i això, segueix sent poc significativa. Altre cop, l'estació on més elevat és el coeficient de determinació és Taradell (0,640).

PLUVIOMETRIA

SUMES TOTALS DE LES MITJANES MENSUALS:

Les relacions establertes entre les mitjanes del total de precipitació acumulada mensualment són suficientment significatives, tal com les seves homòlogues pel que fa a temperatures mitjanes, tot i que els valors són un xic inferiors. La correlació més baixa, 0,838, es dona altre cop a Prats de Lluçanès, l'estació més allunyada del nucli de Sant Julià.

MITJANES MENSUALS:

La qualitat de la relació presenta valors més elevats durant el mesos d'hivern mentre que els valors menys significatius es troben a la tardor. L'estació amb menys correlació és la de Prats de Lluçanès, i pel contrari, tan Vic, Taradell i Torre Llebreta mantenen coeficients de correlació força elevats durant tot l'any amb Sant Julià de Vilatorrada. El valor de la correlació de determinació més elevat és de 0,949 al novembre a Vic, i el més baix és de 0,2011 al setembre a Prats de Lluçanès.

TOTAL ANUAL:

El mateix patró que en les temperatures es segueix en les precipitacions. És a dir, respecte les mitjanes de cada mes, el total anual de precipitacions té menys qualitat en les relacions establertes entre les estacions. Tot i això, sí que és cert que la davallada no és ni molt menys tan destacada com en el cas de les termometries. Altra vegada, el valor menys significatiu és el de Prats de Lluçanès, i el més elevat és el de Taradell.

TOTAL DEL PERÍODE ESTIVAL:

En aquest cas, la relació entre les sumes estivals de precipitació mensual total entre les diverses estacions mantenen una gran similitud amb les relacions de sumes anuals. Tan sols una sola estació, la de Torre Llebreta, presenta una divergència aparentment destacable.

Les figures que comprenen totes les relacions anterior són les figures 31, 32, 33 i 34.

3.1.3. Anys característiques i fenòmens meteorològics extrems

Ja de cara a l'estudi dendroclimàtic, és important identificar els anys anòmals que poden tenir una repercussió diferenciada, clara i directe en el creixement arbori d'un any concret. Hi ha dues maneres d'identificar aquestes anomalies. En primer lloc, s'han de tenir en compte els anys o períodes estivals que presenten un pic – ja sigui de valors elevats o de reduïts – de temperatura mitjana o bé de precipitació. En principi, un any extraordinari pel que fa al comportament del clima s'hauria de reflectir en el comportament del creixement radial arbori. Els anys característics dels registres climàtics estudiats es presenten en les figures 22 i 23.

D'altra banda, existeixen fenòmens meteorològics extrems que són la causa de davallades sobtades en l'índex de creixement radial. Aquests fenòmens comprenen les nevades, riuades i d'altres episodis d'important rellevància que puguin afectar negativament el creixement arbori.

Dels fons documentals que s'ha consultat se n'ha extret un llistat d'anys amb condicions extremes desfavorables pel creixement arbori. El més destacable és la nevada i posterior temporal de vent esdevinguda a principis de febrer de l'any 1986, que en conjunt van provocar caigudes d'arbres als boscos que circumden la plana. Altrament, també hi ha hagut nevades importants com les del 1962, amb gruixos de fins a 50 cm, o la del 2001 que amb 30 cm de neu va col·lapsar la comarca en general. Per altra banda, durant aquest segle algunes nevades febles (2003 i 2006) han provocat la caiguda de diverses branques. Pel que fa a les riuades, en destaquen dues als anys 1960 i 1962 així com també la riuada globalitzada del 1994. ^[22] Per tal de trobar aquests fenòmens extrems, s'ha consultat, deixant a part els llibres, tots els exemplars dels diaris d'El 9 NOU i del diari Ausona.

3.2. Estudi dendrològic

3.2.1. Característiques generals dels arbres

El total de cronologies establertes és de 13: 4 de la zona de Montagut, i 9 del bosc de la Verneda. Aquesta diferència considerable en la quantitat d'arbres inclosos en l'estudi, es deu en part a la quantitat d'arbres sondejats també en l'estudi. La quantitat d'exemplars sondejats a la Verneda és força més elevat degut també a la major extensió de terreny comprès en la parcel·la. La definició de les àrees estudiades es troba en l'apartat 1.2. del present treball. La totalitat de les mostres extretes és de *Pinus pinea*. Els arbres de la primera zona són els menys vells; ronden al voltant dels 70 anys. Pel que fa a la segona zona, els arbres es presenten força més longeus. Tret d'un exemplar, tots superen els 70 anys i molts ronden els 90. Fins i tot hi ha dos exemplars que, tot i que es tracta d'una aproximació, podrien sobrepassar els 130 anys.

Aquesta distribució de les edats no sol concordar especialment amb el diàmetre del tronc de l'arbre (mesura presa a 1,3 metres respecte el terra). Tot i això si que cal apuntar que els arbres de més edat, en el cas de la Verneda, són precisament els de

menys alçada. Podem afirmar que els arbres de més edat són aquells arbres que també es troben en condicions d'estrès més extremes. Per exemple, tant el VER_03 com el VER_06 són arbres d'un diàmetre molt reduït però que per les condicions del seu entorn més immediat el gruix dels anells dels seus arbres és molt petit. Això es veu de manera molt clara en el fet que ambdós arbres han arrelat sobre una roca mare granítica, i per tant, les seves condicions de creixement vénen molt limitades. Són arbres que compleixen els requeriments per ser considerats en situació d'estrès. Així doncs, és de notable importància adonar-se que els arbres de més edat, altre cop, o bé es troben en terrenys amb un pendent pronunciat o bé han arrelat en un subsòl molt pobre, com ara sobre roques granítiques.

Per altra banda, la vegetació que contextualitza l'entorn dels exemplars és força similar en tots els casos. Hi ha un clar domini de *Quercus pubescens* i *Pinus sylvestris*, però no pas de *Pinus pinea* en concret. És a dir, els pins pinyers sondejats es troben dins d'un bosc però on el pi pinyer no és l'espècie predominant. La coberta arbustiva es constitueix en gran part per bruc, ginebró i gramínies. D'altra banda, també s'han trobat alzines, falgueres, cirerers bords, molsa i boix al voltant d'alguns arbres. Tota la informació descrita fins ara en aquest apartat es resumeix en les figures 46 – 58.

Un altre aspecte rellevant de les dendrologies és saber-ne la tendència que té el seu creixement. El més natural fora que els arbres anessin decreixent de forma progressiva en funció del seu envelliment. Per descomptat, quan l'arbre és jove té un creixement irregular i força major respecte els anys posteriors. En definitiva, el mateix passa amb els éssers humans. Al cap d'uns anys, el creixement de l'arbre es sol normalitzar i presenta valors de creixement radial inferiors als de la seva joventut. Aquest patró és seguit per gran part dels arbres sondejats. Tan sols els arbres VER_03, VER_06 i PAG_04 augmenten el creixement al llarg de la seva cronologia. El cas dels dos arbres mostrejats a la Verneda és especial, com ja s'ha indicat, perquè són arbres podrits en la seva part més interna. Per tant, la cronologia establerta a partir d'aquests arbres no arriba ni de bon tros al centre del tronc, on els anells pertanyen als anys més joves, i per tant, on el creixement és més elevat. A conseqüència de la manca d'aquests primers anys, la tendència es construeix quan el creixement radial de l'arbre ja s'ha normalitzat. En aquesta època, el creixement radial arbori ja no ve determinat en tan gran mesura per

l'edat de l'arbre i les seves pròpies condicions sinó per les condicions climàtiques externes. Aquest fet és del tot interessant, ja que un dels objectius d'aquest treball és confirmar l'existència d'una relació forta entre el creixement dels arbres i les condicions climàtiques. No obstant, en aquest apartat en concret el que es vol és demostrar com els valors de creixement arbori es normalitzen i es redueixen a mesura que l'arbre envelleix.

Precisament a l'hora de fer aquestes tendències s'eliminen els primers anys de les cronologies establertes per tal de poder obtenir relacions amb el clima i amb els altres arbres de caràcter més fort. Tot i això, la tendència a disminuir el creixement radial segueix present en molts dels arbres, cosa que pot voler significar que la supressió d'anys és massa curta més que no pas que aquesta tendència correspon a una resposta directa al clima.

Com ja s'ha dit a l'apartat de la metodologia, és per aquest motiu que s'estableix l'índex de creixement. La sèrie d'aquests valors és la que ens servirà a partir d'ara de cara l'anàlisi dendroclimàtic. Per analogia a les mesures del creixement radial també caldria fer esment de la tendència d'aquest índex.

En aquest cas, l'índex de creixement òptim seria aquell que reflectís de forma exacte la variació en el creixement de l'arbre únicament determinat pel clima. Per tant, en un període de temps tan curt com són menys d'un centenar d'anys – en referència a escales de temps climàtiques – no hauria d'existir una tendència acusada en el creixement, sinó pics de creixement elevat o reduït en uns anys concrets de la cronologia. En efecte, la pràctica totalitat de les cronologies establertes amb els valors dels índex de correlació d'aquest estudi no presenten cap tendència aparent que englobi la totalitat del registre. És a dir, es pot considerar que el factor de l'edat de l'arbre ha estat suprimit durant aquest procés.

Així mateix, per mitjà d'aquest procés també es filtren altres factors extraclimàtics que hagin pogut ser raó d'alteració o canvis sobtats en el creixement radial.

3.2.2. Anys característics de les dendrologies

A través de l'establiment dels índex de correlació es poden apreciar molt bé els anys on el creixement és extrem, ja sigui un creixement extremadament elevat o un de molt reduït. Aquests anys característics es classifiquen en funció de si ho són per totes les mostres en conjunt o bé si tan sols ho són per mostres concretes o per zones concretes. És d'esperar que aquests anys característics siguin els mateixos pel que fa a les diverses zones mostrejades. Llavors podrem establir un coeficient de determinació que doni lloc a l'aproximació a la reconstrucció del registre. Aquest fet ja s'ha explicat a l'apartat 2.2. del present treball. Les dades amb els anys característics de les dendrologies s'exposen a la figura 24.

A les taules es mostren els valors negatius i positius de creixement més extrems. Tot i això, tenint en compte que els paràmetres meteorològics no són l'únic factor que determina el creixement arbori, aquests valors que s'exposen a la taula poden no coincidir amb els anys característics donats a partir de les variables meteorològiques. Tot i això a la figura 27 es pot veure tota la cronologia de l'índex de creixement mitjà a Osona, i a partir d'aquí es poden extreure tots els altres pics de creixement elevat o reduït que tot i no ser tan extrems, també tenen relació directe amb el clima.

3.2.3. Gradient de determinació

Així com en l'establiment d'uns anys característics en les diverses dendrologies, el coeficient de determinació que s'estableix entre els diversos testimonis de cada bosc ve també donat per la cronologia de l'índex de creixement radial. El que es pretén, és trobar un senyal climàtic comú entre les dues zones mostrejades: La Verneda i Puig l'Agulla – Montagut. Però sobretot, el més important és determinar un gradient de correlació estadísticament significatiu entre els registres climàtics i les dendrologies establertes per tal de poder efectuar l'aproximació a la reconstrucció amb la major fiabilitat possible. Aquests gradients de correlació s'exposen en les figures 39 – 42.

En definitiva, els resultats mostren que pràcticament tots els testimonis tenen una forta correlació amb els testimonis restants del mateix arbre. D'aquests, els valors més baixos són els que presenten els testimonis PAG_04 (4) i els dos del PAG_05. (veure figures 35 i 36)

El grau de correlació entre els arbres d'un mateix bosc ja no és tan clar. És a dir, no tots els arbres mantenen una relació de bona qualitat entre els del mateix bosc. Per exemple, els arbres VER_06 i 03 mantenen una relació nefasta amb els altres arbres però una molt bona relació entre ells. La resta de valors del gradient de determinació establerts són acceptables i vàlids per l'estudi. A excepció també del segon testimoni de l'arbre PAG_05, que no es relaciona qualitativament amb cap arbre ni testimoni del seu mateix bosc. Això contrasta amb les relacions establertes a partir del primer testimoni d'aquest mateix arbre que sí que són altament significatives. D'aquí rau, doncs, que el grau de determinació entre aquests dos testimonis sigui molt baix. Dins del bosc de Puig l'Agulla – Montagut, també cal destacar l'arbre PAG_06, altre cop com a un arbre que no manté graus elevats de determinació amb la resta. (veure figures 35 i 36)

En conjunt, però, es pot considerar que els valors del grau de determinació entre la majoria dels arbres són prou significatius com perquè siguin compresos en l'aproximació a la reconstrucció.

Tan sols com a apunt últim, caldria fer també referència a la qualitat de la relació que mantenen les mitjanes dels índexs de creixement de cada bosc entre sí. Com es pot veure a la figura 28, aquesta relació representa a la gràfica un núvol de dispersió enlloc d'una recta. Dit d'altra manera, la relació entre els dos boscos és gairebé mínima.

3.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica

Per entendre els resultats del pronòstic realitzat per saber les dades de l'aproximació a la reconstrucció del registre, cal enfocar-ho des dels diversos angles que s'han tingut en compte.

En primer lloc, el pronòstic més simple que s'ha calculat és el dels valors mensuals de temperatura i precipitació a partir de les dades mensuals de caràcter meteorològic de les diverses estacions. En conjunt, s'han obtingut cinc pronòstics per cada una de les dues variables, és a dir, un per cada observatori que s'ha relacionat amb Sant Julià de Vilatorrada. En aquest cas, les dades de precipitacions són molt completes ja que hi ha un pronòstic fet a partir de cada un dels observatoris meteorològics. De fet, tots els pronòstics realitzats coincideixen de forma evident. (veure figura 43) Tot i això, s'ha de considerar també el grau de determinació de les relacions a partir de les que s'ha

elaborat el pronòstic. Com s'observa en la figura 31, hi ha alguns mesos que hauran de ser descartats: juliol a partir de Prats de Lluçanès i de Torelló; agost a partir de Prats de Lluçanès, Torelló i Torre Llebreta; setembre a partir de Prats de Lluçanès i Torelló. Aquestes relacions, i el pronòstic que se'n derivi, hauran de ser descartats.

El cas de les temperatures és un xic diferent ja que tan sols el registre de l'observatori de Torre Llebreta comprèn la totalitat dels anys que abasta el buit de dades del registre Sant Julià de Vilatorca. És només als últims anys de la reconstrucció, on s'hi adhereixen les dades obtingudes a partir dels registres de Vic, Taradell i Prats de Lluçanès. Aleshores, també es percep de forma clara que els pronòstics concorden força entre ells. En aquest cas, els mesos que s'han de descartar pel pronòstic són força més. En general podem dir que no hi ha cap observatori la relació del qual amb el registre de Sant Julià superi el llindar del 0,6 en els mesos de setembre i octubre. Per tant, en aquest mesos no es podrà tenir en compte cap possible resultat del pronòstic ja que és poc significatiu des del punt de vista estadístic. De la resta de mesos, sí que se'n poden obtenir sempre algun pronòstic perquè hi ha dades d'algun o altre registre.

No obstant, per tal que el pronòstic sigui significatiu no tan sols és precís que hi hagi un grau de correlació elevat, sinó que també es necessita un nombre mínim de mostres en les variables. És a dir, es necessiten registres que comparteixin un mínim de 30 anys – aproximadament – amb el registre de l'observatori de Sant Julià de Vilatorca. Aquest segon requisit, pot considerar-se que es compleix en tots els registres.

En tot cas, la conseqüència directa que el poc grau de correlació existent comporta és que no hi haurà possibilitat de determinar mitjanes anuals ni estivals de temperatures en el període que comprèn el buit, seguint aquest mètode. A més a més, com que l'estació de Torre Llebreta és l'única que cobreix tot el buit de dades de Sant Julià amb el seu registre, dels mesos que el coeficient de determinació entre aquestes dues estacions estiguin per sota del llindar establert, no es podrà fer el càlcul de la mitjana, ja que no representaria la mitjana de tots els anys compresos pel buit en el registre de Sant Julià. En definitiva, pel que fa a la termometria, es poden obtenir pronòstics de les mitjanes mensuals de tots els mesos menys d'abril, setembre, octubre i novembre. (veure figura 32)

En segon lloc, s'estableixen els pronòstics fets a partir de les dades dendrològiques. És a dir, aquells pronòstics on les dades del registre dendrològic reforcen la qualitat de la relació que s'obté de la variable corresponent de l'estació de Sant Julià de Vilatorrada amb la resta de variables tan siguin d'altres observatoris com de creixement arbori. Els coeficients de determinació en aquest cas s'exposen en les figures 39, 40, 41 i 42. En aquest cas no cal considerar a part la llargada del registre, ja que el valor R^2 s'ajusta automàticament en funció d'aquesta variable.

La sèries de valors que s'han pronosticat són les següents: suma de precipitació anual, suma de precipitació estival, mitjana anual de temperatures mitjanes i mitjana del període de creixement (o estival) de temperatures mitjanes. Les estacions que les comprenen són totes en el cas de les precipitacions, i totes menys la de Torelló pel que fa a termometria. (veure figura 18) En el cas de les pluviometries, l'únic registre que no abasta tot el buit de dades és el de l'observatori de Taradell. L'encarregat d'aquesta estació meteorològica era la mateixa persona que portava la de Sant Julià al Col·legi del Roser. Quan es mor, els dos observatoris deixen de registrar fins que algú en reprèn l'activitat.

4. DISCUSSIÓ

4.1. Estudi Climàtic

La part més important de l'estudi climàtic, són les correlacions entre els diversos registres. Per descomptat, si no hi ha un grau de determinació significatiu, no es podrà realitzar el pronòstic amb efectivitat. La interpretació que es deriva de l'anàlisi de correlació és prou satisfactòria en relació a les precipitacions però no ho resulta tant en el cas dels valors termomètrics. Comencem doncs, analitzant les temperatures.

Dins de l'anàlisi termomètric, on sí que es donen valors elevats de correlació és en la relació de les mitjanes mensuals de temperatura de tot el registre. Els valors obtinguts són tots molt propers a 1. Per tant, es pot dir que la mitjana del repartiment de les temperatures en els diferents mesos és altament proporcional entre els valors de l'observatori de Sant Julià de Vilatorça i els de la resta d'estacions.

Aquests graus de determinació disminueixen en gran mesura quan es tracta de la determinació a partir de les mitjanes anuals i estivals de temperatura. En tot cas, sí que es pot dir que Taradell es situa com a observatori que més relació manté amb el registre de Sant Julià. Així mateix, també l'observatori vigatà manté una de les relacions de més qualitat. Aquests dos observatoris en particular, són els que es situen més a prop de Sant Julià de Vilatorça. Per tant, podem dir que la proximitat juga un paper important en la determinació de la relació que es té entre dues sèries termomètriques. Cal fer un incís per enunciar que està demostrat que el canvi de localitat que pateix l'observatori de Vic denota la incoherència de part del registre, sobretot pel que fa a les dades tèrmiques. Actualment l'observatori es troba als afores de la ciutat, mentre que abans es trobava a l'interior del casc antic, i per tant, estava subjecte al fenomen de l'illa tèrmica que n'alterava les dades meteorològiques.

Pel que fa a precipitacions, podem afirmar que els resultats milloren de forma rellevant. Els valors de relació entre les mitjanes dels totals mensuals de precipitació de tot el registre tornen a ser els de més qualitat, situant-se entre valors molt propers a 0,9 i 1. Les relacions de la suma de precipitació tan estival com anual superen ambdues graus de determinació per sobre del 0,5 – a excepció dels pertinents a l'observatori de Prats

de Lluçanès – i per tant, en aquests casos es podrà realitzar l'aproximació en la reconstrucció.

Sobta el fet que les precipitacions siguin més concordants que les temperatures. És lògic pensar que el repartiment de precipitacions en el territori és força més espontani que el repartiment de les temperatures, que no varien en tanta mesura en tot el territori, o sigui, que es reparteixen de forma regular. Altre cop, els observatoris més propers són els que obtenen valors de més alta qualitat en les relacions. Per contra, l'observatori de Prats de Lluçanès és el que obté valors de menor qualitat, essent també el més llunyà i pertanyent a una zona geogràfica més clarament diferenciada.

Durant l'estiu, a més, les relacions entre precipitacions perden qualitat i d'aquí podem concloure que durant l'estiu les precipitacions es reparteixen de forma més espontània. (veure figura 31). En aquest període el registre que destaca és el de Torelló, que supera amb escreix l'acumulació de precipitació de la resta. Al llarg de l'any els registres no presenten tanta diferència entre ells, però sí que els registres de Torelló, Sant Julià de Vilatorrada, Taradell i Torre Llebreta comprenen els valors més elevats. A diferència de l'observatori de Vic, la resta es situen a zones circumdants de la Plana, és a dir, tenen serres i monts propers. En efecte, és normal que vora les muntanyes es produeixin més precipitacions i amb més força com a resultat del xoc o el contacte de les masses de núvols amb les formacions muntanyoses. L'observatori de Vic és l'únic punt de la Plana situat al seu centre i per tant, lluny de les muntanyes circumdants. Per això la precipitació acumulada és menor que a la resta.

Deixant a part les correlacions de les sèries, també cal esmentar les tendències que presenten els registres. Tenint com a referència les figures 25 i 26 podem constatar que el clima a Osona tendeix a ser cada cop més sec i més càlid. És a dir, perd caràcter de continentalitat evolucionant progressivament d'un clima submediterrani cap a un clima plenament mediterrani. Així doncs, queda palesa en l'estudi la presència del canvi climàtic i el canvi global.

En aquest aspecte, podria semblar que l'augment que indica cada línia de tendència és relativament insignificant. No obstant, s'ha de tenir present que els canvis en el clima es solen produir a molt llarg termini. Els canvis en el clima es defineixen segons l'escala de

temps que comprenen. Els primers de tots són els cicles climàtics. Aquests cicles es tradueixen en els períodes glacials i els períodes interglacials. Ara mateix, estem en un període interglacial. Els segon canvi que cal tenir en compte són les tendències climàtiques. És a dir, períodes on es comprenen variacions en el clima de forma repetida i en la mateixa direcció. Per exemple, un augment prolongat de les temperatures. Actualment, la tendència al planeta Terra és l'augment de les temperatures i la disminució de l'acumulació de precipitacions. Fins aquí, es pot molt ben considerar que la tendència esmentada és un fenomen natural que forma part d'un cicle climàtic.

Però la realitat és diferent. A la tendència natural a l'alça que esmentàvem, s'hi sumen substàncies de forma sobtada que la porten a l'extrem. Per ser més precisos, el punt cronològic d'inflexió on sembla produir-se una pertorbació en el clima es situa a partir de la revolució industrial. Des de llavors, el que primerament semblaria una curta pertorbació – tal com va ser el període glacial medieval – s'ha traduït en una variació de la tendència a l'augment de temperatures fent-la molt més pronunciada i precipitada.

Aquestes escales de temps s'han de tenir en compte per tal de comprendre que les petites variacions que es mostren en les figures 25 i 26 no s'han de menystenir. Ans el contrari, les reduccions en l'acumulació de precipitacions i l'augment de la temperatura mitjana – ambdós valors exposats a l'apartat 3.1. – són motiu de preocupació tenint en compte la curta escala de temps en què han tingut lloc.

4.2. Estudi Dendrològic

Com ja hem explicat, un dels primers passos que es fa en l'estudi dendrològic es l'establiment de les cronologies de creixement radial. O sigui, és posar en ordre totes les dades dendrològiques que es poden aprofitar. Un cop ja s'han arranjat aquestes cronologies es poden extreure conclusions que no són vinculants per l'estudi però que sí que ens ajuden a entendre-ho millor.

El cas és que sense cap mena de dubte, els testimonis de cada arbre concorden entre sí tal com indiquen els valors de la correlació de Pearson de les figures 35 i 36. Els únics arbres que tenen algun testimoni que no manté una relació amb la resta són el quart i el cinquè de Puig l'Agulla – Montagut. Aquestes petites desavinences entre testimonis es poden produir a causa d'uns certs factors diferenciàris. Per exemple, pot ser que els

diversos testimonis s'hagin obtingut fent forats en orientacions diferents: un encarat al nord, l'altre al sud,... Deixant a part la diferència que pugui tenir la incidència meteorològica a cada una de les orientacions, el que podria incidir més directament és la possibilitat que es creï fusta de reacció a la pendent en una orientació determinada. Això per descomptat, altera el resultat.

També la presència d'anells falsos pot distorsionar la presa de mesures. Aquest concepte d'anell fals fa referència a anells que queden marcats al testimoni però que no equivalen a un any. Ja s'ha explicat que la part fosca de l'anell representa els mesos de poc creixement i la part blanca, els de molt. Normalment, aquestes períodes són octubre – abril i maig – setembre, respectivament. Tot i això, pot ser que durant el període de creixement hi hagi un petit període on el comportament del clima sigui francament desfavorable per l'arbre. En aquestes circumstàncies, el creixement minvaria encara que no es situï en el període normal de creixement reduït. I per tant, hi hauria un anell fals en el testimoni que realment no representaria la divisió entre dos anys, sinó una etapa anòmala en el mateix any. Aquests anells poden ser difícils de detectar, a vegades, i per això poden alterar la cronologia del creixement.

Si comparem els registres obtinguts més enllà del seu propi arbre, es pot observar com els valors de correlació disminueixen però no per això deixen de ser significatius. Sí que crida l'atenció, per altra banda, que les relacions de tots els arbres de la Verneda amb els arbres VER – 03 i 06 són molt diferents, i molt menys significatives, que la resta. Aquests dos són arbres situats en un terreny aparentment molt dolent, i en clares condicions d'estrès. Malauradament, estan podrits per la part més interior i no se n'obté el registre complet. Per la seva situació geogràfica excepcional i les seves condicions, aquests dos subjectes de l'estudi divergeixen molt de la resta. També com a arbres amb poca relació en comparació amb els del seu bosc, trobem el PAG_05 i el PAG_06, que tenen relacions molt febles amb la resta. En tot cas, en la majoria dels casos hi ha prou qualitat de relació per tal de permetre'ns efectuar uns valors definitius del senyal climàtic comú comparables a les sèries meteorològiques.

De moment, però, la posició de les dendrologies en l'escala temporal és relativa. O sigui, s'han ajustat tots els testimonis entre ells, però tan sols mirant la relació que s'estableix entre les temperatures o les precipitacions es pot determinar amb seguretat el període

de temps que comprenen els testimonis. Per descomptat, n'hi ha molts en què el seu any 0 – l'any corresponent a l'anell més extern – coincideix amb el 2014. No obstant, per assegurar-nos-en, es segueix un procediment que consta en comparar els anys característics de la cronologia mitjana de tots els índexs de creixement amb els anys característics de les sèries meteorològiques. És a dir, els resultats s'extreuen de les figures 29 i 30. Efectivament, els pics més rellevants de les gràfiques denoten una certa coincidència molt significativa. En el cas de les precipitacions la coincidència d'anys característics és abundant: 1929, 1958, 1973, 1994 com a anys de pics negatius i 1996, 1977, 1943 o 1930 com anys de pics positius. La coincidència de les sèries dendrològiques amb les temperatures és menys evident a primera vista però també n'hi ha. De fet, la correlació entre creixement arbori i temperatures és negativa. Per tant, un pic de poc creixement hauria de coincidir amb un pic elevat de temperatures. Una concordança tal es produeix en els anys 1994, 1873, 1958, 1934, 2003, que ens serveixen de referència.

Uns altres anys de referència són aquells on hi ha fenòmens meteorològics extrems. Per exemple la riuada de 1994, on el creixement decreix accentuadament. En d'altres anys on es troben fenòmens meteorològics extrems, la relació no és tan evident.

Deixant de banda les correlacions internes entre els diversos testimonis, cal analitzar la segona part de l'estudi dendrològic, que és l'establiment de la relació dels índex de creixement amb el clima. Els valors, que s'exposen a l'apartat de resultats, ens donaran informació de com es poden utilitzar els registres estudiats per tal d'efectuar la reconstrucció.

Pel que fa a les relacions entre índex de creixement i precipitació acumulada, s'han obtingut valors del coeficient de determinació que són estadísticament poc significatius per realitzar una correlació directe entre aquestes dades i les del registre pluviomètric de Sant Julià de Vilatorrada. És a dir, la relació entre el creixement dels arbres i l'acumulació de precipitació és estadísticament insignificant per fer un pronòstic. Per altra banda, els valors obtinguts sí que són prou útils com per ser un complement de les relacions que s'estableixen entre dades meteorològiques de diversos registres amb el fi de constatar els valors del pronòstic. O sigui, es pot elaborar una anàlisi de regressió múltiple i coeficient de determinació prenent com a variables independents de la funció les dades

del registre pluviomètric i l'índex de creixement arbori en conjunt. Així doncs, d'aquesta manera s'augmenta el coeficient de determinació.

Els criteris que han sostingut aquesta anàlisi han set el fet de tenir una relació de forta qualitat així com el registre més llarg possible. El cas és que quan es fa una anàlisi de regressió múltiple, es necessita que en cada any del registre que es vol incloure en el càlcul hi hagi dades en totes les variables. Per tant, si algun observatori meteorològic no pot proporcionar les dades d'algun mes en concret, l'any que el comprèn queda invalidat i ja no es pot incloure en el càlcul. Una davallada considerable en el nombre d'anys que es poden incloure en el càlcul es tradueix també en una davallada de la qualitat i la significació de la relació establerta. En definitiva, tant pel que fa a registres meteorològics com a dendrologies, s'efectuen reconstruccions si les relacions entre les seves variables són prou significatives i/o si el registre de dades és llarg.

D'altra banda, també és del tot imprescindible que, per fer el pronòstic del segment temporal en el registre del nucli de Sant Julià de Vilatorça, hi hagi un mínim d'un observatori que tingui dades d'aquest mateix període. En el cas de precipitació no hi haguéssin problemes perquè tots els registres comencen a recollir dades en anys previs al buit de dades del registre de l'observatori de Sant Julià. Tot i això, sí que hi ha força anys que no s'han pogut incloure per manca de dades completes de cada observatori.

Per contra, en el cas de les temperatures, tan sols l'observatori de Torre Llebreta és continuat durant els anys del buit de dades. Cal recordar que el valor de correlació de determinació que prèviament s'establí entre les estacions de Sant Julià i Torre Llebreta pel que fa a temperatures mitjanes és del tot insignificant (veure figura 33). És a dir, els pronòstics de vessant termomètrica anual que es puguin establir a partir de la termometria de Torre Llebreta tindran una lleu proporció de valors reconstruïts amb alta probabilitat de ser encertats. O el que és el mateix, un pronòstic d'aquest caire és innecessari i massa propens a l'error.

A més a més, com es demostra en la figura 38, la relació entre el creixement radial dels arbres i els registres termomètrics és igualment de baixa qualitat. Per una banda, les relacions amb els registres que disposen de més mostres presenten valors de correlació poc significatius. Això es deu a que com més anys comprèn el registre més augmenta la

possibilitat d'errar la mesura ja que s'han fet moltes més mesures. A més a més, els registres més llargs arriben als anells més interns dels testimonis. I el cas és que sovint és difícil sondejar un arbre en la direcció correcte cap al centre ja que hi ha una absència total de referència per fer-ho. Llavors, la direcció del forat no descriu exactament un radi del tronc sinó una corda de la circumferència que forma. Dit d'altra manera, es desvia, i per tant les mesures dels anells més interns estan desproporcionades.

És aleshores quan les correlacions amb les sèries meteorològiques tenen valors baixos. És clar que els testimonis més desviats es descarten de cara a l'estudi. Aquest fet també s'evidencia a l'observar com la concordança entre els diversos testimonis sondejats perd rigor o qualitat de forma gradual a mesura que es retrocedeix en l'escala temporal.

Per altra banda, per molt alts que siguin els valors de la correlació de Pearson en relació a determinats observatoris, la durada del registre és tan curta que els resultats serien merament insignificants. Per exemple, Torelló obté uns valors aparentment molt vàlids (veure figura 38), però l'inici de presa de dades termomètriques no comença fins l'any 1992. D'aquí se'n deriva que les dendrologies tampoc siguin d'ajuda de cara a la reconstrucció dels valors anuals del registre termomètric.

Tot el contrari passa amb les dades de precipitació. Com ja sabem, els coeficients de determinació entre valors pluviomètrics de diversos observatoris es mantenen força elevats. També són considerablement significatius els valors de correlació establerts entre les dendrologies i el registre pluviomètric. (veure figures 39 i 40) En gran part, és gràcies a la llargada del registre, ja que els índex de correlació són també força baixos (veure figura 37). És clar que no són significatius en tan gran mesura com les relacions entre dues sèries de dades del mateix caràcter, però per ser dades extretes d'un experiment científic i no de càlculs lògics, els valors són plenament significatius.

Això comporta una correcta realització del pronòstic a partir d'aquestes dades utilitzades com a suport per les dades meteorològiques, tal com s'ha explicat anteriorment. Aquest fet es corrobora un cop es testa l'augment que té el grau de determinació entre les sèries pluviomètriques quan a les variables independents de la relació s'hi adhireixen les dendrologies. Sense aquestes dades, la relació entre les dades meteorològiques de precipitació estival presenta un coeficient de determinació ajustat

de 0,77. Mentre que si s'hi inclouen, s'obté un valor de 0,79. Respectivament, en la relació anàloga en dades anuals els valors són de 0,82 i 0,83. És cert que l'augment de qualitat del valor pot semblar insignificant, però estant en valors tan elevats del grau de determinació, aquest augment és relativament significatiu i comporta una millora evident de la fiabilitat del pronòstic. De fet, sí que s'evidencia que el coeficient de determinació simple i la correlació de Pearson sí que augmenten en més mesura.

En tot cas, però, la relació entre creixement arbori i comportament meteorològic és feble. Les causes atribuïbles a la manca de correlació poden ser diverses. En primer lloc, es podria donar la possibilitat que el triatge d'arbres un cop al bosc, o que el triatge del bosc, fos erroni. Es pot veure com hi ha arbres dels sondejats que no són una mostra representativa ja que no concorden amb el clima. O dit d'altra manera, el seu creixement és força independent de les variables meteorològiques. N'és clar el cas de l'arbre VER_09. Tot i ser un l'arbre amb el diàmetre més gran, també és del que se n'ha extret el testimoni de la cronologia més curta. La raó que ho explica és la situació de l'arbre dins el bosc. El cas és que l'arbre es troba ensotat i envoltat de falgueres i esbarzers abundants. Aquest tipus de vegetació és un indicador clar de l'alt grau d'humitat de l'entorn, que distorsiona la relació entre l'arbre i el registre meteorològic. En tot cas, aquests arbres es descarten.

També el fet que el bosc de la Verneda, d'on s'han extret força mostres, estigui situat a l'altra vessant d'una serra que el separa del nucli de Sant Julià podria provocar algunes diferències. Tenint en compte el baix grau de determinació que s'estableix en les relacions entre els diversos registres termomètrics, podem considerar que per poc que un es desplaci per la Plana de Vic, la distribució de les temperatures al llarg de l'any haurà canviat brusquement. I per tant, els quatre quilòmetres que separen Sant Julià de la Verneda poden ser suficients per ocasionar un canvi substancial en les temperatures. No hem d'oblidar que aquesta població està envoltada de monts i serres de suficient alçada com per aïllar les vessants oposades a aquestes serres de les tendències termomètriques que es produeixen a Sant Julià. Un exemple n'és la inversió tèrmica, que és molt present al municipi de Sant Julià, majoritàriament sota àrea d'influència de la Plana de Vic. Però el bosc de la Verneda ja queda possiblement situat força fora d'aquesta àrea i resta sota la influència de la Vall de Sau. Aquest raonament és anàleg

en el cas de l'àrea d'estudi circumdant a la Creu de Montagut. Així mateix, això es tradueix igualment pel que fa a les relacions amb les precipitacions.

D'altra banda, podríem considerar que el fet de tenir un ambient extremadament sec i càlid a la Plana durant l'estiu, que és part del període de creixement màxim de l'arbre, podria afavorir el pi pinyer, que de fet ja és típic de climes més mediterranis que no pas continentals. De totes maneres, les correlacions establertes mostren clarament que, si hi ha una correlació, és inversa. O sigui, que si hi ha un augment de la temperatura, el creixement tendeix a minvar. Per tant, aquest raonament no tindria sentit. I de fet, aquest raonament es pot validar a través de l'argument del dèficit hídric. O sigui, les temperatures acusades d'estiu provoquen un assecament del subsòl que es tradueix en una reducció de les condicions favorables al creixement arbori, i això denota aquest minvament visible en l'índex de creixement.

Curiosament, l'única excepció d'això es dona en la relació entre els arbres de Montagut i l'observatori de Sant Julià. Tot i això, el conjunt dels dos boscos es manté en valors de correlació negativa compartits amb la resta d'estacions.

Altres aspectes rellevants a l'hora de produir-se una correlació de poca qualitat són els estadístics. Essent un experiment i no l'aplicació de cap fórmula, la precisió de les relacions establertes no es preveu de qualitat elevada. També la incidència de múltiples variables de caràcter no climàtic, que no han pogut ser evitades tot i el rigor de la metodologia establerta, poden haver alterat el resultat en relació al clima.

Per últim, pot ser que la metodologia emprada per escollir els arbres a sondejar fos errònia. És a dir, molts dels criteris que s'han citat a la metodologia van encarats a reduir l'impacte de l'acumulació de precipitació o humitat. No obstant, no n'hi ha cap que es refereixi directament a buscar l'arbre amb la incidència òptima de les temperatures mitjanes. Amb tot, cal dir que la sensació general és que en tots els casos (exceptuant el VER-SS_09) els criteris s'han aplicat de forma correcta a l'hora d'escollir l'indret i l'arbre adequats. Cal dir, que l'aplicació d'aquests criteris no és quelcom fixat, sinó que, com en moltes altres disciplines científiques, resta subjecte a l'opinió, el criteri personal i la decisió final de l'investigador.

Ja des d'un altre punt de vista, la relació entre els dos boscos estudiats també és francament minsa. Això es pot deure a una diferència del comportament climàtic a les dues zones ja que el bosc de la Verneda s'estén per zones situades fora del radi d'acció de la Plana. Per exemple, el bosc de Montagut, que sí que està a l'interior de la Plana de Vic, preval sota l'efecte d'una inversió tèrmica acusada durant tot l'any, fet que seria força diferenciant.

Tanmateix, crec que la causa principal d'aquesta i de totes les correlacions de baixa qualitat és el petit nombre d'arbres que comprèn la mostra que s'ha pogut analitzar. En altres circumstàncies, amb més temps i més recursos, hagués estat possible augmentar en gran nombre la quantitat d'arbres aptes per l'estudi. En el present, se n'han pogut estudiar finalment un total de 13. Si mai algú es veu motivat per fer un estudi que pugui complementar aquest, la mostra orientativa que l'hipotètic estudi hauria de comprendre, rondaria entre els 100 i 200 arbres d'entre 3 o 4 boscos diferents.

4.3. Aproximació a la reconstrucció climàtica

Com ja s'ha apuntat a la discussió de l'estudi dendrològic, el baix grau de determinació proporcionat per les sèries termomètriques no es pot complementar amb les dades dendrològiques, ja que entre aquestes dues variables hi ha molt poca correlació. En definitiva, els valors estadístics d'aquesta relació són tan pobres que queda palès que no és convenient efectuar-ne un pronòstic. Si fos el cas, el pronòstic realitzat tindria tan poca fiabilitat que el podríem considerar aleatori i no gens rigorós.

No obstant, hi ha altres variables que sí que ens permeten efectuar pronòstics. Hem de recordar que tan de variables termomètriques com pluviomètriques s'obtenen valors molt elevats de la correlació entre les mitjanes mensuals de tot el registre de cada estació (veure figures 33 i 34). Però de la relació entre sèries mensuals ja no s'obtenen valors tan destacats (figures 31 i 32). En tot cas ja ha quedat palès a l'apartat de resultats quines variables s'han pogut tenir en compte. Els pronòstics obtinguts per mitjà d'aquest mètode, concorden de forma molt clara entre ells (veure figura 43).

El grau de veracitat d'aquest pronòstic ve donat pel coeficient de determinació ajustat (R^2). En els pronòstics de dades mensuals s'ha posat el llindar d'aquest valor al 0,6.

D'això se'n dedueix que en un 60% dels casos, la reconstrucció que s'ha efectuat és fiable en un 95%. De fet, hi ha relacions de les que s'ha esdevingut el pronòstic on aquest valor és més elevat encara. Però en tot cas, el mínim que s'ha establert sí que denota el grau de fiabilitat que ja s'ha indicat.

El segon conjunt de pronòstics, on s'obtenien sèries dels períodes anuals i estivals tan de precipitacions com de temperatures, la fiabilitat també ve donada per aquest valor que s'exposa en les figures 39 -42. Talment com en el conjunt de pronòstics anteriors, l'únic registre que es remunta prou enrere per abastar tot el registre termomètric és la de Torre Llebreta. Amb tot, aquest registre té un grau de determinació francament baix: 0,1 en el cas de les mitjanes anuals, i 0,3 en el de les estivals. Tot i això, per tal de poder reconstruir completament el registre, aquest registre s'ha de tenir en compte forçosament. Pel que fa a la resta d'anys, sí que hi ha més registres compresos i també augmenta el valor del coeficient de determinació. No obstant, els anys on les variables independents de la relació es comparteixen amb els anys de la variable dependent, no arriben a trenta. De fet, els valors més alts del coeficient de determinació es donen en les relacions on les variables comparteixen un nombre més reduït d'anys. En definitiva, l'efectuació de pronòstics a partir de les dades termomètriques no és possible degut a la poca significació estadística que tindrien els resultats.

Per altra banda, els valors del coeficient de determinació augmenten en gran mesura pel que fa a les relacions entre les variables pluviomètriques. A més a més, ja no hi ha una limitació tan marcada com en el pronòstic termomètric, perquè els registres pluviomètrics de pràcticament tots els observatoris abasten el període comprès pel buit al complet.

En tot cas, el mínim coeficient de determinació que es dona és precisament de 0,6. Aquest valor correspon al pronòstic de precipitacions estivals entre els anys 1957 i 1975, el període on no s'inclou l'observatori de Taradell. En el mateix període, però en el cas de les precipitacions anuals, el valor s'eleva fins a 0,69. Els valors del coeficient de determinació augmenten en el període on s'inclou el registre taradellenc. Aleshores pren valors propers al 0,8. (veure figures 39 i 40) Per tant, es pot dir que el 60 o el 80 % de les dades extretes de la reconstrucció són fiables en un 95 %.

5. CONCLUSIONS

Atès que l'objectiu principal de l'estudi era poder reconstruir totalment el registre termomètric i pluviomètric de Sant Julià de Vilatorca en els anys en què no hi ha dades, podem dir que aquesta reconstrucció tan sols ha pogut ser parcial. No obstant, no s'ha d'oblidar que s'han pogut reconstruir les variables de caràcter pluviomètric del buit de dades que presentava el registre de St. Julià de Vilatorca amb elevats graus de determinació i fiabilitat (veure figures 44 i 45). Així doncs, en futurs estudis relatius a l'observatori de Sant Julià o bé al conjunt de la meteorologia a Osona, aquest treball pot tenir gran utilitat.

Com ja hem vist, però, les dades meteorològiques no proporcionen per si soles uns pronòstics significatius perquè els valors estadístics de correlació són baixos. I per això necessiten el complement d'una variable indicadora del clima, com pot ser la dendrologia per tal d'elaborar un pronòstic. Així doncs, el present treball ha tingut un enfocament correcte establint el registre de creixement dels arbres com a eina per la reconstrucció, tal com s'explica a la introducció.

També cal remarcar que la metodologia aplicada ha set rigorosa des del principi fins al final de l'estudi; des de la tria dels arbres i l'espècie a sondejar fins l'anàlisi estadística dels resultats obtinguts relatius a les variables meteorològiques i també a les dendrològiques. Amb tot, la mostra d'arbres estudiada és reduïda i es pot ampliar tal com ja s'hi ha fet referència a la discussió. Potser llavors, la reconstrucció del registre termomètric de Sant Julià serà efectiva, ja que els valors estadístics podrien prendre força més significació.

En definitiva, veig amb bons ulls una hipotètica proposta de treball complementari al present estudi. Seria interessant, a banda d'ampliar la mostra, utilitzar tècniques estadístiques diverses per tal de contrastar els resultats obtinguts en cada estudi. ^[18] Així mateix, també seria de gran interès poder buscar altres aplicacions als estudis dendrològics, ja que és un sector amb molt potencial d'investigació i recerca on encara hi ha molts fronts oberts, sobretot a la comarca d'Osona.

6. AGRAÏMENTS

En primer lloc voldria donar les gràcies a la meva tutora del treball, la Montserrat Juvé, qui ha set indispensable tan pel que fa a la organització i planificació de l'estudi així com a l'assessorament al llarg del temps que ha durat aquest treball. També molt especialment vull donar les gràcies a l'Albert Pèlachs Mañosa i l'Oriol Bosch, catedràtics de la UAB i la UB respectivament, qui desinteressadament també m'han ofert ajuda i consell en alguns dels molts dubtes que han sorgit durant el treball.

Per descomptat, aquest treball no es podria haver dut a terme sense la col·laboració de molta gent. En primer lloc, els responsables de Meteovilatorra que m'han proporcionat les dades del seu observatori de forma no lucrativa tal com ho ha fet Manel Dot. En la mateixa línia, cal agrair a la AEMET (Agència Estatal de Meteorologia) la facilitat i diligència amb què varen proporcionar-me les dades sol·licitades.

Tampoc hagués set possible realitzar el treball sense la confiança d'Albert Castell i el personal de EMC projectes i també l'empresa Covit, gràcies a qui vaig obtenir el material i la maquinària necessaris per l'estudi dendrològic. També cal fer esment de l'ajuda indispensable que em van lliurar en tot moment els propietaris de les finques on es va fer el sondatge. Joan Riera, de la Verneda a Sant Sadurní d'Osormort i Feliu Puigbó de la zona de Montagut.

Així mateix, em cal agrair també el personal de la biblioteca Joan Triadú de Vic el seu tracte amable i la seva total disposició al lliurament de diaris i altres documents dels quals vaig poder recollir informació molt útil i valuosa sobre fenòmens meteorològics extrems.

Per últim, també vull expressar el més sincer agraïment en vers la meva família, amics i companys. En especial als meus pares, que m'han ajudat inestimablement en el aspectes estadístics o de redactat del treball.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] REGUANT, Salvador; et.al. *Geologia de la plana de Vic*. Vic: Patronat d'estudis Osonencs, 1986. (Osona a la butxaca, 9) p. 7-13, 21 i 22
- [2] REGUANT, Salvador; et.al. *Geologia de la plana de Vic*. Vic: Patronat d'estudis Osonencs, 1986. (Osona a la butxaca, 9) p. 25-29
- [3] BUSQUETS, Pere; et. al. *Geologia d'Osona*. Vic: Escola universitària de mestres d'Osona, 1979. (Col·lecció complements) p. 15-18 , p. 20-22, p. 31-34
- [4] SUREDA i OBRADOR, Vicenç. *La climatologia*. Barcelona: Els llibres de la frontera, 1986. (Coneguem Catalunya, 10) p. 136 i 137
- [5] SUREDA i OBRADOR, Vicenç. *La climatologia*. Barcelona: Els llibres de la frontera, 1986. (Coneguem Catalunya, 10) p. 145 - 148
- [6] DE REPARAZ, Gonçal (fill). *La Plana de Vic*. Barcelona: Editorial Barcino, 1928. (Enciclopèdia Catalunya, 8-9) p. 11-15, p. 39-60
- * S'ha consultat com a edició facsímil dins de l'obra següent:
- DE REPARAZ, Gonçal (fill). *La plana de Vic*. Vic: EUMO, 1982. (l'Entorn, 3)
- [7] FONTSERÉ, Eduard. *L'anomalia tèrmica de la plana de Vic*. Barcelona: RACA, 1970. (Obra dispersa sobre meteorologia catalana).
- [8] International Commission of stratigraphy. International Chronostratigraphic Chart. 2014. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2014-02.pdf> [CONSULTA: Octubre 2014]
- [9] CHEVALIER, Marcel. *El paisatge de Catalunya*. Barcelona: Editorial Barcino, 1928. p. 181-186
- [10] SOLER SABARÍS, Lluís. *Geografia de Catalunya*. Barcelona: Editorial AEPOS, 1958. p. 154-156
- [11] FOLCH I GUILLÈN, Ramón, FRANQUESA, Teresa. *Vegetació*. Enciclopèdia Catalana. Barcelona: Enciclopèdia Catalana S.A.,1984. (Història natural dels Països Catalans, 7)p. 275-279
- [12] BAUCELLS i COLOMER, Jordi; et. al. *La Fauna Vertebrada d'Osona*. Barcelona: Lynx Edicions, 1998. p. 11-13
- [13] Ajuntament de Sant Julià de Vilatorça. El municipi. <http://www.vilatorca.cat/municipi/sant-julia-de-vilatorca/el-municipi/> [CONSULTA: Juliol 2014]
- [14] BATLLÓ, Josep. *Anomalia tèrmica a la Plana de Vic: Un projecte comú*. Vic: Patronat d'Estudis Osonencs, 2009. (AUSA, XXIV)
- [15] CAMARERO, J. Julio; et. al. *Xarxa de dendrocronologies establertes al PN d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici: Avaluació per a estudis dendroecològics i climàtics a llarg termini*. (La investigació al Parc nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, quartes jornades sobre recerca al parc nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici) Barcelona: Generalitat de Catalunya; Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, 1998.

- [16] Observatori de Sant Julià de Vilatorrada. Padre Manuel Cazador i López.
http://www.meteovilatorrada.cat/menu/hist_bio_mcl.php [CONSULTA: Octubre 2014]
- [17] FRITTS, Harold C. *Tree rings and climate*. New York: Academic Press, 1976
- [18] Jansma, E. The mean correlation technique: The 'Effective Chronology Signal' as an estimator of the signal in tree-ring chronologies. Amsterdam University, 1995. (Nederlandse Archeologische Rapporten, 19)
- [19] PATÓN DOMÍNGUEZ, Daniel; CUENCA TORRES, Javier. *Concepto de dendrocronología*.
https://www.academia.edu/3204844/Concepto_de_Dendrocronolog%C3%ADa [CONSULTA: Setembre 2014]
- [20] CREAM - UAB. *Atlas d'espècies llenyoses dels boscos de Catalunya – Versió digitalitzada*.
<http://oslo.geodata.es/ftp/llenyoses/> [CONSULTA: Setembre – Octubre 2014]
- [21] GUTIÉRREZ Genaro, RICKER Martin. *Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Instituto de Biología, 2014.
- [22] MASRAMON i MARTÍN, Cristina. *Vic, Recull gràfic 1863-1965*. El Papiol: Editorial Efadós, 2001. (L'Abans, Osona, Vic). pp: 111, 112, 114, 115, 152, 167, 176, 179, 182, 183, 200, 387, 401 i 496.
- [23] Grup d'experts en canvi climàtic de Catalunya. *2n informe del canvi climàtic a Catalunya*. Generalitat de Catalunya, 2010.
http://canvi-climatic.espais.iec.cat/files/2013/07/2n_informe_cc_dossier_divulgatiu.pdf
[CONSULTA: Gener 2015]

8. ANNEXES

8.1. Gràfiques diverses

PRIMERA GELADA														
Any	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943
Mes	10	10		10	10	10	9	11				9	11	11
Dia	27	28		29	17	22	30	5				18	18	8

PRIMERA GELADA													
Any	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Mes	10	10	11	11	11	10	10	10	11	10	11	10	
Dia	25	30	2	26	1	28	29	24	5	29	11	24	

Figura 12: Taula mostrant la primera glaçada del registre de diversos anys estudiats a St. Julià de Vilatorça (1930 – 1956). *Font: AEMET*

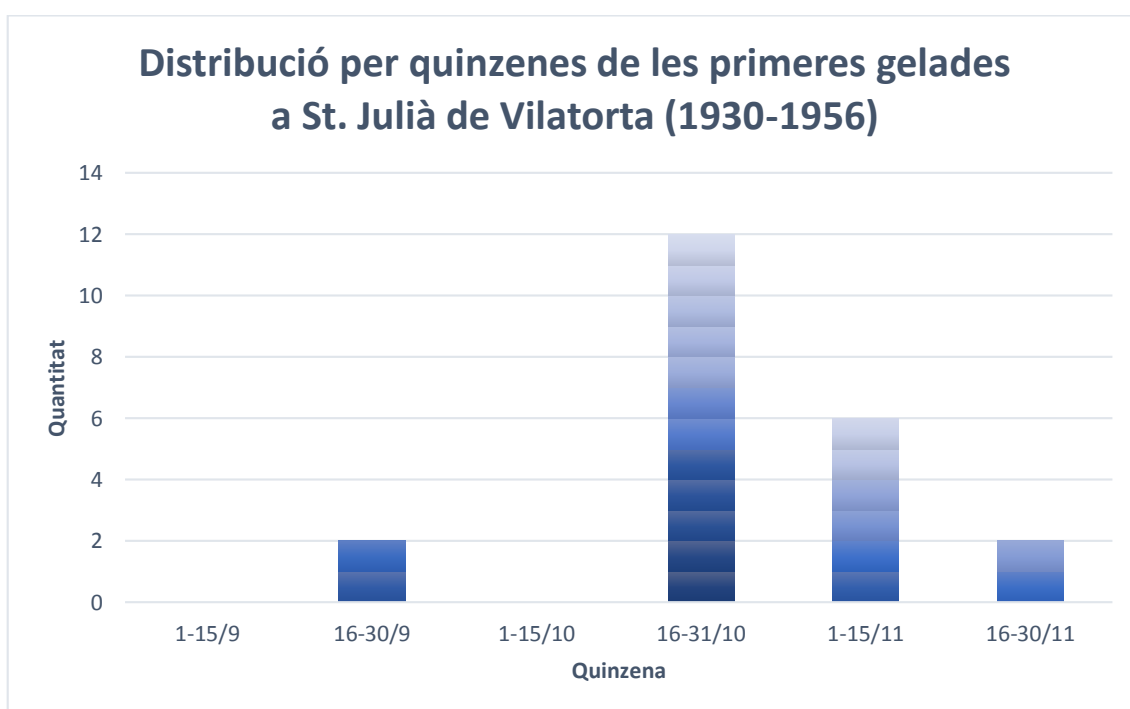


Figura 13: Gràfica complementària a la taula 1 que mostra la distribució de les primeres gelades a Sant Julià de Vilatorça entre els anys 1930 i 1956. *Font: AEMET*

ÚLTIMA GELADA														
Any	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943
Mes	4	4		4	4	4	4	4	4				3	4
Dia	19	23		23	25	20	19	15	20				26	15

ÚLTIMA GELADA

Any	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Mes	4	5	3	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4
Dia	27	3	19	5	4	26	24	15	25	29	5	19	11

Figura 14: Taula mostrant l'última glaçada del registre de diversos anys estudiats a St. Julià de Vilatorça (1930 – 1956). *Font: AEMET*

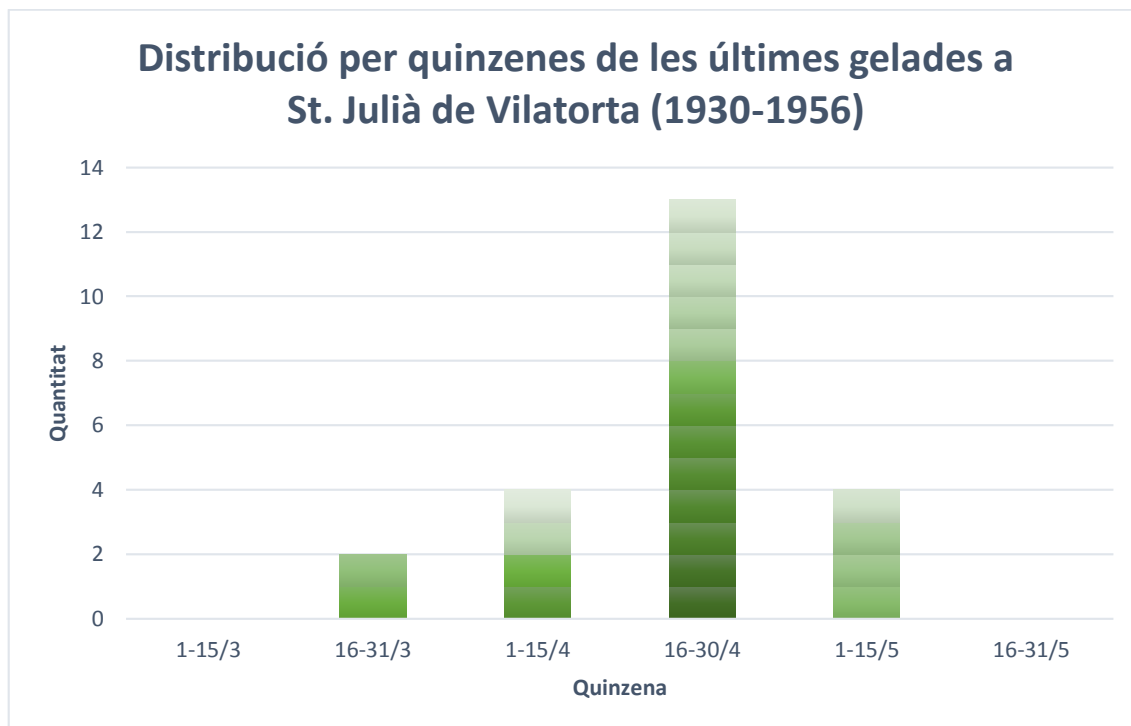


Figura 15: Gràfica complementària a la taula 2 que mostra la distribució de les últimes gelades a Sant Julià de Vilatorça entre els anys 1930 i 1956. *Font: AEMET*

Espècie	Altitud (m)	Termometria (°C)			Precipitació (mm ³)
		Mitjana mes més fred	Mitjana mes més càlid	Amplitud tèrmica	
Roure martinenc (Quercus Pubescents)	400 a 1200	< 0	24 a 30	26 a 30	sense preferència
Alzina (Quercus ilex)	200 a 1000	-2 a 3	26 a 30	24 a 30	600 a 900
Faig (Fagus sylvatica)	800 a 1600	-4 a -1	< 26	24 a 30	> 1000
Pi roig (Pinus sylvestris)	600 a 1200	< 1	24 a 30	24 a 30	700 - 1050
Pi pinyer (Pinus pinea)	< 600	0	26 a 30	24 a 30	650 - 850

Figura 16: Mostra dels intervals corresponents a cada espècie pel que fa als paràmetres geogràfics, termomètrics i pluviomètrics. Les dades representen les característiques diverses de les localitzacions de la majoria de boscos de l'espècie en qüestió. Per això, sempre hi ha una minoria que està fora d'aquests intervals. Aquesta és la que ens interessa per l'estudi, tal com

s'esmenta en l'apartat corresponent de la metodologia. **FONT:** Atlas d'espècies llenyoses – CREA.F. [20]

Altitud (m)		750 - 800		
		Taradell	T. Llebrete	Vic
Termometria (°C)	Mitjana mes més fred	5,2	4,0	3,8
	Mitjana mes més càlid	22,3	21,2	22,5
	Amplitud tèrmica	29,9	30,5	-
Precipitació total anual (dm ³)		736,3	715,7	714,3

Figura 17: Resum esquematitzat de les condicions climatològiques dels últims anys a les estacions més properes a l'àrea d'estudi concreta: Sant Julià de Vilatorça. L'altitud esmentada fa referència a la cota dels boscos que s'estudien i no pas a l'altitud del municipi en qüestió

	Termometria		Pluviometria	
	Abast del registre	Observacions	Abast del registre	Observacions
Sant Julià de Vilatorça (AEMET)	1930 - 1956	Abundància mesos i alguns períodes llargs sense dades	1917 - 1956	Abundància de mesos sense dades
Sant Julià de Vilatorça (meteovilatorça)	1987 - 2013	Totalment continuat	1987 - 2013	Totalment continuat
Prats de Lluçanès	1974 - 2012	Abundància de mesos i alguns anys sencers sense dades	1911 - 2012	Abundància de mesos sense dades fins a 1941
Taradell	1942 - 2007	Períodes prolongats sense dades (1945-1950; 1957-1975)	1950 - 2007	Període prolongat sense dades (1957-1975)
Torelló	1992 - 2012	Pocs mesos sense dades	1947 - 2012	Pocs mesos sense dades
Torre Llebrete	1940 - 2012	Totalment continuat	1940 - 2012	Totalment continuat
Vic	1975 - 2012	Pocs mesos sense dades	1951 - 2012	Totalment continuat

Figura 18: Taula de dades de caràcter climàtic on s'exposa la durada dels diversos registres consultats així com la seva continuïtat. És a dir, la freqüència amb la que hi ha mesos sense dades, fet que dificulta l'estudi a través de l'estació meteorològica pertinent.

	Termometria (°C)		Pluviometria (mm ³)	
	Mitjana anual	Mitjana estival	Total anual	Total estival
Sant Julià de Vilatorça	12,39	18,93	718,79	361,29
Prats de Lluçanès	11,95	18,79	669,84	370,52
Taradell	13,25	19,42	739,21	347,69
Torelló	13,29	19,85	714,71	400,92
Torre Llebreta	12,33	18,59	714,29	334,38
Vic	13,27	20,03	711,02	368,33

Figura 19: Taula de caràcter climàtic on s'exposen dos dels valors característics de les dues variables estudiades. Són les mitjanes i els totals pel que fa a termometria i a pluviometria, respectivament. Cal dir que les dades de Sant Julià de Vilatorça no són les dades directes del registre sinó que s'han complementat amb una reconstrucció prèvia a l'estudi que s'explica en l'apartat 2.1.1. del present treball. També cal apuntar que els observatoris de Sant Julià de Vilatorça i Torre Llebreta tenen uns registres termomètrics força més antics que la resta, i per tant, les dades estan desfasades i no són comparables a la resta.

Font: AEMET, www.meteovilatorca.cat, Manel Dot Arnau.

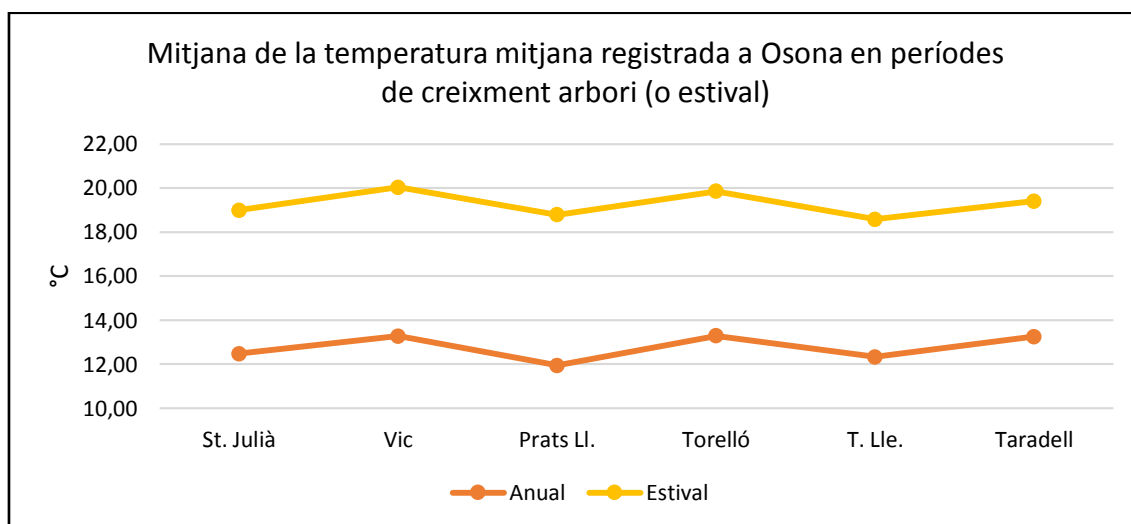


Figura 20: Representació gràfica que es correspon als valors establerts en la figura 19 pel que fa als valors termomètrics. **Font:** AEMET, www.meteovilatorca.cat, Manel Dot Arnau.

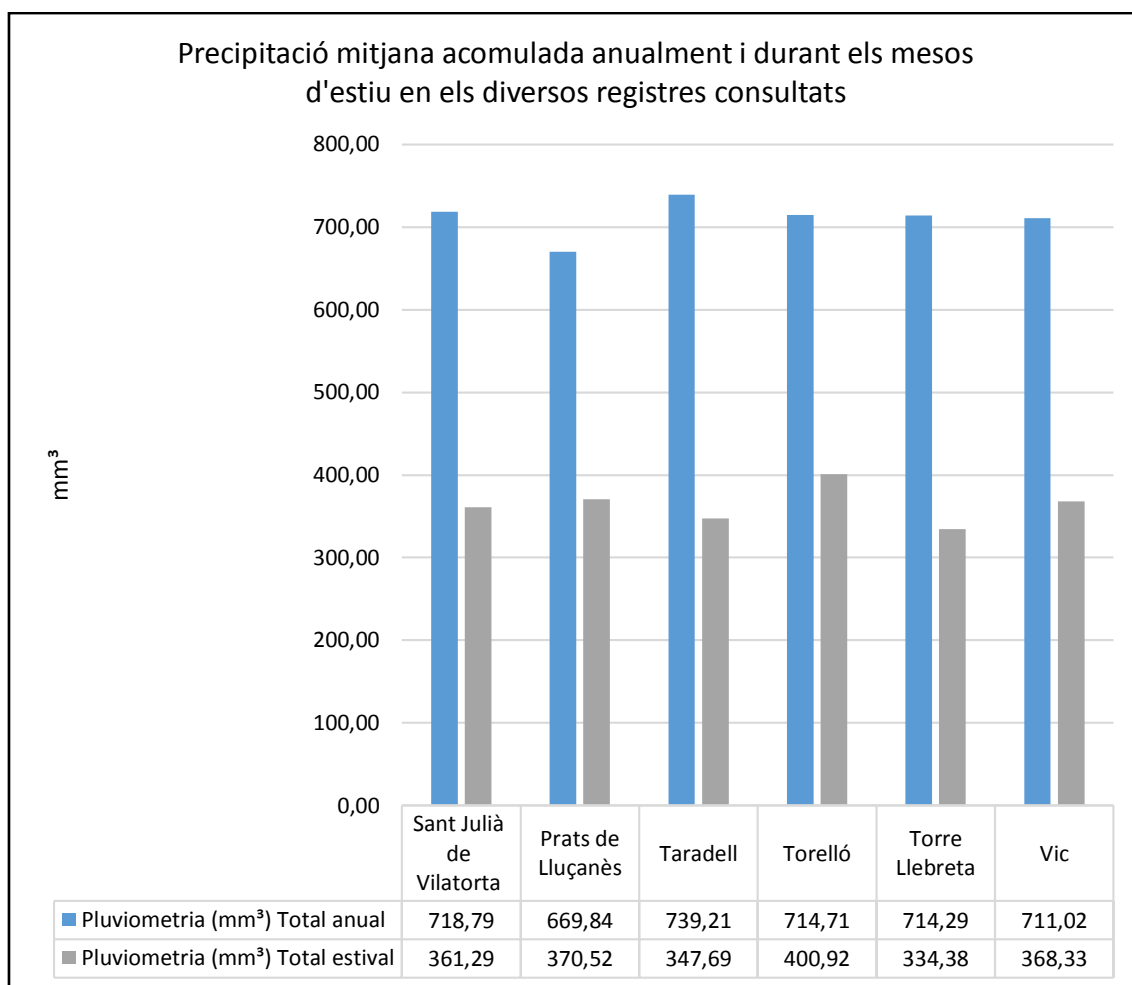


Figura 21: Representació gràfica que es correspon als valors establerts en la figura 19 pel que fa als valors pluviomètrics. **Font:** AEMET, www.meteovilatorta.cat, Manel Dot Arnau.

Termometria anual		Pluviometria anual	
Positiu	Negatiu	Positiu	Negatiu
2003	1969	1920	1929
2001	1972	1932	1945
1994	1977	1951	1958
2006	1984	1963	1973
1999	2013	1977	2007
1943		1996	2012

Figura 22: Taula de dades de caràcter meteorològic on s'exposen els anys característics pel que fa als registres anuals de termometria i pluviometria. Els anys positius, són aquells on hi ha un pic elevat tant en temperatures com en precipitacions.

Termometria estival		Pluviometria estival	
Positiu	Negatiu	Positiu	Negatiu
2003	1974	1920	1931
2006	1969	1953	1945
2001	1984	1963	1958
1997	2013	1975	1970
1994	1971	1977	1973
1961	1973	1992	1994
			2007

Figura 23: Taula de dades de caràcter meteorològic on s'exposen els anys característics pel que fa als registres estivals (període de creixement Maig – Setembre) de termometria i pluviometria. Els anys positius, són aquells on hi ha un pic elevat tant en temperatures com en precipitacions.

índex de creixement	
positiu	negatiu
2002	1999
1997	2005
2004	2014
1992	1928
1977	1973
2011	1981

Figura 24: Taula de dades de caràcter dendrològic on s'exposen els anys característics pel que fa a l'índex de creixement anual de la mitjana dels boscos sondejats. Els anys positius són aquells on hi ha un pic elevat en el creixement.

Figura 25: Gràfica on s'il·lustren les sèries de precipitació anual mitjana a Osona en comparació a les sèries corresponents del període estival o de creixement arbori (maig – setembre). **Font:** AEMET, www.meteovilatorta.cat, Manel Dot Arnau.

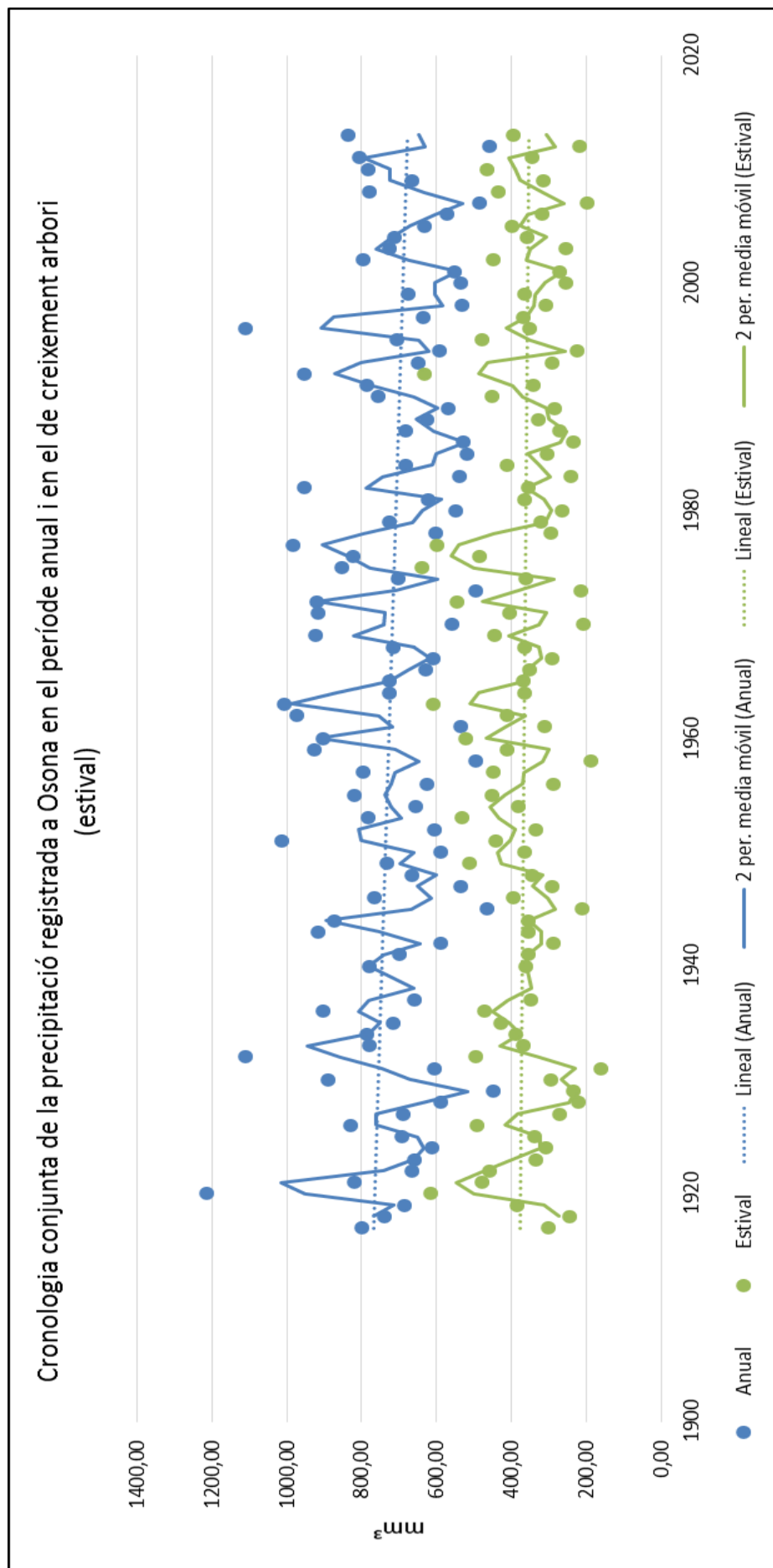


Figura 26: Gràfica on s'il·lustren les sèries de temperatura mitjana anual a Osona en comparació a les sèries corresponents del període estival o de creixement arbori (maig – setembre). **Font:** AEMET, www.meteovilatorta.cat, Manel Dot Arnau.

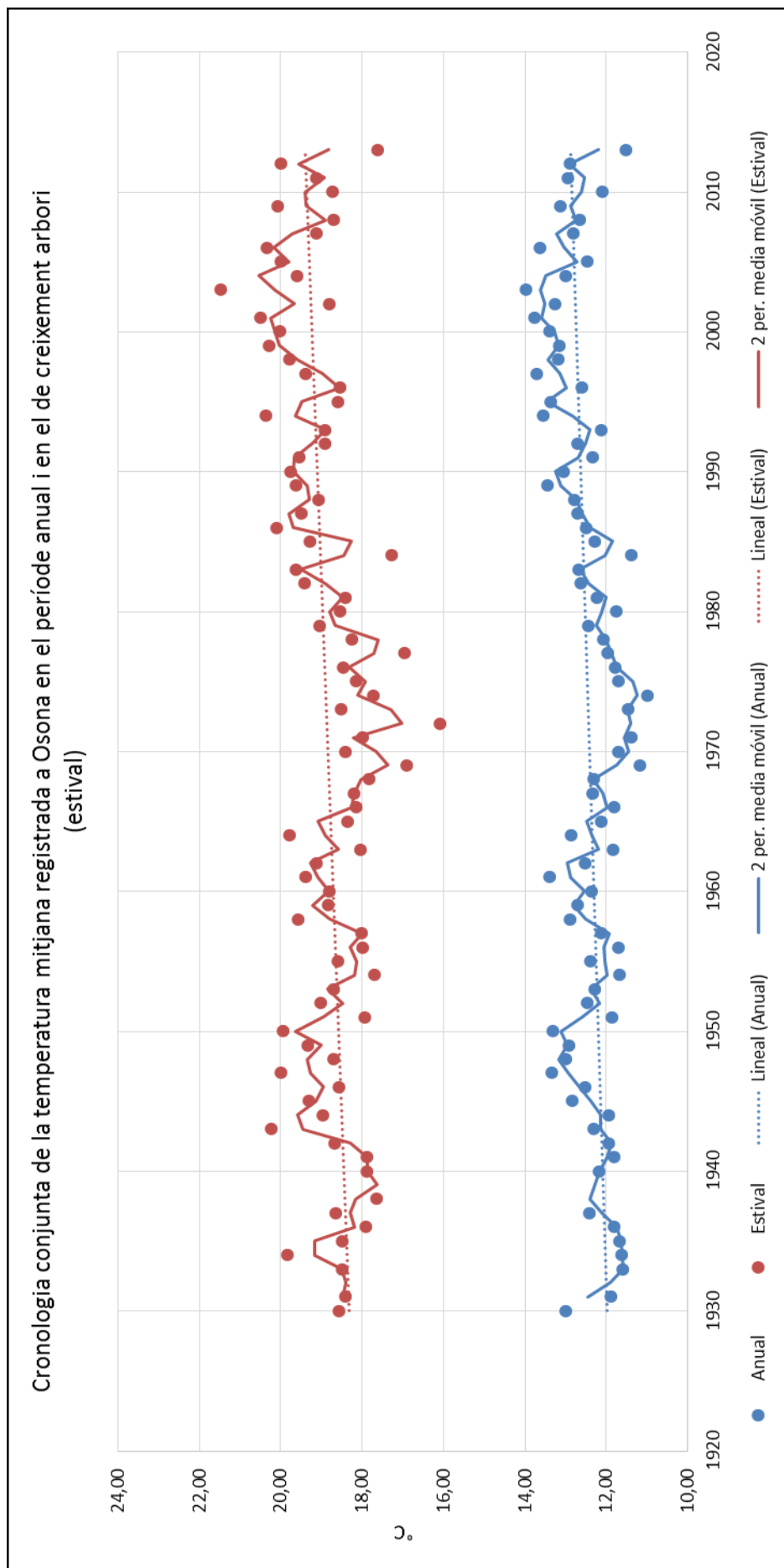


Figura 27: Gràfica de caràcter dendrològic on s'exposa la cronologia completa de l'índex de creixement arbori començant la mitjana dels boscos mostrejats.

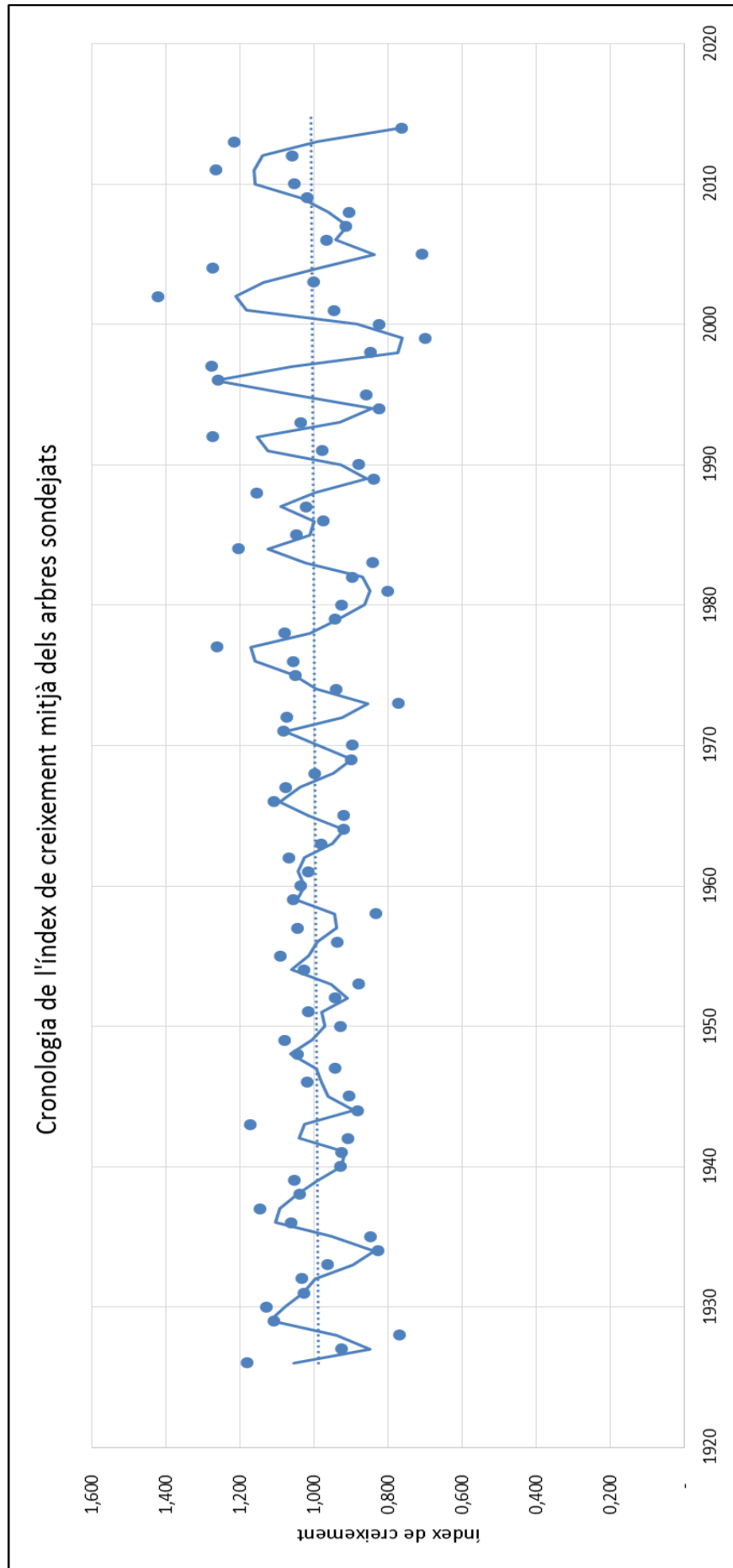


Figura 28: Gràfica on s'exposa la recta de regressió i el coeficient de determinació establerts en la relació de les cronologies de l'índex de creixement mitjà de cada bosc.

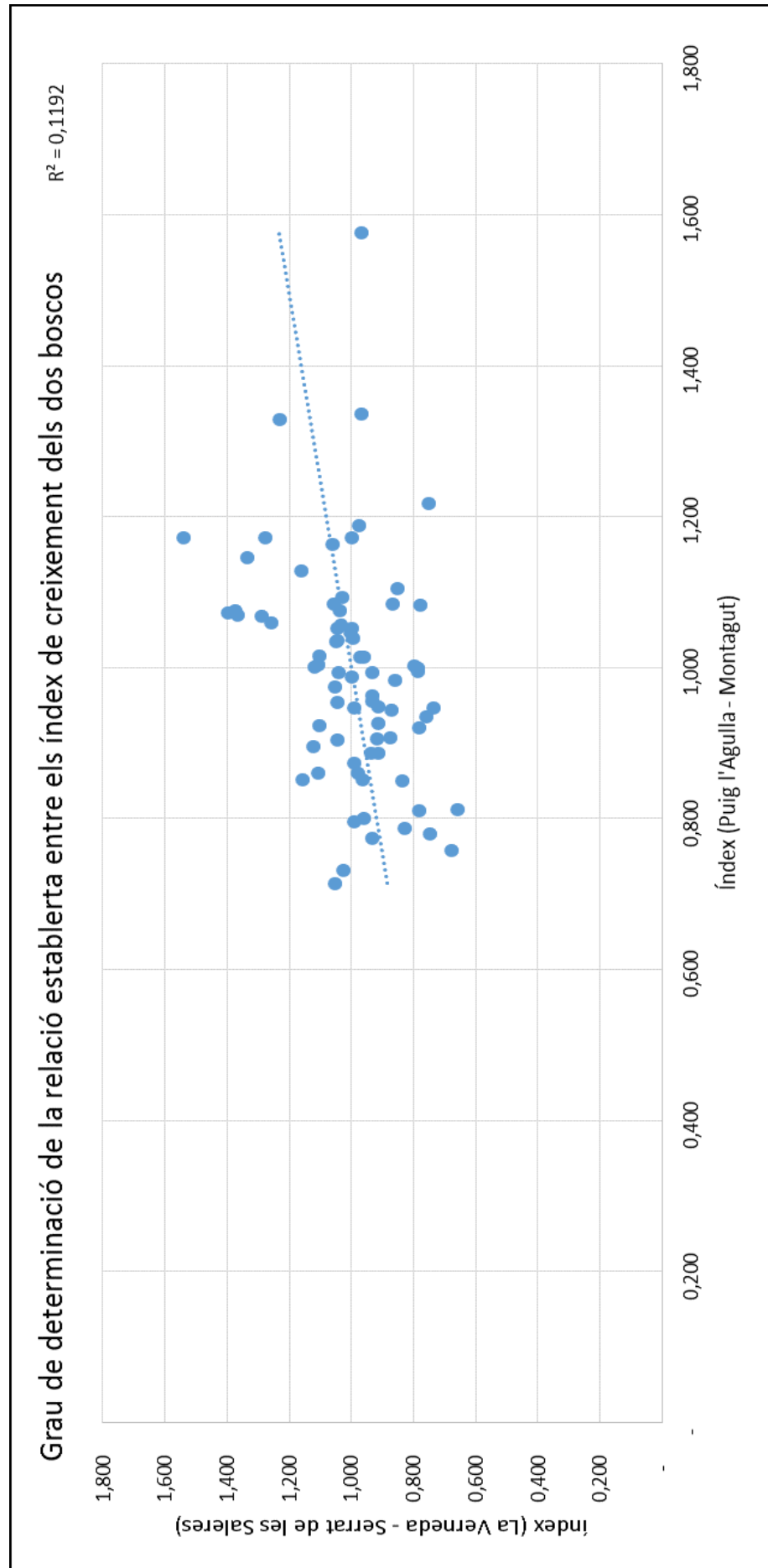


Figura 29: Gràfica de caràcter dendroclimàtic d'on se n'extreu la comparació entre la mitjana de creixement amb la mitjana de la precipitació anual i estival (maig – setembre) registrada a Osona.

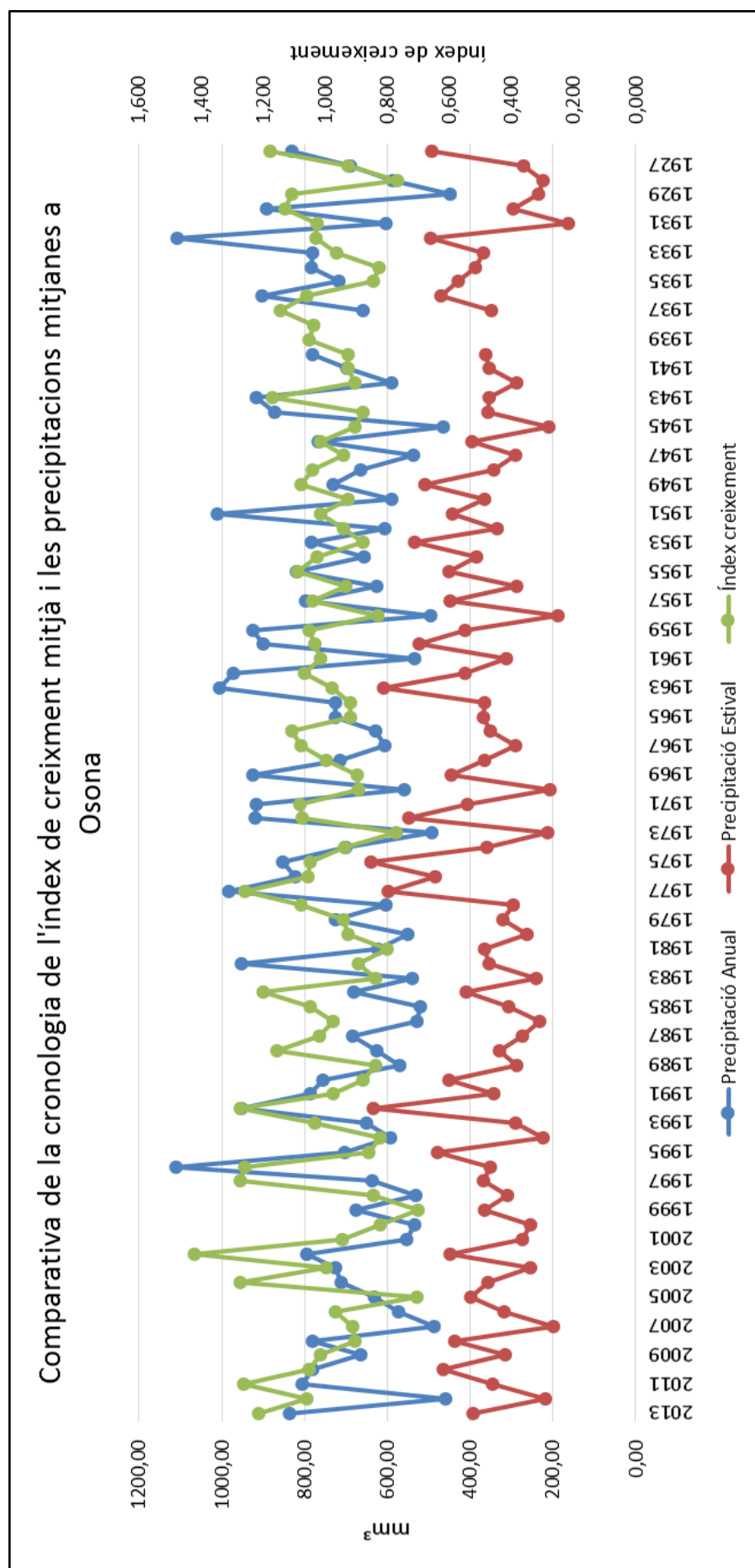
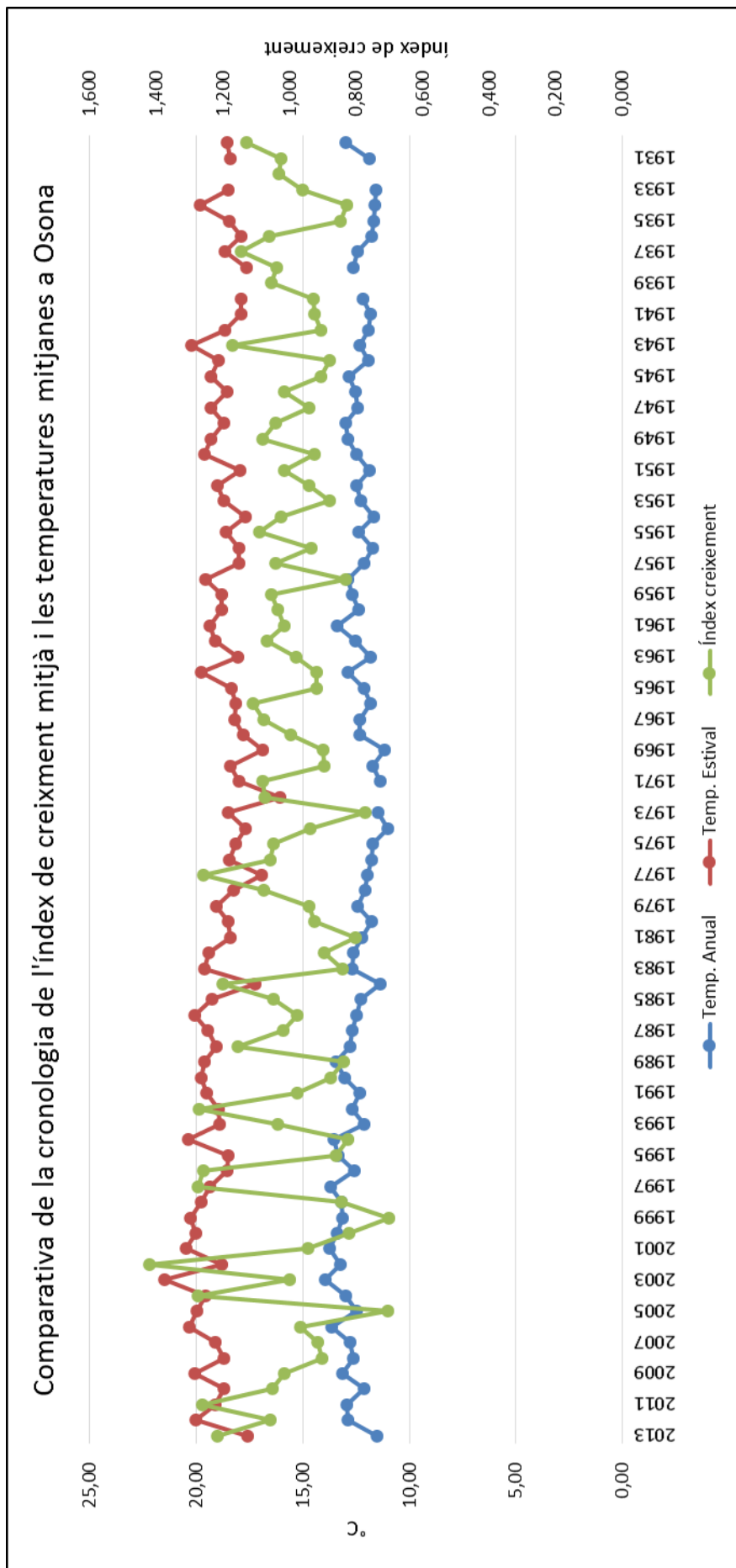


Figura 30: Gràfica de caràcter dendroclimàtic d'on se n'extreu la comparació entre la mitjana de l'índex de creixement amb la temperatura mitjana anual i estival (maig – setembre) registrada a Osona.



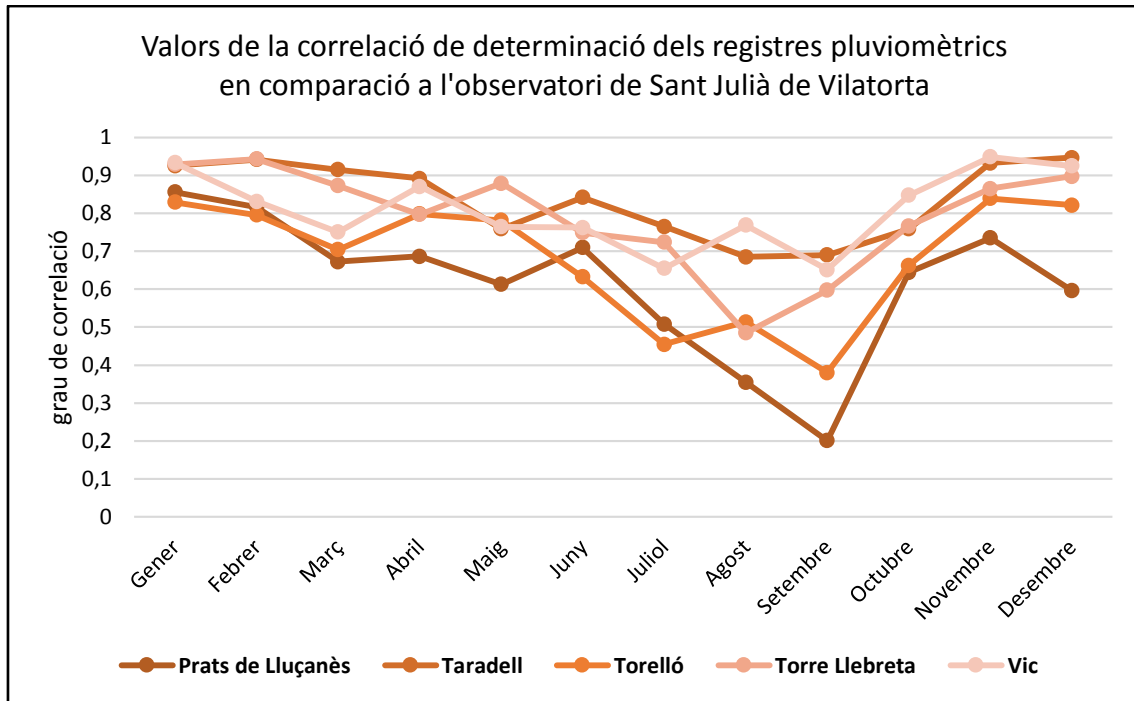


Figura 31: Gràfica de caràcter pluviomètric on es disposen els diversos graus de correlació en el registre mensual establert entre les diverses estacions de la comarca en relació amb l'observatori de Sant Julià de Vilatorça.

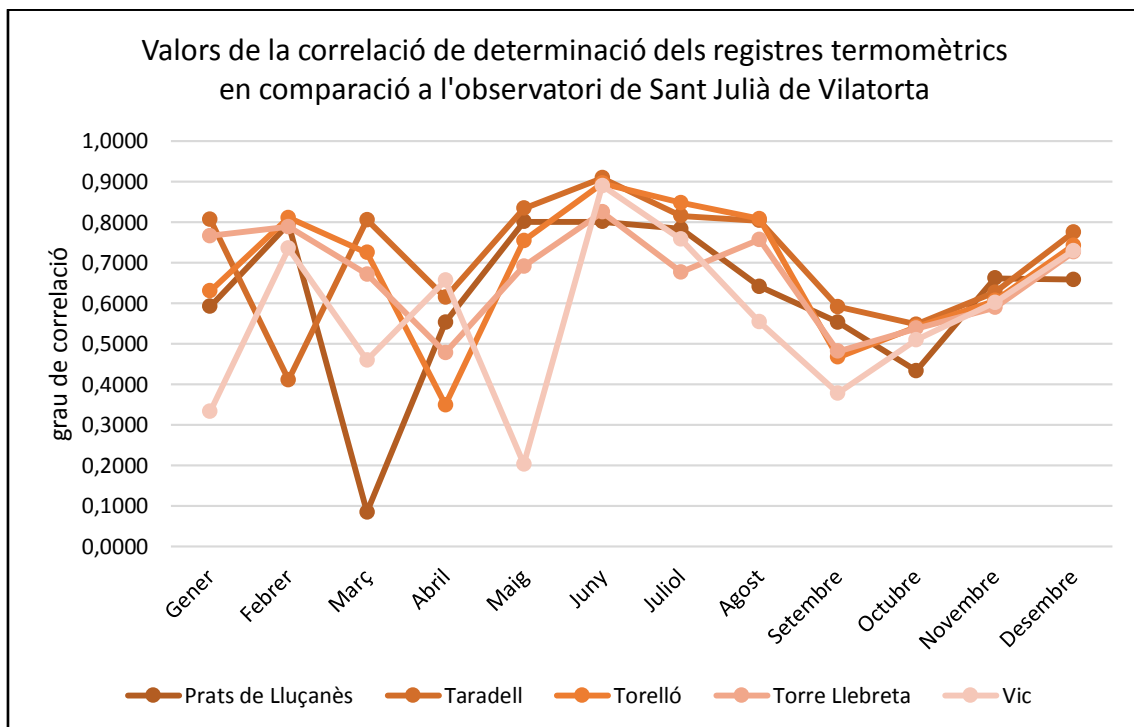


Figura 32: Gràfica de caràcter termomètric on es disposen els diversos graus de correlació en el registre mensual establert entre les diverses estacions de la comarca en relació amb l'observatori de Sant Julià de Vilatorça.

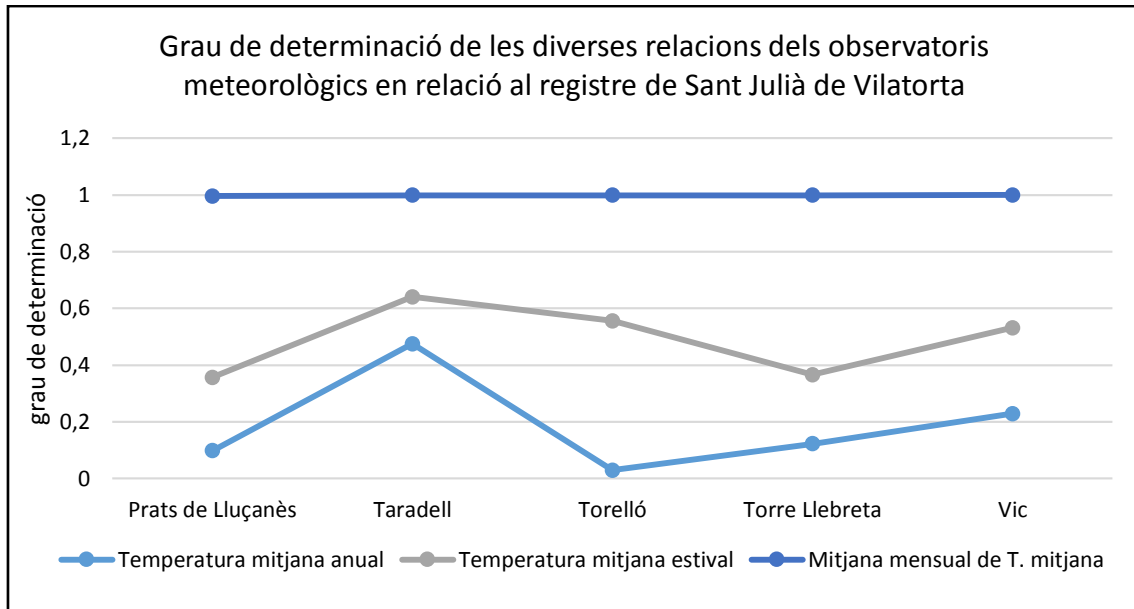


Figura 33: Gràfica de caràcter termomètric on s'exposen els graus de determinació de diverses relacions establertes entre els diversos registres de la comarca amb el de l'observatori de Sant Julià de Vilatorça. Les tres sèries de valors fan referència a la els valors mensuals mitjans de tot el registre, la sèrie de mitjanes anuals i la d'estivals (maig – setembre).

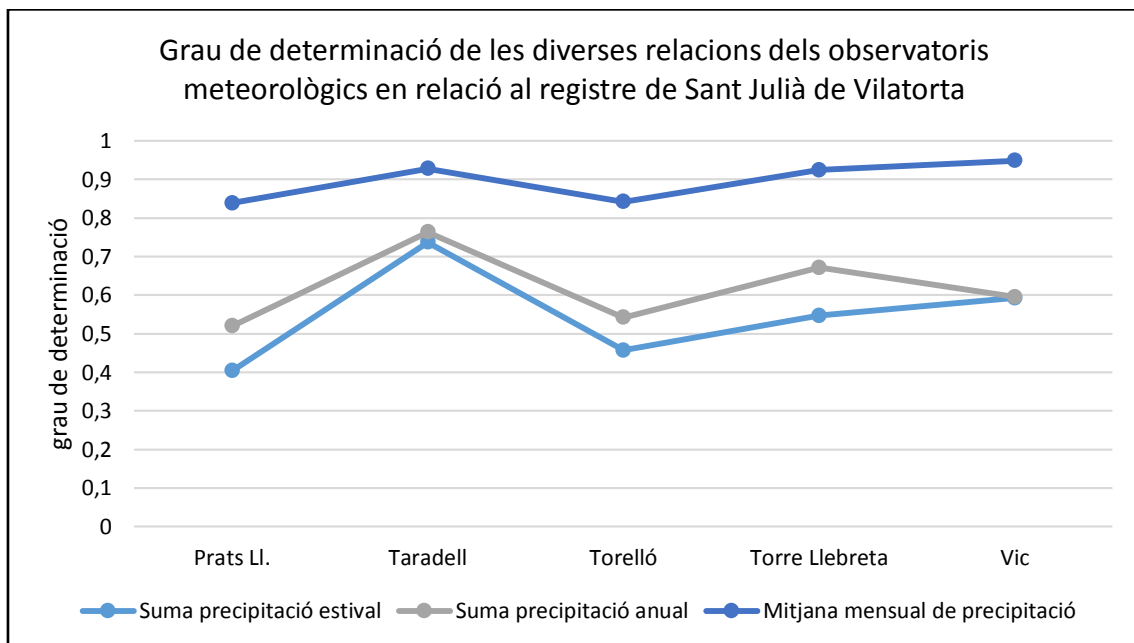


Figura 34: Gràfica de caràcter pluviomètric on s'exposen els graus de determinació de diverses relacions establertes entre els diversos registres de la comarca amb el de l'observatori de Sant Julià de Vilatorça. Les tres sèries de valors fan referència a la els valors mensuals mitjans de tot el registre, la sèrie de totals anuals i la d'estivals (maig – setembre).

1958/2011	VER_SS_01(1)	VER_SS_01(2)	VER_SS_01(3)	VER_SS_02(1)	VER_SS_02(2)	VER_SS_03(1)
VER_SS_01(1)	1,00	0,83	0,93	0,31	0,36	0,25
VER_SS_01(2)	0,83	1,00	0,92	0,35	0,45	0,21
VER_SS_01(3)	0,93	0,92	1,00	0,30	0,39	0,25
VER_SS_02(1)	0,31	0,35	0,30	1,00	0,90	0,38
VER_SS_02(2)	0,36	0,45	0,39	0,90	1,00	0,23
VER_SS_03(1)	0,25	0,21	0,25	0,38	0,23	1,00
VER_SS_04(1)	0,50	0,48	0,49	0,75	0,82	0,36
VER_SS_05(1)	0,56	0,51	0,47	0,40	0,48	0,17
VER_SS_05(2)	0,61	0,57	0,54	0,36	0,42	0,18
VER_SS_06(1)	0,54	0,41	0,52	0,29	0,24	0,71
VER_SS_06(2)	0,50	0,29	0,44	0,14	0,07	0,67
VER_SS_07(1)	0,12	0,23	0,23	0,23	0,31	0,10
VER_SS_07(2)	0,33	0,32	0,38	0,47	0,54	0,05
VER_SS_07(3)	0,21	0,26	0,26	0,45	0,51	0,04
VER_SS_08(1)	0,67	0,69	0,64	0,64	0,73	0,27
VER_SS_08(2)	0,63	0,70	0,65	0,64	0,74	0,27
VER_SS_09(1)	0,59	0,51	0,60	0,13	0,13	0,46

Figura 35: Taula de dades de caràcter dendromètric on s'exposen els diversos valors de determinació entre les sèries de l'índex de creixement dels diversos testimonis recollits a la Verneda que s'han aprofitat per l'estudi.

	VER_SS_03(1)	VER_SS_04(1)	VER_SS_05(1)	VER_SS_05(2)	VER_SS_06(1)	VER_SS_06(2)
VER_SS_01(1)	0,25	0,50	0,56	0,61	0,54	0,50
VER_SS_01(2)	0,21	0,48	0,51	0,57	0,41	0,29
VER_SS_01(3)	0,25	0,49	0,47	0,54	0,52	0,44
VER_SS_02(1)	0,38	0,75	0,40	0,36	0,29	0,14
VER_SS_02(2)	0,23	0,82	0,48	0,42	0,24	0,07
VER_SS_03(1)	1,00	0,36	0,17	0,18	0,71	0,67
VER_SS_04(1)	0,36	1,00	0,59	0,53	0,42	0,35
VER_SS_05(1)	0,17	0,59	1,00	0,95	0,35	0,31
VER_SS_05(2)	0,18	0,53	0,95	1,00	0,36	0,33
VER_SS_06(1)	0,71	0,42	0,35	0,36	1,00	0,89
VER_SS_06(2)	0,67	0,35	0,31	0,33	0,89	1,00
VER_SS_07(1)	0,10	0,12	0,22	0,25	0,12	0,02
VER_SS_07(2)	0,05	0,47	0,43	0,39	0,28	0,09
VER_SS_07(3)	0,04	0,31	0,28	0,24	0,16	0,03
VER_SS_08(1)	0,27	0,66	0,57	0,57	0,43	0,25
VER_SS_08(2)	0,27	0,65	0,51	0,54	0,34	0,11
VER_SS_09(1)	0,46	0,33	0,17	0,27	0,55	0,57

Figura 35 (2): Continuació de la figura 31.

	VER_SS_07(1)	VER_SS_07(2)	VER_SS_07(3)	VER_SS_08(1)	VER_SS_08(2)	VER_SS_09(1)
VER_SS_01(1)	0,12	0,33	0,21	0,67	0,63	0,59
VER_SS_01(2)	0,23	0,32	0,26	0,69	0,70	0,51
VER_SS_01(3)	0,23	0,38	0,26	0,64	0,65	0,60
VER_SS_02(1)	0,23	0,47	0,45	0,64	0,64	0,13
VER_SS_02(2)	0,31	0,54	0,51	0,73	0,74	0,13
VER_SS_03(1)	0,10	-	0,05	0,04	-	0,27
VER_SS_04(1)	0,12	0,47	0,31	0,66	0,65	0,33
VER_SS_05(1)	0,22	0,43	0,28	0,57	0,51	0,17
VER_SS_05(2)	0,25	0,39	0,24	0,57	0,54	0,27
VER_SS_06(1)	-	0,12	-	0,28	-	0,16
VER_SS_06(2)	0,02	-	0,09	0,03	-	0,25
VER_SS_07(1)	1,00	0,74	0,75	0,33	0,36	0,19
VER_SS_07(2)	0,74	1,00	0,84	0,50	0,55	0,19
VER_SS_07(3)	0,75	0,84	1,00	0,46	0,49	0,11
VER_SS_08(1)	0,33	0,50	0,46	1,00	0,93	0,35
VER_SS_08(2)	0,36	0,55	0,49	0,93	1,00	0,35
VER_SS_09(1)	0,19	0,19	0,11	0,35	0,35	1,00

Figura 35 (3): Continuació de la figura 31

	PAG_03(1)	PAG_03(2)	PAG_03(3)	PAG_06(1)	PAG_06(2)
PAG_03(1)	1,00	0,92	0,68	0,56	0,29
PAG_03(2)	0,92	1,00	0,73	0,58	0,18
PAG_03(3)	0,68	0,73	1,00	0,50	0,32
PAG_04(1)	0,45	0,42	0,22	0,04	-
PAG_04(2)	0,33	0,30	0,25	-	0,21
PAG_04(3)	0,48	0,38	0,22	-	0,01
PAG_04(4)	0,72	0,74	0,60	0,39	0,17
PAG_05(1)	0,81	0,74	0,46	0,51	0,36
PAG_05(2)	-	0,08	-	0,04	0,11
PAG_06(1)	0,56	0,58	0,50	1,00	0,71
PAG_06(2)	0,29	0,18	0,32	0,71	1,00

Figura 36: Taula de dades de caràcter dendromètric on s'exposen els diversos valors de determinació entre les sèries de l'índex de creixement dels diversos testimonis recollits a Puig l'Agulla - Montagur que s'han aprofitat per l'estudi.

	PAG_04(1)	PAG_04(2)	PAG_04(3)	PAG_04(4)	PAG_05(1)	PAG_05(2)
PAG_03(1)	0,45	0,33	0,48	0,72	0,81	- 0,08
PAG_03(2)	0,42	0,30	0,38	0,74	0,74	- 0,04
PAG_03(3)	0,22	0,25	0,22	0,60	0,46	0,11
PAG_04(1)	1,00	0,85	0,88	0,49	0,52	0,17
PAG_04(2)	0,85	1,00	0,78	0,48	0,26	- 0,03
PAG_04(3)	0,88	0,78	1,00	0,50	0,53	0,10
PAG_04(4)	0,49	0,48	0,50	1,00	0,45	- 0,16
PAG_05(1)	0,52	0,26	0,53	0,45	1,00	0,23
PAG_05(2)	0,17	- 0,03	0,10	- 0,16	0,23	1,00
PAG_06(1)	0,04	- 0,21	- 0,01	0,39	0,51	0,17
PAG_06(2)	- 0,10	- 0,29	- 0,01	0,17	0,36	0,29

Figura 36 (2): Continuació de la figura 32

	PRATS	TARADELL	TORELLÓ	LLEBRETA	VIC	ST. JULIÀ V.	ST. JULIÀ V. CO
PAG_A03	-0,026	0,174	0,286	0,125	0,254	-0,074	-0,003
PAG_A04	0,150	0,138	0,210	0,163	0,188	0,166	0,205
PAG_A05	0,029	0,049	0,165	0,029	0,118	-0,156	0,005
PAG_A06	0,125	0,213	0,304	0,236	0,164	0,028	0,078
VER_SS_A01	0,040	0,230	0,317	0,205	0,281	0,134	0,053
VER_SS_A02	0,138	0,347	0,323	0,231	0,246	0,188	0,259
VER_SS_A03	0,067	0,347	0,334	0,262	0,285	0,232	0,252
VER_SS_A04	0,176	0,354	0,310	0,331	0,198	0,383	0,422
VER_SS_A05	0,007	0,280	0,163	0,183	0,086	0,045	0,085
VER_SS_A06	0,105	0,265	0,164	0,179	0,164	0,342	0,322
VER_SS_A07	0,124	0,151	0,177	0,140	0,094	0,110	0,119
VER_SS_A08	-0,016	0,189	0,109	0,119	0,075	0,003	0,063
VER_SS_A09	0,048	0,321	0,101	0,075	0,132	0,280	0,304
PAG_TOT	0,095	0,178	0,363	0,167	0,272	-0,052	0,065
VER_SS_TOT	0,110	0,351	0,305	0,270	0,239	0,201	0,229
ARB_TOT	0,117	0,341	0,357	0,292	0,267	0,140	0,197
BOSC_TOT	0,121	0,341	0,359	0,282	0,271	0,133	0,196

Figura 37: Taula de dades de caràcter dendroclimàtic on s'exposen els graus de determinació de la relació establerta entre els índexs de creixement de cada arbre i el registre pluviomètric de dada observatori. Els valors de la columna St. Julià V. Co. corresponen a la sèrie de la que s'han reconstruïts alguns valors prèviament a l'anàlisi.

	PRATS	TARADELL	TORELLÓ	LLEBRETA	VIC	ST. JULIÀ V.
PAG_A03	-0,498	-0,247	-0,587	-0,171	-0,592	0,162
PAG_A04	-0,367	-0,319	-0,460	-0,180	-0,395	-0,162
PAG_A05	-0,273	-0,053	-0,029	0,187	-0,066	0,321
PAG_A06	-0,193	-0,300	-0,490	-0,145	-0,181	-0,272
VER_SS_A01	-0,341	-0,341	-0,412	-0,220	-0,457	-0,222
VER_SS_A02	-0,374	-0,388	-0,576	-0,209	-0,471	-0,248
VER_SS_A03	-0,344	-0,288	-0,603	-0,230	-0,377	-0,167
VER_SS_A04	-0,384	-0,348	-0,580	-0,266	-0,415	-0,182
VER_SS_A05	-0,296	-0,346	-0,536	-0,290	-0,421	-0,247
VER_SS_A06	-0,289	-0,309	-0,460	-0,258	-0,306	-0,201
VER_SS_A07	-0,221	-0,144	-0,568	-0,046	-0,310	-0,161
VER_SS_A08	-0,220	-0,190	-0,422	-0,172	-0,320	-0,097
VER_SS_A09	-0,031	-0,191	-0,332	-0,105	-0,145	-0,043
PAG_TOT	-0,477	-0,314	-0,514	-0,088	-0,454	0,156
VER_SS_TOT	-0,347	-0,352	-0,589	-0,281	-0,450	-0,237
ARB_TOT	-0,414	-0,386	-0,611	-0,272	-0,489	-0,194
BOSC_TOT	-0,405	-0,382	-0,604	-0,263	-0,482	-0,170

Figura 38: Taula de dades de caràcter dendroclimàtic on s'exposen els graus de determinació de la relació establerta entre els índexs de creixement de cada arbre i el registre termomètric de dada observatori.

ESTADÍSTIQUES DE LA CORRELACIÓ CORR 1 CORR 2

PEARSON	0,9348	0,864
R²	0,8738	0,747
R² AJUSTAT	0,8318	0,689
ERROR TÍPIC	71,2711	96,057
OBSERVACIONS	25	28

Figura 39: Dades de la correlació per la reconstrucció del registre de precipitació anual amb la inclusió dels registre dendrològics a mode de complement. La correlació 2 exclou el registre de l'estació de Taradell.

ESTADÍSTIQUES DE LA CORRELACIÓ CORR 1 CORR 2

PEARSON	0,9106	0,808
R²	0,8292	0,653
R² AJUSTAT	0,7866	0,600
ERROR TÍPIC	51,5634	66,610
OBSERVACIONS	26	31

Figura 40: Dades de la correlació per la reconstrucció del registre de precipitació estival amb la inclusió dels registre dendrològics a mode de complement. La correlació 2 exclou el registre de l'estació de Taradell.

ESTADÍSTIQUES DE LA REGRESIÓ

PEARSON	0,366847396
COEFICIENT DE DETERMINACIÓ (R²)	0,134577012
R² AJUSTAT	0,007100099
ERROR TÍPIC	0,870899704
OBSERVACIONS	40

Figura 41: Dades de la correlació per la reconstrucció del registre de temperatura mitjana anual amb la inclusió dels registre dendrològics a mode de complement. La correlació 2 exclou el registre de l'estació de Taradell.

ESTADÍSTIQUES DE LA REGRESIÓ

PEARSON	0,872467697
COEFICIENT DE DETERMINACIÓ (R²)	0,761199883
(R²) AJUSTAT	0,734666537
ERROR TÍPIC	0,406094845
OBSERVACIONS	21

Figura 42: Dades de la correlació per la reconstrucció del registre de temperatura mitjana estival amb la inclusió dels registre dendrològics a mode de complement. La correlació 2 exclou el registre de l'estació de Taradell.

Figura 43: Gràfica de caràcter dendroclimàtic on s'exposa la reconstrucció dels totals anuals de precipitació obtinguts a partir del pronòstic de les relacions entre els valors mensuals de les diverses estacions entre sí. No s'exposen les dades de Prats de Lluçanès i Torelló perquè hi ha mesos on no s'ha pogut efectuar el pronòstic.

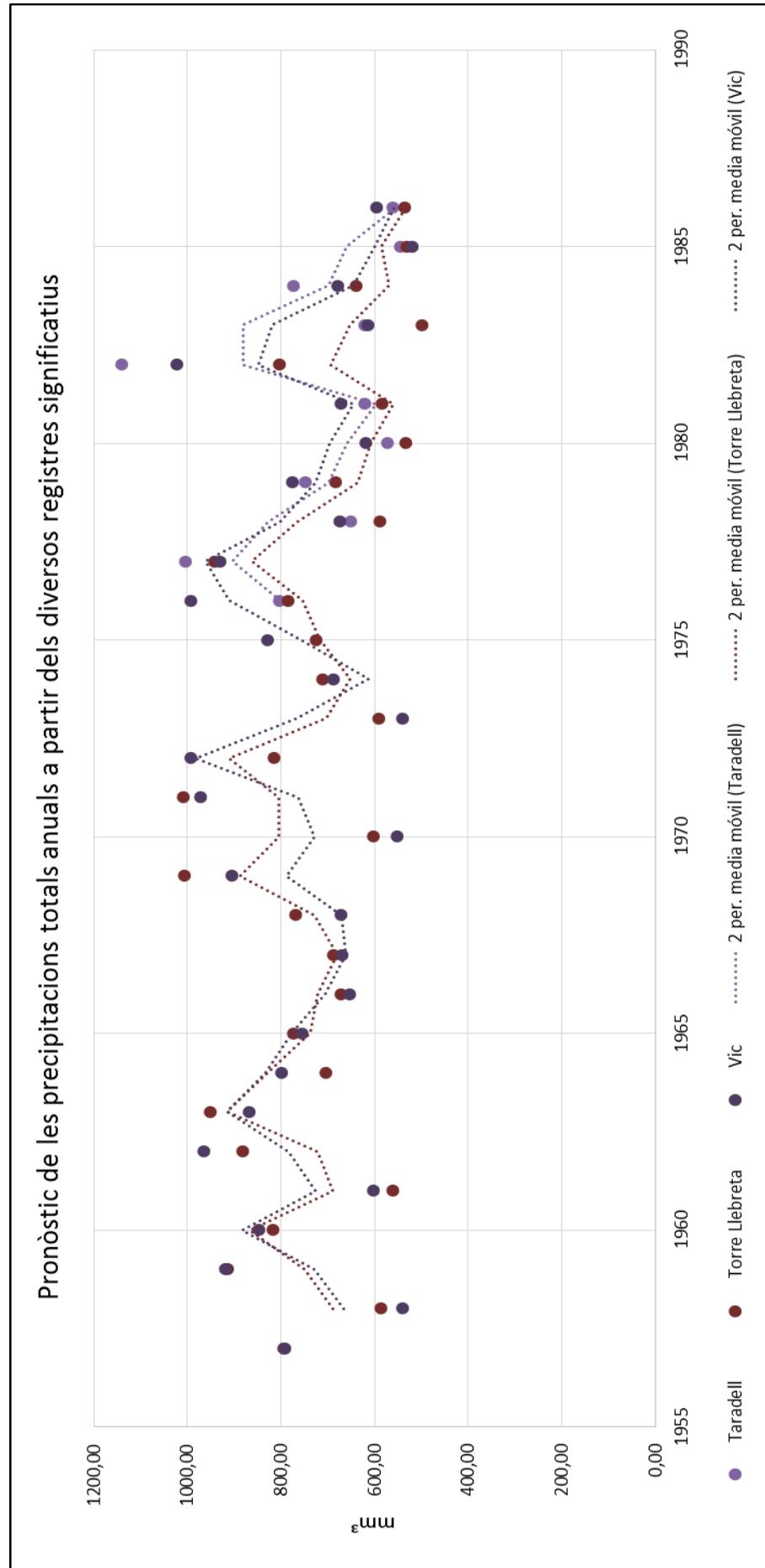


Figura 44: Climograma obtingut a partir del pronòstic realitzat amb les dades mensuals de cada observatori. La sèrie de dades termomètriques queda incompleta ja que hi ha alguns mesos on la reconstrucció no és significativa des d'un punt de vista estadístic.

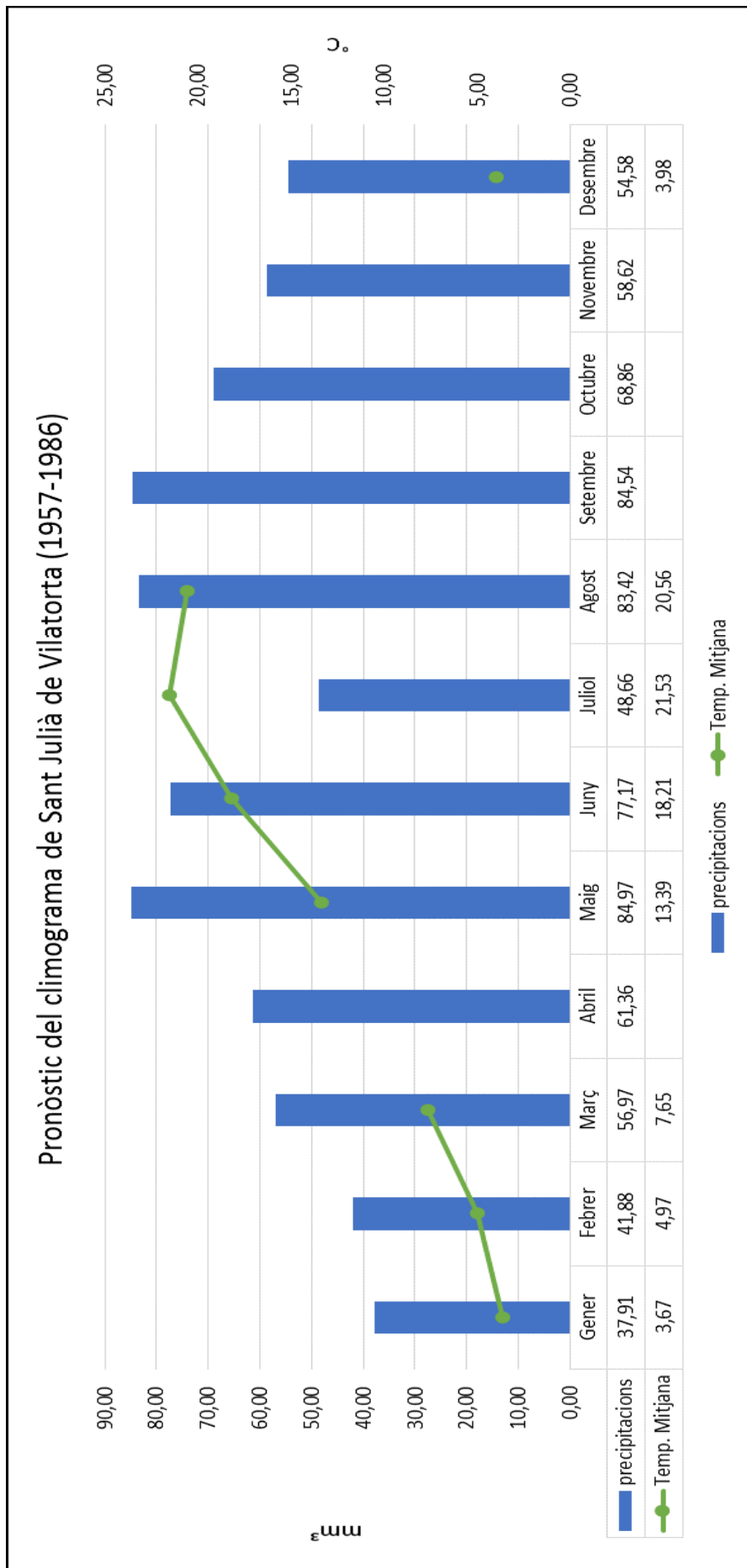
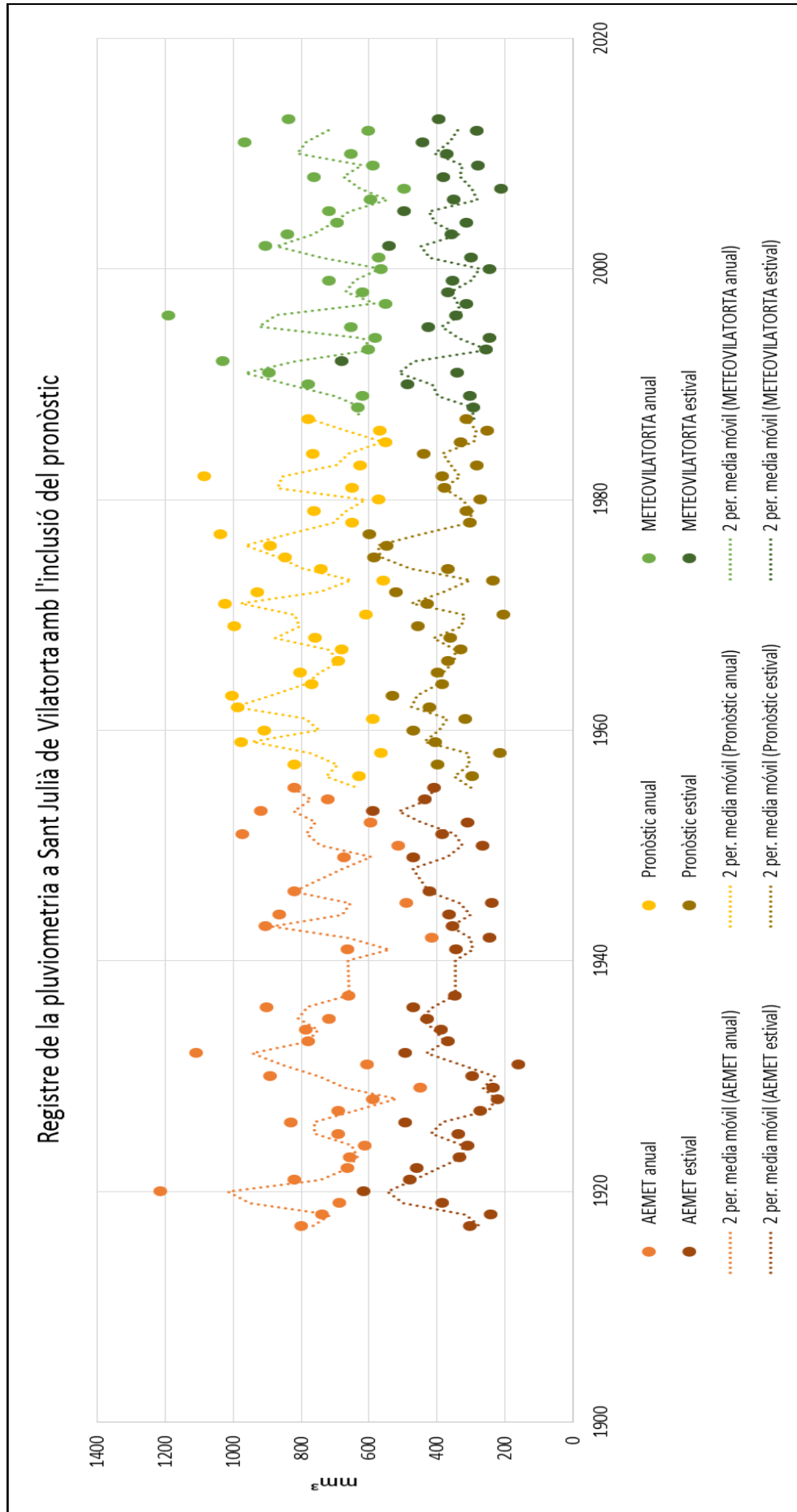


Figura 45: Representació del registre pluviomètric complet del nucli de Sant Julià de Vilatorrada incloent-hi els valors corresponents a la reconstrucció climàtica.



8.2. Taules de mostratge

En les següents taules es mostren les diverses dades que es varen prendre dels arbres sondejats que finalment s'han inclòs a l'estudi present.

Codi:	PAG_A_03	Edat:	70 a.	Vegetació: alzina, roure, pi pinyer, ginebró, bruc i romequera.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	Montagut	
Localització	Latitud:	41,88244° N		Anotacions: Situat a la carena. El terreny té un pendent d'entre un 15 i un 20%.
	Longitud:	2,32974° E		
	Altitud:	793 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	15 m	Diàmetre:	54,4 cm	

Figura 46

Codi:	PAG_A_04	Edat:	75 a.	Vegetació: pi roig, roure, bruc i romequera.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	Montagut	
Localització	Latitud:	41,88248° N		Anotacions: Situat a la carena. El terreny és pràcticament pla.
	Longitud:	2,32946° E		
	Altitud:	830 m		
	Precisió:	± 10 m		
Alçada:	21 m	Diàmetre:	54,1 cm	

Figura 47

Codi:	PAG_A_05	Edat:	73 a.	Vegetació: pi roig, roure, bruc i molsa.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	Montagut	
Localització	Latitud:	41,88336° N		Anotacions: Molsa present a l'escorça per la cara nord. Monticle de terra format a les arrels.
	Longitud:	2,33058° E		
	Altitud:	779 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	19 m	Diàmetre:	54,1 cm	

Figura 48

Codi:	PAG_A_06	Edat:	53 a.	Vegetació: molta presència de capes arbustives, sobretot bruc. Roure i romequera.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	Montagut	
Localització	Latitud:	41,88341° N		Anotacions: Situat al costat del camí i amb pendent pronunciat
	Longitud:	2,32725° E		
	Altitud:	795 m		
	Precisió:	± 4 m		
Alçada:	15 m	Diàmetre:	46,15 cm	

Figura 49

Codi:	VER-SS_A_01	Edat:	76 a.	Vegetació: roure, bruc, pi pinyer, romequera i cirerer bord.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92731° N		Anotacions: Brancada molt ampla orientada la sud. Dominant en el seu entorn. Terreny Pla.
	Longitud:	2,36500° E		
	Altitud:	738 m		
	Precisió:	± 10 m		
Alçada:	23,5 m	Diàmetre:	59,84 cm	

Figura 50

Codi:	VER-SS_A_02	Edat:	76 a.	Vegetació: roure, pi pinyer, bruc, ginebró i cirerer bord.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92590° N		Anotacions: Arrelat en una roca granítica amb pendent pronunciat.
	Longitud:	2,36598° E		
	Altitud:	712 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	18,3 m	Diàmetre:	35,33 cm	

Figura 51

Codi:	VER-SS_A_03	Edat:	120 a.	Vegetació: pi pinyer, arboç, ginebró, roure, bruc.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92582° N		Anotacions: Capçada regular. Dominant. Sòl molt pobre. Podrit en el nucli del tronc.
	Longitud:	2,36706° E		
	Altitud:	705 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	15 m	Diàmetre:	42 cm	

Figura 52

Codi:	VER-SS_A_04	Edat:	78 a.	Vegetació: Pi pinyer, bruc i roure
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92625° N		Anotacions: Dominant. Sotabosc escàs.
	Longitud:	2,36701° E		
	Altitud:	708 m		
	Precisió:	± 12 m		
Alçada:	19 m	Diàmetre:	43,6 cm	

Figura 53

Codi:	VER-SS_A_05	Edat:	83 a.	Vegetació: Pi pinyer, bruc i roure
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92625° N		Anotacions: A la vora del camí. Sotabosc escàs. Algunes arrels tallades. Pins morts a la vora.
	Longitud:	2,36701° E		
	Altitud:	708 m		
	Precisió:	± 12 m		
Alçada:	21 m	Diàmetre:	47,7 cm	

Figura 54

Codi:	VER-SS_A_06	Edat:	130 a.	Vegetació: pi pinyer, arboç, ginebró, roure, bruc.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92582° N		Anotacions: Podrit en el nucli. Es bifurca a 2 metre d'alçada. Arrelat a roca mare.
	Longitud:	2,36706° E		
	Altitud:	705 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	15 m	Diàmetre:	41,6 cm	

Figura 55

Codi:	VER-SS_A_07	Edat:	91 a.	Vegetació: Pi aïllat en roureda i alzinar. Bruc i ginebró.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92280° N		Anotacions: Pendent aproximada de 20 a 30%.
	Longitud:	2,36371° E		
	Altitud:	726 m		
	Precisió:	± 8 m		
Alçada:	18 m	Diàmetre:	47 cm	

Figura 56

Codi:	VER-SS_A_08	Edat:	91 a.	Vegetació: roure, alzina, pi pinyer, bruc i una estesa de rossinyols de pi.
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92233° N		Anotacions: Pendent aproximat de 20 a 30%. Capçada regular. Dominant. Sòl ric però prim.
	Longitud:	2,36242° E		
	Altitud:	699 m		
	Precisió:	± 7 m		
Alçada:	20 m	Diàmetre:	54 cm	

Figura 57

Codi:	VER-SS_A_09	Edat:	56 a.	Vegetació: roure, alzina i falguera (denota un elevat grau d'humitat)
Espècie:	Pinus pinea	Bosc:	La Verneda	
Localització	Latitud:	41,92156° N		Anotacions: Entre un torrent i un camí. Té heura a l'escorça de la cara sud.
	Longitud:	2,36438° E		
	Altitud:	697 m		
	Precisió:	± 6 m		
Alçada:	25 m	Diàmetre:	65,9 cm	

Figura 58

8.3. Glossari

Creixement radial arbori: Quantitat de fusta o de cèl·lules vegetals que l'arbre diposita anualment al seu tronc. En condicions normals, es correspon a un sol anell del tronc de l'arbre. Així doncs, cada anell representa un any i el gruix de l'anell és relatiu al creixement de l'any en qüestió.

Cronologies: Sèrie de dades ordenada cronològicament i que pren sentit únicament si s'ordena d'aquesta manera.

Dendrologies: Cronologies que contenen valors de caràcter dendrològics.

Dendrologia: Ciència que estudia el comportament i el creixement dels arbres en relació amb el seu entorn.

Dendrocronologia: Ciència que estudi i determina el canvis ambientals d'èpoques passades a partir del creixement anual dels arbres.

Dendroclimatologia: Aplicació de la dendrocronologia que estudia, en concret, el clima del passat i del present a través del creixement anual dels arbres.

Fenòmens meteorològics extrems: Episodis de caràcter meteorològic on s'esdevenen fenòmens extrems. En són exemples les riuades, les nevades de caràcter fort, les ventades, les tempestes de llamps, els moviments sísmics,... Sovint se n'avalua la importància a partir de les seves conseqüències físiques.

Índex de creixement: Valor estadístic emprat per normalitzar les dades d'una cronologia extensa. És la base de tot l'anàlisi d'aquest treball.

Testimoni: Secció cilíndrica de fusta que s'extreu del tronc d'un arbre. En ell es veuen reflectits els anells, que són testimoni del comportament que ha tingut l'arbre al llarg del temps. Aquest comportament definit en els testimonis és el que s'estudia.