



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

La Transició Forestal a Catalunya. Causes socioeconòmiques i efectes ambientals

Evolució del paisatge agroforestal a la Catalunya Central (1868-2005)



Didier Lourenço

Teresa Cervera Zaragoza

Director: Dr. Enric Tello Agaray

Tutor: Dr. Joan Pino Vilalta

Tesi Doctoral

Programa de Doctorat en Ciència i Tecnologia Ambientals

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA)

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Juny 2017

Tesi Doctoral

La Transició Forestal a Catalunya. Causes socioeconòmiques i efectes ambientals

Evolució del paisatge agroforestal a la Catalunya Central (1868-2005)

Autora: Teresa Cervera Zaragoza

Director: Dr. Enric Tello Aragay

Tutor: Dr. Joan Pino Vilalta

Doctorat en Ciència i Tecnologia Ambientals

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA)

Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Coberta, litografia de Didier Laurenço realitzada

Amb motiu del 2n Congrés Forestal Català.

Bellaterra, 15 de juny de 2017

Contingut

1.- Pròleg	5
2.- Introducció	6
3.- Objectiu i estructura	10
4.- Materials i mètode	14
4.1.- Política forestal. Fonts normatives i administratives de Catalunya	14
4.2.- Cartografia digital i informació ambiental	15
4.2.1.- L'àrea d'estudi	15
4.2.2.- Fonts i mètodes cartogràfics	18
4.2.3.- Factors ambientals i socioeconòmics	20
4.2.4.- Inventaris forestals	21
4.3.- Mètriques del paisatge	22
5.- La Transició Forestal a Catalunya	28
5.1.- Marc polític i socioeconòmic català (XVIII-XXI)	28
5.1.1.- La fi de l'Antic Règim (1718-1833)	28
5.1.2.- La política del liberalisme oligàrquic (1833-1931)	34
5.1.3.- El servei forestal durant el període republicà (1931-1939)	45
5.1.4.- La política forestal durant el franquisme (1939-1976)	48
5.1.5.- La política forestal més enllà de 1977	51
5.2.- Etapes de la Transició Forestal	52
5.2.1.- L'estructuració de l'espai agrari	52
5.2.2.- La pressió sobre el bosc i les principals pertorbacions	58
6.- Evolució del paisatge agroforestal a la Catalunya Central (1868-2005)	64
6.1.- Evolució dels usos del sòl	64
6.1.1.- Els usos del sòl de 1868, 1956 i 2005	64
6.1.2.- Dinàmiques d'ús del sòl (1868-1956 i 1956-2005)	69
6.2.- Factors ambientals i socioeconòmics de la Transició Forestal	71
6.2.1.- Productivitat i despoblament rural	71
6.2.2.- El retrocés de les pastures i la fi de la transhumància	73
6.3.- Impacte ambiental: estat del bosc i diversitat paisatgística	78
6.3.1.- Estat del bosc més recent	78
6.3.2.- Diversitat paisatgística	82

7.- Conclusions	93
7.1.- La Transició Forestal a Catalunya	93
7.2.- La Transició Forestal a la Catalunya Central	96
8.- Agraïments	100
Referències	101

1.- Pròleg

Aquesta tesi s'emmarca en el projecte internacional d'història ambiental, *Sistemes agraris sostenibles: el metabolisme socioecològic de l'agricultura occidental en perspectiva històrica (SFS)*, el qual reuneix equips de recerca de diferents universitats, com la de Saskatchewan del Canadà, la Nacional de Colòmbia (Bogotà) i Pontifícia Javeriana de Cali a Colòmbia, Pablo de Olavide de Sevilla i la Universitat de Barcelona (amb altres recercadors catalans de la Universitat Autònoma de Barcelona, la Universitat de Girona, la Universitat de Lleida i la Universitat de les Illes Balears) i l'Institut d'Ecologia Social a la Alpen-Adria Klagenfurt a Viena (Àustria), amb la col·laboració externa de recercadors a les universitats de Michigan (Estats Units), L'Havana (Cuba), Masaryk Univeristy a Brno (Txèquia), i UCR i UNA a Costa Rica, finançat per l'Agència d'Avaluació Canadenca de Ciències Socials i Humanitats (SSHRC 895-2011-1020).

Aquest projecte té per objectiu analitzar de forma comparada les transicions de l'agricultura a una i altra banda de l'Atlàntic, des del punt de vista de la interacció que manté amb els sistemes naturals a través dels fluxos d'energia i materials moguts al territori. Pretén contribuir al coneixement de com, quan i per quins motius es va produir la transició des de diversos sistemes agraris tradicionals de base solar o orgànica, a l'agricultura industrial que ara predomina a gran part del món, basada en l'insostenible consum d'uns combustibles fòssils cada cop més escassos.

Amb la caracterització històrica de l'evolució del paisatge agroforestal de Catalunya, l'anàlisi de les forces motrius i els agents rectors de la Transició Forestal, i la correlació entre les perturbacions antròpiques i el funcionament ecològic del paisatge, aquest treball que es presenta com a Tesi Doctoral pretén aportar nous coneixements per avançar cap a una gestió del territori més sostenible per al segle XXI. No es vol ni es pot tornar enrere, però sí es pot aprendre del passat per avançar cap a un futur millor.

2.- Introducció

A escala mundial, la desforestació continua sent un procés important a mida que la població i la demanda d'aliments i terres augmenten. En els darrers cinc anys, del 2010 al 2015, la pèrdua neta anual dels boscos s'ha situat en els 3,3 milions d'hectàrees (FAO, 2016). Malgrat això, aquesta pèrdua s'ha anat reduint significativament en les darreres dècades. Entre el 1990 i el 2000 la pèrdua neta anual estava situada en els 7,3 milions d'hectàrees, i entre el 2000 i el 2010 en els 4 milions d'hectàrees (FAO, 2016). Mentre els tròpics perden superfície boscosa, les zones boreals i temperades presenten guanys nets, seguint la Teoria de la Transició Forestal (Mather, 1992; Meyfroidt & Lambin, 2011; Pagnutti et al., 2013).

La Transició Forestal (TF) es defineix com el pas de la contracció a l'expansió dels boscos quan els territoris assoleixen un nivell de desenvolupament econòmic avançat, i la seva provisió de matèries primeres tendeix a ser desplaçat des dels materials biòtics cap als abiòtics, i dels mercats interns als externs (Rudel et al., 2005; Bruckner et al., 2012; Walker, 1993, 2012). A Amèrica del Nord, i a molts països europeus, la TF es va iniciar a finals del segle XIX i principis del segle XX (Foster et al., 1998; Kauppi et al., 2006), mentre que en algunes regions d'Àsia Oriental i Amèrica Llatina s'ha iniciat recentment (Mather, 2007; Lambin & Meyfroid, 2010). A la regió de la Mediterrània l'inici de la TF ha tingut lloc entre els anys trenta i cinquanta del segle XX (Grove & Rackham, 2001). L'avenç de la TF és encara present a Europa. El 2006 el bosc era el principal ús del sòl (35%), seguit dels conreus (25%), les pastures i matollars (25%), i les àrees improductives (9%) naturals i artificials. En els anys 2000-2006 els canvis en el paisatge varen ser molt semblants als observats en el període 1990-2000, destacant l'expansió de les zones urbanes en detriment de la resta d'usos, excepte dels boscos i de les masses d'aigua, que anaren en augment (European Environment Agency, 2010). El 2015 els boscos europeus ja representen el 40% de la superfície total, un 10% més després de 25 anys, provinents principalment de regeneració natural (European Environment Agency, 2016).

La informació rellevant per comprendre les causes de la TF rau en la interacció entre les forces socioeconòmiques i les condicions ambientals. És a dir, al llarg de la història els canvis en la coberta i usos del sòl han anat lligats, entre altres factors, a

l'estructura de la propietat i a les polítiques públiques (Redo et al., 2009, Schulz et al., 2010, Chowdhury & Moran, 2012, Lindström et al., 2012, Sheffer, 2012, Tavares et al., 2014, Carmona & Nahuelhual, 2012; Devaney et al., 2015). Alguns autors assenyalen la dicotomia del desenvolupament econòmic enfront a les tendències d'escassetat forestal, per explicar la distribució resultant de la TF (Rudel et al., 2005, Meyfroidt & Lambin 2011). Per una part, tindriem els agricultors que abandonen els camps i pastures més allunyades i menys productives coincidint amb un important desenvolupament urbà i industrial a la regió (Mather, 1992). Per una altra, la pèrdua dels boscos durant l'expansió de les terres de cultiu comporta un augment dels preus dels productes forestals i condueix de nou a una voluntat de mantenir i recuperar els boscos. Aquestes formes alternatives de conducció de la TF poden ocórrer simultàniament en diferents llocs, i alternativament al llarg del temps. A les àrees mediterrànies, les migracions internes de les zones rurals a les zones urbanes donen lloc a un doble procés de canvi d'ús del sòl: l'abandonament dels usos tradicionals a les terres altes, seguit d'un procés d'invasió del bosc, i l'ús intensiu dels conreus en les terres baixes, amb pèrdua de superfície forestal (Gerard et al., 2010; Parcerisas et al., 2012; Basnou et al., 2013). En els darrers temps, la dinàmica predominant a Europa consisteix en l'expansió urbana i l'abandonament dels antics mosaics agroforestals (Weber, 2007; Feranec et al., 2010; European Environment Agency, 2016).

Dels processos d'expansió i contracció de l'espai forestal en resulten impactes ambientals i socioeconòmics ben diferents. Els efectes negatius dels processos de desforestació i intensificació de l'ús del sòl són força coneguts, minvant tant la producció dels béns com dels serveis ecosistèmics, suggerint arguments per considerar la Transició Forestal i l'abandonament rural com una oportunitat per a la conservació de la biodiversitat (Rudel et al., 2005; Grau & Aide 2008). Tanmateix, la recuperació del bosc sense control ha comportat en les darreres dècades un canvi en el règim dels incendis forestals i la pèrdua d'hàbitats propis dels paisatges agroforestals (Loreau et al., 2003; Flinn et al., 2005; Malhi et al., 2008; Preiss et al., 1997; Laiolo et al., 2004; Moreira & Russo 2007; Culas, 2012; Tschardtke et al., 2012b), posant en perill els serveis ecosistèmics, el patrimoni biocultural (Petit et al., 2001; Stoate et al., 2009; López-i-Gelats et al., 2011; Basnou et al., 2013; Agnoletti & Rotherham, 2015; Rotherham, 2015), la biodiversitat i les espècies adaptades als espais i prats oberts

(Farina 1997; Preiss et al., 1997; Hamer et al., 2006; Falcucci et al., 2007; Marull et al., 2008; Vallecillo et al., 2008 i 2009; Marull et al., 2014). La majoria dels països que han experimentat transicions forestals desplacen la demanda d'ús del sòl cap a altres països, recuperant l'espai arbrat perdut sense conèixer les conseqüències ecològiques i socials de tots dos processos. Tampoc no es tenen en compte les característiques i tipus de boscos que es perden quant a les seves reserves de carboni, la biodiversitat, els serveis ambientals i el valor cultural que ofereixen als països d'origen de les importacions de biomassa que substitueixen usos locals del sòl. En definitiva, la globalització econòmica facilita en alguns països una Transició Forestal a escala nacional a través del desplaçament de les demandes agrícoles i forestals a l'estranger. Aquests altres països absorbeixen aquelles demandes, se sotmeten a una expansió de l'agricultura a gran escala, i perden la coberta forestal (Meyfroidt & Lambin 2009; Meyfroidt et al., 2010).

Davant aquests impactes ambientals positius i negatius de la TF (McDonald et al., 2000; Strijker, 2005; Rey Benayas et al., 2007 i 2009; Bullock, et al., 2011; Queiroz et al., 2014; Agnoletti, 2014; Plieninger et al., 2014; Marull et al., 2014, 2015b; Otero et al., 2011 i 2015) és necessari establir un equilibri entre la gestió i les mesures de conservació per a què els boscos puguin oferir de forma sostenible els béns i serveis que reclama la societat actual. La Hipòtesi de la Pertorbació Intermèdia, llargament discutida en Ecologia (Tilman, 1999; Roxburg et al., 2004; Shea et al., 2004; Svensson et al., 2012; Pierce, 2014), però poc aplicada a la silvicultura i els sistemes agroforestals (Marull et al., 2015a, 2016a), ens pot ajudar en aquesta cerca d'orientacions i criteris (Matson & Vitousek, 2006; Fischer et al., 2008; Perfecto & Vandermeer, 2010; Tschardt et al., 2012b). Aquesta hipòtesi afirma que la diversitat d'espècies locals es maximitza quan la pertorbació ecològica no és ni massa rara ni massa freqüent. A nivells baixos de pertorbació, els organismes més competitius empenyen les espècies subordinades a l'extinció, dominant l'ecosistema. A alts nivells de pertorbació, com en el cas dels incendis forestals recurrents i en general els processos de desforestació, la gran majoria d'espècies es troben en perill d'extinció.

La previsió de la FAO pels propers anys (FAO, 2016) és una disminució o estabilització de la taxa global de pèrdua de boscos, derivada d'una disminució de la

taxa de pèrdua neta dels boscos tropicals i subtropicals en combinació amb un estable o moderat augment de la superfície del bosc a les zones temperades i boreals. Davant el creixement de la població mundial es preveu, per una banda, una contínua demanda de conversió de terres forestals a agrícoles, particularment als tròpics i, per l'altra, un augment constant de les extraccions de fusta que, amb menys superfície, demandarà una major productivitat. Paral·lelament es preveu un increment d'àrees designades per a la conservació de la biodiversitat, tot i que no s'esperen resultats tangibles mentre no s'integri la conservació en les polítiques de desenvolupament nacional o local (FAO, 2016). Els sistemes d'integració de la biodiversitat en la gestió forestal són un repte del segle XXI per a les forests europees (Kraus & Krumm, 2013). En aquest sentit, el coneixement de la història del paisatge i de la gestió del sòl al llarg del temps, combinant el coneixement local i el científic, ens ha de permetre obtenir una planificació adequada per a la millora de l'estat ecològic actual dels boscos que són un resultat de la dinàmica pròpia dels paisatges culturals (Honnay et al., 2004; Parrotta et al., 2006; Jackson & Hobbs, 2009; Angelstam et al., 2011; Agnoletti, 2014; Tello et al., 2006, 2014).

La transformació antròpica de les forests al llarg de la història respon a dos lògiques interdependents, desplegadas de forma diversa en el territori: l'explotació dels recursos i l'estructuració de l'espai (Clément, 1993). El paisatge agroforestal actual és, per tant, el resultat dels canvis en diverses etapes històriques en les dues dimensions: per una part, l'evolució de l'espai que ocupen els conreus, les pastures i els boscos; i, per una altra, la intensitat dels aprofitaments de fusta i llenya, o el carboneig, i altres productes no fusters. Des de temps remots, els boscos europeus han format part d'un paisatge cultural sotmès a un règim tradicional d'explotació agrosilvopastoral, lligat als sistemes locals d'utilització integrada de la fusta i dels productes no fusters (Elbakidze & Angelstam, 2007). Les formes tradicionals de gestió integrada del territori, a través d'uns paisatges agraris en mosaic més eficients, capaços de combinar producció amb conservació, han donat pas, a través d'un procés d'industrialització de l'agricultura, a una dràstica simplificació dels paisatges culturals. Un resultat d'aquest procés ha estat la gestió forestal segregada, amb espais de conservació per un costat i espais productius per l'altre, que fins fa poc ha estat el sistema escollit durant bona part del segle XX per mirar de garantir la biodiversitat del territori.

3.- Objectiu i estructura

Partim del supòsit que la Transició Forestal a Catalunya ha seguit les mateixes tendències que en la resta de països de la Mediterrània. El paisatge actual català és un reflex del que ha passat en la majoria de països europeus. L'any 2000, Catalunya tenia una superfície arbrada del 31,5%, molt semblant a la mitjana europea, situada en el 30,8% (Marull et al., 2014). Tot i tractar-se de fonts diferents, el 2009 el bosc ja representava el 42% de la superfície total, amb 2.052.618 de hectàrees. A Catalunya del 1993 fins el 2009 el bosc s'ha incrementat un 4%, i representa prop del 60% del total del territori català (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, web del CREAL, www.creaf.uab.es/spa/index.htm).

Aquest paisatge agroforestal, reflex fidel de l'evolució socioeconòmica i ambiental del territori, ha experimentat canvis importants al llarg dels darrers segles, amb diferents resultats vers la seva estructura i llurs funcions ecològiques. De tota manera, només podem reconstruir d'una forma molt aproximada les grans tendències experimentades per la variació dels conreus i les forests des del segle XIX fins a l'actualitat. Encara més complicat és traçar l'evolució de l'explotació dels boscos, amb els seus variats aprofitaments, per determinar-ne el seu estat al llarg del temps. Si ens cenyim als grans ordres de magnitud, tenint en compte la imprecisió d'aquestes dades, es dibuixen dos grans cicles de signe clarament oposat: una etapa de creixent desforestació, des de mitjans de segle XIX fins al primer terç del segle XX, seguida per una altra de reforestació a partir de mitjans de segle XX. Mentre l'increment de les infraestructures ha comportat una gran fragmentació del territori, reduint la connectivitat ecològica (Dupras et al., 2016), l'augment progressiu de la superfície forestal des de mitjans de segle XX ha donat lloc a un paisatge menys heterogeni i complex que en el passat, on només les perturbacions generades pels grans incendis forestals, causa i efecte de la situació actual, han contribuït a mantenir la disponibilitat d'espais oberts i l'heterogeneïtat paisatgística, però amb conseqüències nefastes per al desenvolupament rural del territori. Els canvis constants en els usos del sòl, junt amb els grans i freqüents incendis forestals, impedeixen que el bosc pugui aconseguir certa maduresa i formar estructures complexes i diverses. En aquestes circumstàncies, els boscos que aconsegueixen allotjar major biodiversitat no poden compensar la pèrdua d'hàbitats anteriorment proporcionats pels mosaics culturals que estan desapareixent

progressivament (Sirami et al., 2010; Geri et al., 2010; Loepfe et al., 2010; Li et al., 2011; Miranda et al., 2015).

Tot i que de forma molt generalitzada la TF de Catalunya presenta dues etapes clarament diferenciades, és probable que a cada zona concreta s'hagin donat processos simultanis de desforestació i reforestació, o alternatius amb el pas del temps. Conèixer aquesta història a cada lloc ens pot ajudar a formular propostes de millora de la planificació i gestió forestals, i noves idees per a la millora de la biodiversitat que cerquin mantenir un equilibri territorial entre els sistemes d'integració i segregació dels espais naturals. Una ordenació forestal sostenible, destinada a millorar i regular la producció dels béns i els serveis ecosistèmics, pot aprofitar un coneixement més profund de la dinàmica de les forests tenint en compte els canvis en els usos del sòl experimentats al llarg de la història (Roesch & Van Deusen, 2012, Coulston et al., 2014), i el llegat que ens deixen les pertorbacions que afecten clarament les propietats dels paisatge forestals, l'estructura forestal, i les seves possibilitats reals d'oferir serveis ecosistèmics (Foster et al., 2003, Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Schröter et al., 2005; Turner et al., 2008, Angelstam et al., 2011, Alam et al., 2014; Costa et al., 2014; Wezel et al., 2014; Morrissey et al., 2015; Basnou et al., 2016). Recuperar la història socio-ecològica pot ser una eina important per a la millora i restauració ecològica del territori (Honnay et al., 2004, Parrotta et al., 2006, Jackson & Hobbs, 2009, Inger et al., 2015). Per fer-ho són necessaris nous enfocaments multidisciplinars i mètodes capaços d'avançar en alguns debats teòrics i polítics sobre la dinàmica del canvi d'usos del sòl i els efectes del canvi climàtic que afecten a la provisió d'aquests serveis ecosistèmics.

En aquest estudi formulem unes preguntes marc que s'analitzen des de dues vessants, una més general per tota Catalunya i, una altra a partir d'un cas d'estudi a la Catalunya Central formada pels Partits Judicials de Berga i Manresa del segle XIX, el resultat del qual ens pot ajudar a reforçar o modificar algunes de les teories més generals.

Les qüestions plantejades en aquest estudi són: i) Quin és el punt d'inflexió de la TF, entre el moment de màxima desforestació i el d'inici de la recuperació del bosc? La TF ha estat igual a tot el territori català, independentment de les característiques

ambientals, econòmiques i socials al llarg del temps de cada zona, o ha seguit trajectòries força diferenciades?; ii) Quines han estat i són les principals forces motrius, i les forces socioeconòmiques rectores d'aquesta evolució del paisatge?; iii) Com han repercutit els canvis històrics dels usos del sòl en la maduresa del bosc més recent, i en la diversitat paisatgística del territori?; iii) Com ens pot ajudar el coneixement de l'evolució dels usos del sòl a millorar la planificació territorial, i la gestió forestal sostenible?

Per respondre aquestes qüestions hem dividit l'estudi en dues parts clarament diferenciades. En la primera s'analitza la TF a Catalunya, tenint en compte les diferents etapes polítiques i econòmiques que s'han succeït al llarg del temps. Per a la reconstrucció històrica del paisatge agroforestal català es requereix d'informació clara i precisa sobre els usos del sòl, agrícoles i forestals, i de l'impacte de les infraestructures, però aquesta només està disponible des dels anys seixanta del segle XX en endavant. El primer inventari forestal nacional (IFN1) es va realitzar de 1966 a 1975, el segon (IFN2) de 1986 a 1996, i el tercer (IFN3) de 1997 a 2007. Els inventaris específics de Catalunya s'inicien el 1993. Tots ells s'han fet amb diferents metodologies de càlcul que en dificulten l'anàlisi comparativa. A més, i malgrat els avenços de la història forestal, hi ha encara grans llacunes respecte l'evolució de la forest de propietat privada (Jiménez-Blanco, 2002), factor decisiu per Catalunya tenint en compte l'elevada propietat privada existent des de la reforma liberal, amb un 73% del total forestal en l'actualitat (Fletas et al., 2012).

Les dades administratives públiques disponibles disten molt de ser precises i homogènies, i simplifiquen una realitat molt més variada, superposada i complexa. L'estudi de la conformació i evolució de les cultures agrosilvopastorals tradicionals, caracteritzades per un ús múltiple i integrat dels espais agraris on els conreus, pastures, matollars, erms i boscos conformaven un entramat complex que resulta difícil de detallar, sobretot quan parts significatives d'aquella adaptació als recursos locals solia escapar a qualsevol control administratiu, fins i tot quan aquest existia. Més enllà d'unes estimacions globals, i algunes dades molt puntuals procedents de laboriosos estudis locals basats en els mètodes experimentals de la dendrologia, l'antrocologia, la palinologia i l'arqueologia del paisatge (Pèlach et al., 2009), a escala agregada disposem només d'una font indirecta per conèixer l'evolució del

paisatge agroforestal en les diferents etapes històriques: la política forestal i els debats públics que va suscitar. De fet, és gràcies a ella que tenim algunes estadístiques dels aprofitaments fusters, encara que per al conjunt de boscos públics i privats això només sigui possible a partir de 1940, després de la llarga i costosa posada en marxa d'una administració forestal reguladora. La primera part d'aquesta tesi cerca aproximar els grans ordres de magnitud del procés de TF a Catalunya a partir d'aquestes fonts disponibles.

En una segona part s'estudien les principals forces motrius de caire demogràfic i socioeconòmic d'aquesta TF, i les conseqüències ecològiques del canvi d'usos i cobertes del sòl (LULCC) en una zona concreta de la Catalunya Central que a grans trets cobreix les actuals comarques del Bages i el Berguedà des d'una perspectiva històrica basada en les fonts cartogràfiques existents per aquest àmbit d'estudi pel 1868, 1956 i 2005. Es tracta d'un cas d'estudi força representatiu de l'àrea mediterrània, si tenim en compte el gradient altitudinal que recorre el riu Llobregat des dels cims pirinencs fins a la plana del Bages. L'estudi a escala municipal dels diferents trets ambientals, socials i econòmics d'aquest territori en han permès obtenir uns resultats de gran interès per a una gestió agroforestal i una ordenació del territori més sostenibles per a la resta del territori català, i de tota la Mediterrània.

La informació d'aquests dos capítols està parcialment publicada a:

Cervera, T., Garrabou, R. & Tello, E., 2015. Política forestal y evolución de los bosques de Cataluña desde el siglo XIX hasta la actualidad. *Investigaciones de Historia Económica – Economic History Research*, 11(2), 116-127. DOI: 10.1016/j.ihe.2014.04.002 (<http://www.elsevier.es/es-revista-investigaciones-historia-economica-economic-328-articulo-politica-forestal-evolucion-los-bosques-S169869891400040X>).

Cervera, T., Pino, J., Marull, J., Padró, R. & Tello E., 2016. Forest Understanding the long-term dynamics of Forest Transition: From deforestation to afforestation in a Mediterranean landscape (Catalonia, 1868-2005). *Land Use Policy*. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.10.006. Publicat on-line, i en premsa en paper (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837716310821>).

4.- Materials i mètode

4.1.- Política forestal. Fonts normatives i administratives de Catalunya

La política pot estudiar-se des de diferents perspectives: el conjunt d'idees i objectius que la inspiraren, la legislació promulgada i els procediments administratius, els recursos disponibles, o els actors involucrats (Arts & Buizer, 2009). Les concepcions absolutistes, liberals o conservacionistes establiren diferents formes d'entendre, custodiar i aprofitar les forests al llarg de la història. Les lleis i normes que en cada època autoritzaren, limitaren o fomentaren els aprofitaments fusters i ramaders del bosc són també un reflex dels conflictes entre interessos particulars de diferents grups socials, vers l'interès general de la preservació del medi forestal i els serveis ecosistèmics que proporcionava a la col·lectivitat. A través d'una lectura crítica de la política forestal podem obtenir notícies o impressions sobre l'estat de les forests, la pressió exercida sobre els boscos o el tipus de gestió realitzada. Per això hem de tenir en compte que les polítiques forestals van estar sempre sotmeses a les dinàmiques socioeconòmiques i energètiques predominants, i a d'altres polítiques públiques agràries i comercials prioritàries. També cal tenir molt present l'orientació ideològica d'aquelles normes o reglaments forestals, que sempre van estar esbiaixats pels interessos dels grups socials als quals atenien preferentment les administracions públiques. Cal separar, per tant, l'estat real del bosc de la percepció que d'ell tenien aquells cercles dominants quan intentaven influir en el seu estat.

Per al primer capítol d'aquesta Tesi Doctoral s'han analitzat cinc-centes normes, lleis, decrets i ordres destinades a regular els aprofitaments forestals, establir ordenacions, corregir impactes de les polítiques hidrològiques i catalogar boscos, així com a establir la seva gestió, tutela i organització administrativa. Totes aquestes normes emanen de quatre grans períodes polítics: l'època en què l'administració forestal depenia de la Marina Reial durant el segle XVIII, el liberalisme oligàrquic del segle XIX i XX, l'època de la dictadura franquista del segle XX, i el posterior període democràtic. Entre les fonts utilitzades hi ha els butlletins oficials estatals o regionals de cada època, i una llarga llista de fonts consultades als següents arxius: *Archivo Histórico Nacional de Simancas (AHNS)*, Arxiu Històric de Tarragona, Arxiu Històric de Lleida i Arxiu Nacional Catalunya.

De les diferents polítiques aplicades en resulta el registre parcial dels procediments administratius regulats d'acord amb les normes establertes en cada moment. En l'estudi present s'han recollit, tractat i homogeneïtzat les sèries sobre els aprofitaments forestals, els censos ramaders i els incendis forestals. Malgrat que algunes de les dades puguin diferir sensiblement de la realitat, el tractament de les mateixes al llarg dels anys ens permet copsar els grans ordres de magnitud en les tendències predominants a cada període, que podem contrastar amb les percepcions obtingudes de la consulta en profunditat de les normatives.

Les dades oficials dels aprofitaments de fusta i llenya per les quatre províncies catalanes, tant dels boscos de propietat pública com els de propietat privada, van començar a ser registrades a partir de 1940, tot i que la sèrie no es completa fins el 1945. A partir d'aquesta data s'han obtingut les dades de diferents fonts en funció de l'època d'estudi: per al període 1940-1971 l'Institut Nacional d'Estadística (INE, www.ine.es/en/welcome.shtml), i fins el 2014 l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT, www.idescat.cat/en/). Els censos ramaders de la província de Barcelona, a partir de 1865 i fins el 2005, s'han obtingut de l'INE. La informació ramadera més recent, que de 1982 fins a 2009 detalla les unitats i explotacions ramaderes per cada un dels municipis que conformaren els Partit Judicials de Berga i Manresa del segle XIX, s'han obtingut de l'IDESCAT. Els incendis forestals s'han consultat per les quatre províncies catalanes a partir dels registres de 1968 i fins el 2011 proporcionats pel Servei de Prevenció d'incendis del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Les sèries contenen informació anual sobre el nombre d'incendis, i la superfície total, forestal i arbrada afectada.

4.2.- Cartografia digital i informació ambiental

4.2.1.- L'àrea d'estudi

El cas d'estudi de la segona part d'aquesta Tesi Doctoral s'ha realitzat al centre de Catalunya, al llarg d'una secció de l'eix nord-sud seguint el riu Llobregat que inclou els Partits Judicials de Berga i de Manresa de 1868, i gran part de les comarques del Berguedà i Bages de 2005 (Figura 1). Aquesta zona té una superfície de 2.450 Km²,

amb un clar predomini actual de la superfície forestal i els conreus herbacis, i presenta un gradient altitudinal força destacable, dels 150 fins els 2.500 metres sobre el nivell del mar, creant un contrast bioclimàtic entre els mosaics agroforestals a la plana baixa que envolta la ciutat de Manresa, fins els mosaics de boscos i prats a les muntanyes escarpades que es troben des de la ciutat de Berga en amunt. Entre els 600 i 2.500 metres l'àrea d'estudi forma part de la Unitat de Paisatge *Capçaleres del Llobregat*, amb un elevat percentatge del sòl cobert per boscos i després per prats, pastures i herbassars. De Nord a Sud, des de Berga fins a Navàs, la Unitat de Paisatge més representativa és *Replans del Berguedà*, on la superfície forestal està més repartida i el conreu herbaci de secà cobreix més del 25% del territori. Més al sud, en el *Pla de Bages*, el bosc només ocupa el 15% de l'espai (Departament de Territori i Sostenibilitat, <http://territori.gencat.cat>).



Figura 1. Límit dels Partits Judicials de Berga i Manresa de 1868 i de les comarques catalanes de 2005. Font: Teresa et al. (2016).

Tenint en compte els límits i denominacions actuals, l'àrea d'estudi formada pels Partits Judicials de Berga i Manresa de 1868 està formada per 68 municipis, els quals han compartit diferents espais administratius al llarg del temps seguint processos d'agrupació i segregació territorials (Burgueño & Lasso de la Vega, 2002) (Taula 1). Actualment, la major part d'aquests municipis formen part de les comarques del Bages i Berguedà, mentre uns pocs formen part de les comarques del Solsonès, Osona, i des del 2015 del Moianès.

Taula 1. Relació de municipis de l'àrea d'estudi. Font: elaboració pròpia a partir de Moreno (1858) i Burgueño & Laso de la Vega (2002).

Municipis de l'àrea d'estudi	
Aguilar de Segarra	la Quar
Alpens	Lluçà
Artés	Manresa
Avià	Marganell
Avinyó	Moià
Bagà	Monistrol de Calders
Balsareny	Montclar
Berga	Montmajor
Borredà	Mura
Calders	Navarces
Callús	Navàs
Capolat	Olvan
Cardona	Prats de Lluçanès
Casserres	Puig-reig
Castell de l'Areny	Rajadell
Castellar de n'Hug	Sagàs
Castellar del Riu	Saldes
Castellbell i el Vilar	Sallent
Castellfollit del Boix	Sant Feliu Sasserra
Castellgalí	Sant Fruitós de Bages
Castellnou de Bages	Sant Jaume de Frontanyà
Cercs	Sant Joan de Vilatorrada
el Pont de Vilomara i Rocafort	Sant Martí d'Albars
Fígols	Sant Mateu de Bages
Fonollosa	Sant Salvador de Guardiola
Gaià	Sant Vicenç de Castellet
Gironella	Santa Maria d'Oló
Gisclareny	Santa Maria de Merlès
Granera	Santpedor
Guardiola de Berguedà	Súria
l'Espunyola	Talamanca
l'Estany	Vallecebre
la Nou de Berguedà	Vilada
la Pobla de Lillet	Viver i Serrateix

El 1787, el Partit Judicial (PJ) de Manresa tenia 30.874 habitants i una densitat poblacional de 23,8 habitants/Km², mentre el Partit Judicial de Berga tenia 16.292 habitants i una densitat de 13,7 habitants/Km². El 1857 la població gairebé s'havia duplicat, arribant als 58.852 i 31.759 habitants respectivament, fomentat per l'expansió de la vinya al Bages i la indústria de la ciutat de Manresa, mentre el creixement al Berguedà aniria lligat a una major producció i consum de carn, fusta, carbó i altres matèries primeres procedents dels boscos. Més tard, el 1900, la població va créixer lleugerament, fins als 67.381 habitants al PJ de Bages (52 hab./Km²), a

causa de la plaga de fil·loxera que afectà bona part de les vinyes (Badia-Miró et al., 2010), i només un 14%, fins els 27.217 habitants (23 hab./ Km²) al PJ de Berga. El 1960, els mateixos municipis duplicaren la població al sud, fins a 127.718, mentre que al nord els municipis ja havien crescut un 76%, fins els 47.953 habitants. El 2006 la població ja és de 173.236 (133,8 hab./Km²) al sud, dedicada principalment a la indústria i els serveis, mentre que al nord s'havia reduït un 16,5%, amb només 40.064 habitants (33,8 hab./Km²) (Figura 2).

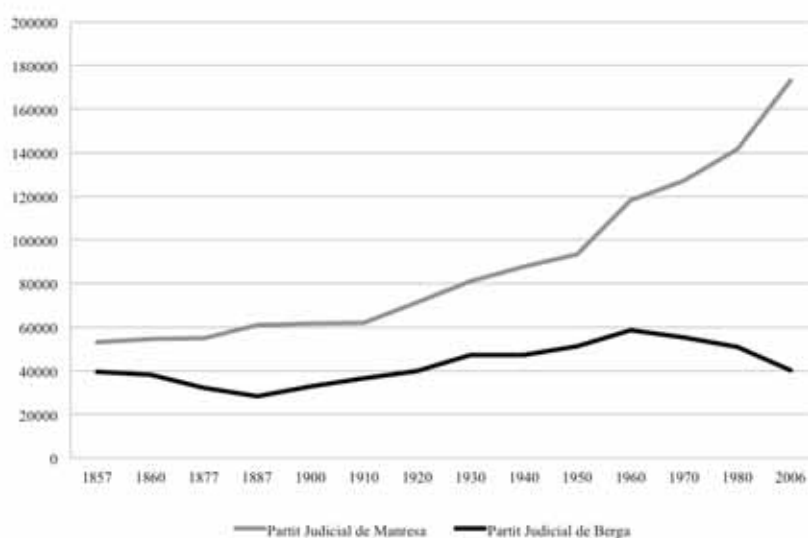


Figura 2. Evolució demogràfica dels Partits Judicials de Berga i Manresa (1857-2006). Font: elaboració pròpia a partir de la web del Centre d'Estudis Demogràfic, Moreno (1858) i Burgueño & Lasso de la Vega (2002).

4.2.2.- Fonts i mètodes cartogràfics

Per avaluar els canvis d'usos i cobertes del sòl (LULCC) de l'àrea d'estudi, s'han combinat tres mapes digitals de 1868, 1956 i 2005. La capa més antiga correspon al Mapa Forestal dels Partits Judicials de Berga i Manresa, elaborat a escala 1:200.000 per la Comissió del Mapa forestal de la Península Ibèrica, creada pel *Real Decreto del Ministerio de Fomento Español* i publicat per la *Comisión General Estadística del Reino de España* el 1868 (Casals, 2008) (Figura 3). El mapa descriu cada espècie dominant en cada rodal, juntament amb les diferents zones de conreu dedicades al cereal i l'arboricultura. La imatge ha estat proporcionada pel *Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* espanyol (www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/) i s'ha

procedit a la seva digitalització i georeferenciació. El mapa de cobertes de 1956, a escala 1:50.000, prové de la interpretació fotogràfica digital dels ortofotomapes en blanc i negre generats a partir de les fotografies aèries preses pel vol de l'exèrcit dels Estats Units del 1956-1957, proporcionada per la Diputació de Barcelona i el CREAM (www.sitxell.eu/en/mapa_historics.asp). El mapa digital de 2005 correspon a la tercera edició del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, també generada per fotointerpretació i realitzat al CREAM a partir de l'ortofotomapa en color proporcionat per l'Institut Cartogràfic de Catalunya a escala 1:5000, amb més de 100 categories d'usos del sòl (www.creaf.uab.cat).



Figura 3. Mapa Forestal dels Partit Judicials de Berga i Manresa de 1868. Font: imatge cedida pel Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Els mapes de 1868 i 1956 van ser corregits usant mapes topogràfics i models digitals d'elevació actuals destinats a homogeneïtzar la projecció (UTM 31N, ED50) i a reduir les seves imprecisions espacials. En base a les diferents fonts d'informació i els mètodes utilitzats, s'han establert vuit categories d'ús del sòl: Boscos (U1), Conreus herbacis (U2), Conreus llenyosos (U3), Hàbitats fluvials (U4), Aigües continentals (U5), Matollars i herbassars (U6), Xarxa viària principal (U7) i Àrees urbanitzades (U8). Finalment, s'han obtingut els mapes de canvi d'usos i cobertes del sòl (LULCC) generalitzats a una superfície mínima de 10 hectàrees per als usos agrícoles i forestals (U1, U2, U3 i U6) i a 1.000 m² per a la resta d'usos, sempre d'acord amb el mapa de menys detall que és el de 1868. Aquestes vuit categories s'han reagrupat o combinat en set o sis tipologies segons l'objecte d'estudi, on la superfície forestal estaria formada pels usos U1 i U6, i els conreus per U2 i U3, mentre la resta formaria part de l'ús improductiu. Per altra banda, els tres mapes s'han combinat amb els límits de les Unitats del Paisatge per analitzar amb major detall el canvi de cobertes del sòl dins d'unitats territorials menors, i poder dur a terme diferents anàlisis des del punt de vista ambiental i socioeconòmic.

A partir dels vuit usos del sòl de cada mapa, i per cada període, s'ha procedit a elaborar els Mapes de Canvis d'Ús del Sòl Forestal (MCUSF) pels dos períodes d'anàlisi, el 1868-1956 i el 1956-2005, mitjançant la combinació dels mapes de cobertes del sòl corresponents. En el MCUSF s'han considerat quatre categories de dinàmiques forestals: Manteniment del Bosc (MB), quan l'ús U1 es manté al llarg del temps; Procés de desforestació (PD), quan la categoria U1 passa a U2, U3 o U6; Procés de reforestació (PR), quan es dona el procés invers, i Altres processos (AP) per a la resta de dinàmiques, com el manteniment i transicions de conreus a pastures o pastures a conreus i de sòl arbrat o no arbrat a qualsevol dels usos improductius citats. Tots els mapes de reclassificació i generalització, i les tasques de combinació de capes s'han realitzat utilitzant el SIG Miramon (www.creaf.uab.cat/miramon).

4.2.3.- Factors ambientals i socioeconòmics

Per tal d'avaluar el paper jugat pels factors ambientals i socioeconòmics que van impulsar o condicionar el processos de reforestació i aforestació, sovint relacionats

amb l'accessibilitat i la productivitat dels boscos, s'han seleccionat les següents variables: 1) la radiació mitjana anual, que indica l'energia disponible per al creixement dels boscos; 2) l'altura, indicatiu de l'accessibilitat als boscos i de les condicions climàtiques com la temperatura mitjana i les precipitacions, lligades de nou a la productivitat forestal; 3) la pendent, indicativa de l'accessibilitat forestal i la productivitat dels boscos, atenent a la profunditat del sòl; 4) la distància a les principals ciutats i pobles grans de la zona, indicativa de les despeses de viatge als majors llocs de consum dels productes forestals; i 5) la distància als pobles més propers, indicativa de l'accessibilitat dels llenyataires i rematants als boscos. La radiació anual mitjana ha estat obtinguda de l'Atlas Climàtic Digital de Catalunya, un conjunt de models climàtics de mapa de bits obtinguts a través de tècniques estadístiques (regressió múltiple amb correcció residual) i la interpolació espacial de les dades recollides de les estacions meteorològiques a Catalunya (Ninyerola et al., 2000). La resta de les variables s'han obtingut a partir de models digitals d'elevació i mapes topogràfics oficials de Catalunya, sempre emprant l'entorn SIG.

Sobre la superfície arbrada de 2005 s'han seleccionat a l'atzar 3.000 punts d'observació. Mitjançant l'ús d'eines de combinació de capes del GIS MiraMon, aquests punts s'han combinat amb el MCUSF i les variables seleccionades. S'han aplicat models estadístics lineals generalitzats amb error binomial per determinar l'associació del bosc preexistent (MB) enfront dels nous terrenys arbrats (PR) amb els factors ambientals i socioeconòmics abans esmentats pels dos períodes estudiats (1868-1956 i 1956-2005), separant l'efecte dels factors ambientals de "primera naturalesa" d'altres factors de "segona naturalesa" (Cronon, 1991; Krugman, 1993).

4.2.4.- Inventaris forestals

L'edat dels arbres ens pot informar sobre les pertorbacions passades que han experimentat els boscos, i sobre l'estat de maduresa dels boscos més recents. Aquest paràmetre el podem obtenir de les parcel·les de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (IEFC, 1989-1998), dut a terme per la Generalitat de Catalunya. Altres dades estructurals tant de la massa arbòria, com de la densitat de la massa arbòria principal i la distribució diametral dels arbres, s'han obtingut de les parcel·les del Tercer Inventari Forestal Nacional (IFN3 2005) del *Ministerio de Agricultura*,

Alimentación y Medio Ambiente. Les parcel·les de mostreig a la zona d'estudi són 217 provinents de l'IEFC, i 1.179 de l'IFN3, que estan referenciades al 1994 i 2005 respectivament. Les parcel·les amb una àrea basal inferior a 5 m²/ha (equivalent a una fracció de cabuda de coberta inferior al 20%) es van extreure de l'anàlisi, deixant un total de 972 parcel·les de l'IFN3.

Les coordenades dels diferents punts d'inventari de l'IEFC s'han combinat amb els MCUSF dels dos períodes 1868-1956 i 1956-2005 sobre els boscos mantinguts al llarg del temps i els provinents de processos de reforestació.

4.3.- Mètriques del paisatge

Per tal que els agroecosistemes puguin mantenir una elevada biodiversitat associada és necessari aconseguir certs graus d'heterogeneïtat del paisatge, la qual esdevé una mena d'assegurança espacio-temporal per fer front a les pertorbacions (Loreau et al., 2003; Swift et al., 2004; Tschrantke et al., 2012a). L'heterogeneïtat de cobertes del sòl deriva del fet que el grau d'explotació antròpica adopti gradients diversos en l'espai, i al llarg del temps, adaptant-se a les pròpies característiques topogràfiques dels pendents, les conques de recepció de l'aigua, els micro-climes, i els ritmes estacionals (Margalef, 2006). La riquesa de cobertes que genera aquesta varietat d'usos esdevé un mosaic d'hàbitats diversos per a espècies diferents que viuen al seu interior, i multiplica el nombre d'ecotons de transició entre unes i altres on també hi viuen i interactuen altres espècies.

Tanmateix, l'heterogeneïtat de cobertes no és el mateix que la fragmentació del paisatge. Per mantenir la diversitat d'espècies acollides en un mosaic de cobertes de sòl diferents calen dues condicions més: a) que les seves poblacions no es redueixin fins a límits que en posin en perill la reproducció; i b) que puguin interactuar unes amb les altres sense topar amb barreres infranquejables. Si els hàbitats es fragmenten en peces de mida massa reduïda, i les poblacions romanen aïllades unes de les altres per la interposició de barreres, moltes d'aquelles espècies es poden veure localment abocades a l'extinció (Andrén, 1994; Bender et al., 1998; Jaeger, 2000; Fischer & Lindenmayer, D.B., 2007; Lindenmayer & Fischer, 2007).

Així doncs, l'Ecologia del Paisatge haurà d'emprar diverses mètriques per avaluar l'estructura d'unitats de paisatge com si fossin les tesselles d'un mosaic (Forman, 1995; Verburg et al., 2009). D'una banda, ha de mesurar (positivament) la diversitat de cobertes i ecotons de transició entre elles. De l'altra ha d'avaluar (negativament) una fragmentació excessiva, especialment quan es combina amb una pèrdua de connectivitat ecològica per la interposició de barreres. No hi ha un sol indicador que pugui captar alhora l'heterogeneïtat de cobertes del sòl, l'ecotonia, la fragmentació i la connectivitat ecològica. Per avaluar la capacitat d'un paisatge d'acollir biodiversitat a través de les seves pautes espacials cal combinar diverses mètriques d'Ecologia del Paisatge alhora.

En aquest estudi i per l'àrea definida a la Catalunya Central, aplicarem set indicadors de la diversitat de cobertes vegetals, i la seva fragmentació, que avaluen amb SIG la capacitat del paisatge d'oferir hàbitats diferenciats i connectar-los ecològicament (Taula 2). Sis són comunament emprats per donar compte de l'estructura espacial (*patterns*) de les tesselles d'un paisatge (Jaeger, 2000). El setè ha estat desenvolupat per Joan Marull, Joan Pino i Josep M. Mallarach per avaluar la funcionalitat ecològica (*processes*) que pot tenir lloc mercès a la connectivitat (Marull & Mallarach, 2005; Marull et al., 2007).

L'*Índex de Shannon* (H') mesura l'equi-diversitat de cobertes del sòl, és a dir quantes tesselles diferents trobarem traçant un transecte a l'atzar a cada cel·la, o al conjunt del territori analitzat (Shannon, 1948). La *Land Cover Richness* (*LCR*) mesura simplement el nombre de cobertes del sòl diferents existents a cada cel·la o unitat de paisatge.

La *Effective Mesh Size* (*EMS*) es basa en la probabilitat que dos punts triats a l'atzar estiguin connectats. Quantes més barreres s'interposin al moviment i la interacció d'espècies en el paisatge, menor és la probabilitat de connexió entre dos punts, i menor la mida efectiva de malla. El seu valor es mesura per la suma de les àrees de les tesselles al quadrat, dividit per la grandària de la zona d'estudi. Els diferents valors que pren l'*EMS* es poden interpretar com la inversa de la fragmentació.

El *Largest Patch Index (LPI)* avalua la superfície de la tessel·la més gran a cada cel·la de la mostra, com un indicador de la mida de gra del paisatge. La *Polygon Density (PD)* mesura el nombre de polígons per cel·la, que esdevé un altre indicador de la mida de gra de les tessel·les. La *Edge Density (ED)* és la suma dels perímetres de les tessel·les de cada cel·la de la mostra, indicant el grau d'ecotonia que permet un major intercanvi entre cobertes del sòl.

Taula 2. Mètriques emprades per avaluar els impactes del canvi d'usos i cobertes del sòl en els PJ de Berga i Manresa (1868-2005). Fonts: ¹ basat en Forman (1995), Bender et al. (1998) i Wrбка et al. (2004); ² basat en Opdam et al. (2006) i Gilbert-Norton et al. (2010); ³ basat en Shannon (1948); ⁴ basat en Marull et al. (2007); ⁵ basat en Marull & Mallarach (2005) i Fischer & Lindenmayer (2007).

Tipologia	Índex	Descripció	Càlcul
Indicadors de Canvi i d'Estructura del Paisatge ¹	<i>Shannon Index (H)</i> ³	Mesura l'equi-diversitat de cobertes del sòl	$H = \sum (P_i * \ln P_i)$ On P_i és la proporció ocupada per cada tipus de coberta del sòl a cada cel·la o unitat de paisatge
	<i>Land Cover Richness</i>	Mesura la diversitat de cobertes del sòl	Nombre de tessel·les per cel·la o unitat de paisatge analitzada
	<i>Effective Mesh Size (MES)</i> ⁴	Mesura la probabilitat que dos punts d'una cel·la triats a l'atzar estigui connectats	$MES = \sum (A_i^2) * 1000 / \sum (A_i)$ On A_i és l'àrea de cada cel·la o unitat de paisatge analitzada
	<i>Largest Patch Index (LPI)</i>	Mesura la mida de gra de l'estructura de tessel·les del paisatge	Superfície de la tessel·la més gran a cada cel·la
	<i>Polygon Density (PD)</i>	Mesura la fragmentació del paisatge	Nombre de tessel·les de totes les cobertes del sòl en el seu conjunt
	<i>Edge Density (ED)</i>	Mesura els potencial d'intercanvis entre cobertes/usos del sòl	Longitud total dels perímetres de les tessel·les de cada de coberta de sòl en relació amb l'àrea de superfície de la cel·la
Indicador de Funcionalitat del Paisatge ²	<i>Ecological Connectivity Index (ECI)</i> ⁵	Avalua la funcionalitat de la matriu territorial segons la seva capacitat de connectar els fluxos horitzontals d'energia, matèria i informació que sostenen la biodiversitat	$ECI = 10^{-9} \ln(1+(x_i - x_{min})) / \ln(1+(x_{max} - x_{min}))^3$ On x_i és el valor de cost-distància adoptat a un píxel, x_{max} són els valors màxims i x_{min} els valors mínims de cost-distància en una determinada àrea

La diagnosi de la connectivitat ecològica es basa en la definició d'un conjunt d'Àrees Ecològiques Funcionals (EFA), que considera les tessel·les amb hàbitats diferents que s'han de connectar, i un model de càlcul de cost-distància de desplaçaments que inclou l'efecte de les barreres antròpiques interposades (àrees urbanes i industrials, infraestructures), tenint en compte el tipus de barrera, la gamma de distàncies, i el tipus d'ús del sòl involucrats. Aquesta anàlisi utilitza els SIG per aplicar el model de cost-distància als mapes d'ús del sòl històrics i actuals disponibles, que abasten tota l'àrea d'estudi i el conjunt de cel·les de la mostra. Com a primer pas, per calcular l'ECI tots els usos del sòl diferents de cada mapa o cel·la han estat reclassificats en

categories uniformes de paisatge. Per tal d'establir les *EFA*s, les categories de paisatge s'han agrupat segons l'afinitat ecològica dels hàbitats, i després s'han analitzat topològicament d'acord amb els criteris de requisits mínims i compacitat indicats en la literatura (Andrén, 1994; Bender et al., 1998).

El següent pas és considerar els efectes de les barreres antròpiques sobre processos del paisatge. Es porta a terme una anàlisi d'impacte de l'espai que envolta cada barrera, basada en una classificació ponderada d'unitats de paisatge que actuen com a barreres per a la connectivitat ecològica. L'algorisme es basa en un model computacional de cost-distància de desplaçament, que inclou un pes per a cada tipus de barrera i una matriu potencial d'usos de la superfície afectada. El model aplica la funció de distància de costos en programari ArcGIS (*CostDistance*), i utilitza dues bases de dades: una superfície 'font' per a cada tipus de barrera (X_{B_s} ; $s = 1 \dots 5$) i una superfície 'd'impedància' de la matriu potencial de zones afectades (X_A). Aquest procés dona lloc a una mesura de 'cost-distància' adaptada ($d'_s = b_s - d_s$; on $b_s - d_s > 0$; essent d_s la 'cost-distància'), sempre considerant que l'efecte d'una barrera al punt Y_S de l'espai circumdant és logarítmic, i decreix en funció de la distància (Kaule, 1997). Per tant:

$$Y_S = b_s - ks_1 \ln [ks_2 (b_s - d'_s) + 1],$$

on b_s és el pes de cada barrera (basat en la densitat residencial per a les zones urbanes o la intensitat de trànsit a les carreteres, per exemple), ks_1 i ks_2 són constants (adaptant la gràfica de la distribució obtinguda a partir de dades empíriques), i d'_s és la 'cost-distància' adaptada per a cada barrera.

L'efecte barrera Y es defineix com la suma dels efectes de tot tipus, i l'expressió cartogràfica obtinguda com a resultat és una superfície:

$$Y = \sum Y_s$$

L'algorisme utilitzat per determinar la connectivitat ecològica entre unitats de paisatge aplica un model computacional de cost-distància, que considera les diferents classes

de *EFAs* que s'han de connectar, i una superfície d'impedància que inclou una matriu d'afinitat potencial, a més de l'efecte de les barreres antròpiques. Altre cop el model aplica la funció *CostDistance* emprant dues bases de dades: una superfície 'font' per a cada tipus d'*EFA* (X_{C_r} ; $r = 1 \dots 3$), i una superfície 'd'impedància' que resulta d'aplicar els efectes de les barreres a la matriu d'afinitat potencial ($X_I = X_{C_r} + X_Y$). El resultat és una 'cost-distància' adaptada a cada tipus d'àrea ecològica funcional (amb $d'_r < 20,000$ per evitar informació irrellevant o l'ocultació de resultats). En calcular el valor de les sumes de cost-distàncies adaptades, aquest model computacional de connectivitat ecològica defineix un *Basic Ecological Connectivity Index* (ECI_b) dins un rang normalitzat que varia de 0 a 10. Aquest ECI_b emfatitza el paper jugat per la matriu territorial:

$$ECI_b = 10 - 9 [\ln(1 + x_i) / \ln(1 + x_t)]^3,$$

on x_i és el valor de la suma de cost-distàncies per píxel, i x_t el màxim teòric de cost-distància.

Aleshores ECI_a esdevé l'*Absolute Ecological Connectivity Index*:

$$ECI_a = \sum ECI_b / m,$$

on m és el nombre absolut d'*EFAs* considerades. Aquest indicador emfatitza el paper jugat per tota mena de mosaics en el manteniment de la connectivitat ecològica (Pino & Marull, 2012).

L'aplicabilitat de totes aquestes mètriques depèn de la resolució i precisió de la cartografia disponible, que en el nostre cas és força diferent per als tres talls temporals. Per poder-los comparar ha calgut reclassificar les llegendes, adaptant les de 2005 i 1956 a les limitacions que imposa la cartografia menys precisa de 1868 (Figura 3). Tanmateix, i encara que permet efectuar càlculs diacrònics, això no elimina del tot el fet que el grau de resolució de cada mapa segueix essent diferent al seu interior. La major limitació que es deriva de la diferent precisió en el traçat dels mapes analitzats amb SIG afecta principalment els indicadors que mesuren la mida de

gra i la fragmentació del paisatge (*EMS, PD, ED*), tant de forma sincrònica dins de cada cel·la en cada moment, com de forma diacrònica en el temps. Caldrà tenir-ho en compte a l'hora d'interpretar els resultats.

5.- La Transició Forestal a Catalunya

5.1.- Marc polític i socioeconòmic català (XVIII-XXI)

5.1.1.- La fi de l'Antic Règim (1718-1833)

De 1718 a 1787 Catalunya gairebé duplicà la seva població (Ferrer, 2007). El conseqüent augment de la producció agrària s'orientà en dues direccions: la intensificació, millorant el reg i introduint nous conreus, i l'extensió de l'àrea conreada, mitjançant roturacions que afectaren principalment a l'interior occidental menys poblat i les vessants muntanyoses del litoral (Vilar, 1966). A la demanda de fusta de qualitat per a la flota comercial catalana, la flota militar de la Marina Reial espanyola, i l'edificació esperonada pel creixement demogràfic i comercial, s'hi sumà la demanda de llenya i carbó, tant en la forja catalana de ferro como en el consum domèstic. La producció s'allunyà dels punts de consum, fet que augmentà l'activitat del carboneig i disparà exponencialment el seu preu fins que a finals de segle XVIII quan es comencen a importar quantitats creixent de carbó mineral anglès (Vilar, 1966; Feliu, 1991; Gutiérrez, 1996; Sudrià & Bartolomé, 2003). Segons Vilar (1966), aquelles tendències «situaren a aquell racó d'Europa entre un dels més sensibles als fenòmens generals del període: esgotament del bosc i cerca de nous tipus de combustible».

L'extensió del cultiu va reduir la superfície forestal, mentre les majors extraccions minvaven l'àrea arbrada al seu interior. Resulta impossible, però, quantificar l'abast de la desforestació en aquell període. Només disposem de l'anàlisi de la política forestal per apropar-nos indirectament a l'estat de les forests. Durant l'etapa final de l'absolutisme els drets privats i col·lectius dels pobles sobre els recursos forestals es van veure amenaçats per les creixents demandes militars de la monarquia, que durant més de mig segle va desenvolupar una complexa estructura burocràtica per controlar els boscos. La política forestal borbònica es va basar en dues ordenances bàsiques per garantir el subministrament de fusta, principalment per a la construcció de navilis. Cal preguntar-se, però, fins a quin punt van determinar el que realment passava als pobles i comunitats rurals.

Al final de l'Antic Règim els drets col·lectius eren molt diferents en els tres grans sistemes agraris existents (Millán, Tello & Jover, 2006; Sanllehy & Bringué, 2005). A la Catalunya Vella nord-oriental, on predominava el règim emfitèutic de la masia, l'individualisme agrari havia estat establert des de temps enrere i els hisendats explotaven, venien o arrendaven els boscos, pastures o terres incultes (Congost, Jover & Biagioli, 2003; Congost, 2007; Congost & Llana, 2007; Congost & Santos, 2010). A la Catalunya Nova occidental, zona d'hàbitat més concentrat per la tardana conquesta i repoblació feudal, afavorida amb cartes de franquícia, es van mantenir els drets comunals sobre pastures i llenyes encara que els senyors van interferir en la seva possessió i ús (Millán, Tello & Jover, 2006). Les zones muntanyoses prepirinenques i pirinenques van mantenir en canvi els béns i pràctiques col·lectives organitzades en el si d'un fort règim comunal, amb aprofitaments per a autoconsum local i mitjançant concessions comercials que redundaven en benefici de la comunitat encara que d'una manera cada cop més desigual entre els seus membres (Bringué, 1999) amb un ús cada cop més individualitzat.

Les ordenances municipals establertes des de l'època medieval regulaven els aprofitaments veïnals (Font, 1985), amb infraccions que se sancionaven per mitjà de bans, penes pecuniàries o indemnitzacions, i sobre les que es va imposar la política forestal absolutista. La primera ordenança de boscos havia de garantir el subministrament a la construcció de navilis, delimitant unes zones sota jurisdicció de la Marina Reial on l'ús militar era preferent. Una segona ordenança va ampliar la intervenció a la resta del territori forestal, suposadament per garantir la provisió de fusta i llenya al conjunt de la societat. Qualsevol aprofitament forestal havia de ser autoritzat, previ marcatge de l'arbrat i posterior reforestació amb els vivers que havien de crear els veïns¹. Aquesta regulació global dels recursos forestals buscava controlar directament l'extracció i indirectament els preus, para assegurar a la Marina Reial un subministrament de fusta a preus inferiors als de mercat (Urteaga, 1987 i 1991).

El control de les tales es va iniciar a Catalunya el 1735 sobre els boscos reials de Tortosa. A partir de 1748 es va traslladar a tot el territori sota jurisdicció de la Marina,

¹ *Real Cédula estableciendo la Ordenanza para la conservación y aumento de los montes de Marina (Madrid, 31/01/1748). Real Cédula aprobando la Real Ordenanza para el aumento y conservación de montes y plantíos (Madrid, 07/12/1748)* (Muñoz, 1983).

² *Legajo 554. Marina. Archivo Histórico Nacional de Simancas (AHNS).*

a les províncies litorals, i a extenses zones dels Pirineus i conques de l'Ebre, integrades en un dels tres Departaments de l'Armada espanyola: el de Cartagena. L'esmentada ordenança es va reglamentar amb una instrucció segons la qual s'havien de revisar «les muntanyes dels Pirineus, de Tortosa, Riberes dels Rius Segre i Cinca, i dels seus contorns, i en tots els que comprenen des de Martorell i les seves rodalies, fins l'Empordà i els seus termes»². Una altra instrucció de 1751 incloïa la relació de dels municipis i llocs on llurs boscos quedaren sota jurisdicció de la Marina, una part substancial de Catalunya (Casals, 2005)³. Les ordenances establien un reconeixement cada dos anys de les forests per inventariar el nombre d'arbres segons espècie, qualitat i edat, i informar del tipus de propietat, distància a la costa i qualitat del terreny, la millor espècie per reforestar i el nombre de veïns existents, obligats a plantar tres arbres a partir d'un viver local.

Aquella obstinació a regular els aprofitaments de totes les forests indica que en la Cort es temia pel subministrament de fusta. El preàmbul de les dues ordenances reconeixia el mal estat dels boscos, especialment els pròxims al mar, a causa de les contínues tales i cremes d'una població suposadament mancada d'interès per l'augment de la superfície arbrada. Amb aquelles mesures l'Estat s'obligava a desenvolupar una costosa burocràcia, però l'escassa dotació no augurava un futur massa prometedor a l'intervencionisme borbònic. El seguiment de les normes es va reduir amb el pas del temps. La visita de 1735 als boscos municipals de la província de Tarragona només va estar seguida per una altra el 1784⁴. En els boscos reials del poble del Perelló, l'informe de 1756 (Figura 4) el succeïa el de 1778⁵. Davant la impossibilitat de recórrer tots els boscos, una Real Resolució de 1785 obligarà a reconèixer únicament les arbredes i els vivers. Els informes de 1790 i 1791 sobre els corregiments de Barcelona, Girona, Vic, Mataró i Vilafranca únicament inventariaven els roures i algunes alzines per a ús naval, junt a les distàncies per al trasllat de fusta⁶. La manca d'una estructura administrativa capacitada per tals afers deixà gairebé sense efecte la segona ordenança de caràcter general (Casals, 2005).

² *Legajo 554. Marina. Archivo Histórico Nacional de Simancas (AHNS).*

³ Municipis de les províncies marítimes de Mataró, Sant Feliu de Guíxols, Tarragona i Tortosa, junt a altres corregiments de Girona i Vic.

⁴ *Legajo 570. Marina. AHNS.*

⁵ Inventari del Fons del Servei de Recursos.232.233.234. Arxiu Històric de Tarragona.

⁶ *Legajo 556 y 557. Marina. AHNS.*



Para el pacho de oficio quatroms.

SELLO QVARTO, AÑO DE
MIL SETECIENTOS Y CII
QVENTA Y SEIS.

Autor: *Antonio*
en el Lugar del Perello Con:
regimiento de la Ciudad de Barcelona
a los once dias del mes de Diciembre de mil
CXXV Cinquenta, y seis: El Sr. D. Juan de
Sola de Samacoyz Ministro de Marina,
y Alonzo de Sola Ciudad y Partido
Habiendo visto estos Autores, los datos
y lista de establecimiento de la Juris
dicion de Marina hecha el año
mil seys Cinquenta, y tres cotafado
su nueva relacion de Arboles Ser
ñalados para el Real Servicio con
la deducida en esta, y examinado, y
examinado todo lo que corresponde
a ella devia mandar, y mandó que
por el Bayle, y Regidores de dicho Pueblo
se removiera la toda, limpio, y des
buono de los arboles contenidos en
la expresada nueva relacion con
mas zelo, y cuydado, que hasta aqui
en los tiempos, y reglas precedidas en la
Ordenanza de Reyna, y uno de Enero
de mil seys. Quarenta, y ocho obran
vando todos los articulos de ella, y
la Real Instruccion del año mil seys
Cinquenta y uno, y una especialidad
el Estatuto de Eya en castigarlos

Figura 4.- Informe de 1756 dels visitadors del Servei de Marina als boscos reials del Perelló. Font: Archivo Histórico Nacional de Simancas.

La jurisdicció especial establida interferia en els aprofitaments tradicionals dins d'un complex i canviant sistema de propietat dels recursos naturals. Això donà lloc a continus conflictes entre la Corona, els boscos de Tortosa de la reialesa i altres vedats i deveses sobre les que exercia domini directe, els propietaris particulars que explotaven o arrendaven les seves terres, les forests d'aprofitament comunal dels pobles, els béns propis dels municipis, i els pertanyents a l'Església. Una altra disposició de 1790 limitant el pasturatge per evitar danys als viviers forestals va augmentar la confrontació⁷. Els informes de Marina culpaven de la destrucció dels boscos als veïns constrets per la necessitat, encara que no es temia per l'avanç dels conreus.

Tot això porta a preguntar fins a quin punt es tractava d'una crisi real dels aprofitaments forestals tradicionals, i / o de la reproducció especular d'aquella imatge literària d'un paisatge mediterrani arruïnat per la cobdícia que la Il·lustració recuperava de l'antiguitat grecoromana i havia difós des de mitjan segle XVIII (Grove & Rackham, 2001). Com en altres parts d'Europa, la llegenda del bosc arruïnat va servir com a pretext per a la voluntat intervencionista d'unes monarquies absolutes que s'enfrontaven als béns i drets comunals tradicionals (Radkau, 1996; Sieferle, 2001a; Warde, 2006). Tot i que el debat historiogràfic segueix obert, l'evidència disponible sembla apuntar al fet que hi va haver situacions locals i regionals molt diferents. No sembla haver-hi proves concloents d'una crisi general dels boscos europeus a la fi de l'Antic Règim, encara que si n'hi ha de situacions regionals concretes de forta escassetat de llenya i fusta (Williams, 2003; Malanima, 2006; Moore, 2010).

Si es tractés d'una llegenda interessada promoguda per imposar les seves normatives forestals, és possible que el despotisme il·lustrat administrés algunes mitges veritats. Entre les resistències assenyalades pels informes figurava la negativa dels pobles a fer viviers, atendre els boscos i incendis, suspendre les tales sense llicència o reposar arbres tallats. Amb caràcter general se citava la dificultat per controlar els aprofitaments, evitar l'incompliment de les ordenances, els elevats costos de

⁷ *Real Resolución, 30 de marzo de 1790, mandando observar lo prevenido para el aumento de montes y plantíos, así como para evitar los daños causados por las cabras (Novísima Recopilación. Tomo III. Libro VII) (Muñoz, 1983).*

l'extracció de la fusta, o els abusos en les tales pels propis proveïdors de la Corona⁸. En el corregiment de Tarragona es denunciava la decadència dels boscos, i s'imposaren sancions a gairebé tots els municipis⁹. Els Boscos de Tortosa es consideraven arruïnats per l'excés de tales¹⁰. Els de la Vall d'Aran restaven assolats per l'explotació de companyies de fusta catalanes i franceses i l'obtenció de carbó vegetal. Les mateixes males pràctiques s'estenien fins la comarca del Pallars¹¹. Els plans de reposició d'arbres talats de 1750 i 1761 havien aconseguit funcionar en els corregiments de Lleida, Puigcerdà, Talarn, Cervera i Montblanc, però havien trobat força dificultats per a la regeneració d'espècies como el roure¹². El subministrament de fusta a la Marina no semblava haver aconseguit gran entitat degut al cost que suposava el marcatge, tala i desembosc, el transport a través dels rius, el control dels furts, i las elevades exigències de qualitat de la construcció naval¹³. Segons un informe de 1783 sobre la província marítima de Sant Feliu de Guíxols, de 145 municipis els exemplars marcats per ús militar únicament suposaven l'1% del total¹⁴.

A finals de segle XVIII es van sentir veus en favor d'una política més liberal per aconseguir millorar l'estat de les forests. Segons aquesta nova visió, la privatització de la propietat a través d'una reforma agrària aconseguiria una administració més eficient dels recursos. No va ser només la Llei Agrària proposada per Jovellanos el 1768, tals idees també apareixien en altres textos com els del magistrat de l'Audiència de Barcelona Francisco de Zamora (1773) sobre els seus viatges i interrogatoris fets a Catalunya (entre 1786 i 1789), on elogiava l'individualisme agrari de la masia catalana. Segons aquells il·lustrats calia derogar les ordenances, privatitzar els boscos i liberalitzar el moviment comercial de fustes per garantir l'oferta. La millora de les forests en seria la conseqüència.

El 1787 i 1789 es van aprovar instruccions menys intervencionistes i s'establien millors formes de pagament de les tales militars. El 1801 es restablia el control dels aprofitaments dels boscos dels pobles per part de les Justícies i Ajuntaments,

⁸ Legajo 553. Marina. AHNS.

⁹ Legajo 570. Marina. AHNS.

¹⁰ Legajos 552 y 556. Marina. AHNS.

¹¹ Legajo 569. Marina. AHNS.

¹² Legajos 556 y 566. Marina. AHNS.

¹³ Legajo 553. Marina. AHNS.

¹⁴ Legajo 570. Marina. AHNS.

admetent la ineficàcia de les ordenances de forests i les instruccions aplicades fins llavors. El 1803 es fomentava l'acció repobladora dels particulars a canvi de plena llibertat en el seu gaudi (Muñoz, 1983), tot i que es va mantenir la tutela de les forests per part d'inspectors per evitar les tales o cremes dels pastors (Urteaga, 1991).

La liberalització dels recursos forestals avançà o retrocedí segons els successius canvis polítics. El 1805 es van restablir les ordenances de 1748, i el 1812 es van derogar totes les lleis forestals existents, donant plena llibertat als particulars per tancar les forests, i per tallar i vendre fusta o llenya, sota l'únic control dels jutges ordinaris dels pobles¹⁵. El ministre de Marina va disposar el següent: «Les forests de particulars quedin absolutament a l'arbitri dels amos en tot, ja que per aconseguir l'interès general de la societat és menester unir-les al particular de cada ciutadà». Encara que alguns diputats seguien defensant algunes limitacions en l'activitat forestal, l'entorn liberal gaudit les desautoritzava, com ho mostra aquesta contundent resposta en el ple: «*¿Por qué se ha de obligar al dueño a conservar el monte si le es más lucrativo convertirlo en tierra de pan llevar?*» (Fontana & Garrabou, 1986).

A principis de segle XIX es va iniciar un procés d'expropiació de les forests comunals i de l'Església, i el 1813 es va intentar una desamortització general que transferís terrenys erms i reialencs a mans privades. La restauració de Ferran VII va derogar totes aquelles normes i va restablir les ordenances de 1748. A la vegada, el 1820 el Trienni Liberal va posar de nou en vigor la legislació gaditana. Un nou decret de 1822 va declarar les terres particulars lliures de l'anterior «opressió», encara que va quedar derogada durant la Dècada Ominosa.

5.1.2.- La política del liberalisme oligàrquic (1833-1931)

El 1833 s'aprovaren les Ordenances Generals de Forests que marcarien la política forestal liberal fins les darreries del segle XIX¹⁶. Tots els privilegis de la Marina Reial van quedar abolits, i es va concedir plena llibertat als particulars per tancar les forests

¹⁵ *Decreto, 14 de enero de 1812, derogando las Ordenanzas de Montes y plantíos en lo concerniente a los de dominio particular y extinguiendo la Conservaduría general de Montes y todas las Subdelegaciones y Juzgados del ramo (Cádiz, 1812)* (Muñoz, 1983).

¹⁶ *Real Decreto, 22 de diciembre de 1833, promulgando las Ordenanzas Generales de Montes (Gaceta de Madrid, 24/12/1833)* (Muñoz, 1983).

i dur a terme els usos més profitosos. Les ordenances locals només regularien tècnica i comercialment els aprofitaments de propietat col·lectiva. Per resoldre la problemàtica de les tales realitzades sense autorització en boscos privats o públics, especialment si es tractava de robatoris, es va establir una policia comuna i l'obligació d'obtenir autorització de la propietat per a l'aprofitament efectuat per persona aliena a la mateixa. Les poques normes estatals que van regular a partir de llavors les forests privades atorgaven llibertat de pas al bestiar transhumant¹⁷. La caça i la pesca també passaren a ser drets privatis del propietari.

L'etapa del liberalisme oligàrquic vuitcentista es va caracteritzar a Catalunya per un creixement demogràfic sostingut, a un ritme inferior al del set-cents, i un procés de creixement econòmic, d'industrialització i urbanització. Els canvis introduïts per la reforma agrària liberal van impulsar una nova reestructuració de l'espai agrari. Els boscos havien retrocedit per les rompudes destinades a la vinya, oliveres i fruita seca (GEHR, 1994). Les 308.484 ha de vinya existents el 1860 van augmentar un 19% fins arribar al màxim de 367.445 ha el 1885, descendint el 1930, després de la plaga de la fil·loxera fins les 249.729 ha (Ferrer-Alòs, 1998; Badia-Miró et al., 2010). El 1893, en plena crisi agrària, un articulista escrivia: «El cultiu de la vinya ha substituït l'explotació descansada i segura de la forest. El que ens queda de riquesa forestal, com no val diners, es destrueix sense profit de ningú. No tenim els boscos que haguéssim de tenir, però encara tenim extensió apreciable que urgeix conservar, dilatar i explotar racionalment»¹⁸.

Va ser un període de baixa rendibilitat de l'explotació de la fusta i creixent competència exterior, però també d'un intens aprofitament per a pastures, resina, llenya o carbó (Uriarte, 2000; GEHR, 2003; Iriarte-Goñi, 2008; Iriarte-Goñi & Ayuda, 2008). La construcció de naus de fusta s'havia reduït considerablement des de finals del segle XVIII (Delgado, 1983), i el mateix va ocórrer amb el consum de carbó vegetal per fondre el ferro a les fargues pirinenques (Mas, 2000). No obstant això, la difusió de brasers i “cuines econòmiques” urbanes demandaven cada vegada més carbó, vegetal o mineral. Altres aprofitaments forestals com el suro van aconseguir alts rendiments amb l'especialització vitivinícola i la consolidació de la indústria del

¹⁷ *Real Orden declarando que en los montes de propiedad particular puede cada uno introducir libremente sus ganados ó los ajenos* (Gaceta de Madrid 84, 15/05/1834).

¹⁸ *La riqueza forestal y los Tratados de Comercio*, La Vanguardia (25/10/1893).

cava (Valls-Junyent, 2008). La producció de taps ja era important a mitjans de segle XIX, però a partir de 1900 va aconseguir competir internacionalment (Sala, 1998; Parejo, 2006) durant l'efímera "edat d'or del tap de suro" a Catalunya (Roger, 1911; Sala, 2003a).

La política forestal de l'etapa liberal oligàrquica partia d'un clar reconeixement del mal estat dels boscos, i proclamava la necessitat de privatitzar el règim de propietat per a la seva preservació. No obstant això, moltes fotografies de finals de segle XIX corroboren àmpliament les múltiples veus que mig segle després de la reforma agrària liberal denunciaven el mal estat dels boscos catalans. En un article publicat el 1897 es llegia: «esplaió la meua mirada per les vessants immenses (pirinenques) d'un i altre costat: clarianes ingrates que deixen al descobert la roca pelada o la pedregosa terra estèril, aquí i allà rostolls que acusen la invasió dels cultius a la zona forestal»¹⁹.

Durant les primeres dècades del segle XX els grans propietaris forestals catalans es queixaven de les dificultats econòmiques provocades pels elevats costos de transport de les companyies ferroviàries, i la falta d'un aranzel específic que limités les importacions -especialment de Portugal i Itàlia- que entre 1900 i 1935 van cobrir un 22% del consum interior espanyol (Iriarte-Goñi, 2008). També lamentaven el descens dels preus del suro, que posava en perill la indústria tapera en resultar més rendible explotar les suredes per a llenya i carbó²⁰. Amb la Primera Guerra mundial el preu del carbó vegetal es va multiplicar dues vegades i mig de 1913 a 1922, mentre els preus de la fusta experimentaven alces menors i més volàtils (Sala, 2003b). L'avanç de la urbanització afavoria aquella tendència, en no resultar rendible seguir consumint llenya en augmentar la distància fins a la zona de consum (Sala, 2003b).

A partir de la crisi agrària finisecular i durant el primer terç del segle XX es va obrir pas la idea que tant el foment del desenvolupament econòmic, com la protecció de la base de recursos, requerien una intervenció pública més decidida i eficaç. El retorn a unes polítiques públiques més actives també es va veure afavorit pel context de forta repressió dels conflictes socials en augment derivats tant de la privatització i mercantilització del bosc, com l'intervencionisme de l'Estat a favor dels grans

¹⁹ *Los montes públicos*, La Vanguardia (06/08/1897).

²⁰ Comunicació del XIV Congrés de la Federació Agrícola Catalana-Balear de 1911.

propietaris (Cobo Romero et al., 1992; GEHR, 1994; Sala, 1997; Cruz et al., 2000; Iriarte-Goñi, 2005). L'anterior buit liberal de polítiques públiques ja havia començat a tancar-se amb l'aprovació el 1863 de la primera llei de forests, però el seu àmbit es va mantenir restringit als boscos de propietat pública, regulant els processos de privatització o catalogació per exceptuar la seva venda, i fomentant la seva ordenació i posterior reforestació.

Un dels resultats més importants d'aquella política va ser la creació de l'Escola d'Enginyers de Forests. La primera promoció es va llicenciar en 1852-53 (Gómez-Mendoza & Mata-Olmo, 1992; Gómez-Mendoza, 2002; Casals, 1996). El cos d'enginyers forestals era partidari d'una gestió pública de la forest que garantís la seva llarga capitalització i conservació, enfront d'una gestió privada que només busqués una rendibilitat immediata depredadora del recurs. La visió que inspirava la seva missió combinava la voluntat d'incrementar la producció de fusta amb la de restaurar i conservar el patrimoni forestal, a partir de les idees de la ciència dasonòmica alemanya (Casals, 2009).

A principis de segle XX les forests públiques es dividien en tres grups: els subjectes al règim d'ordenacions; els subjectes a treballs hidrològic-forestals; i els de servei ordinari, estadístic i de guarderia por part dels districtes forestals²¹ que comportaven una càrrega administrativa important, doncs els dos primers grups no arribaven a la dècima part del total (Figura 5). S'inicià la valoració dels recursos principals i secundaris per mitjà de plans d'aprofitament forestal²², i es fomentà la reforestació a través de la Festa de l'Arbre²³. Res de tot això no impedí que la superfície forestal seguís reduint-se per l'avanç roturador, mentre les extraccions de llenya, carbó i altres aprofitaments s'intensificaven en un àrea arbrada cada cop menor i en mans majoritàriament privada (GEHR, 2003).

²¹ El 1909 Catalunya tenia tres districtes, el de Barcelona-Girona-Balears, Lleida i Castelló-Tarragona.

²² Inventari del Servei de Recursos Forestales 13. 14. 15. 44. 45. 46. 119. 120. 121. 93. 94.95. Arxiu Històric de Tarragona.

²³ *Real Decreto dictando reglas para la propagación y eficacia en los resultados de la Fiesta del Árbol (Gaceta de Madrid 72, 12/03/1904).*

DISTRITO FORESTAL DE <i>Tarragona</i>	
Año de <i>1882-83</i>	
<i>Pinell</i>	<i>Partido de Gandesa</i>
Aprovechamientos ordinarios en los montes municipales exceptuados.	
<i>nº 21</i>	<i>Aguilas</i>
<i>nº 22</i>	<i>Aubaga de l'Argila</i>
<i>nº 23</i>	<i>Lover-toiger, Caballs y Pandols</i>
<i>Estado en 1882-83</i>	
<i>Uso principal = Madera = Ptas 600'00</i>	
<i>3º</i>	<i>= Especie = M. 450'00</i>
REGISTRO .	
<i>1881-82</i>	<i>P - 17, folio 95</i>
<i>1882-83</i>	<i>P - 3, folio 110 vuelta</i>
<i>-</i>	<i>- , folio</i>
<i>-</i>	<i>- , folio</i>

Figura 5.- Registre de 1882 dels aprofitaments ordinaris dels boscos municipals de Pinell, inclosos en el Districte Forestal de Tarragona. Font: Arxiu Històric de Tarragona.

Entre 1914 i 1925 la Mancomunitat de Catalunya va crear la seva pròpia Oficina d'Estudis Jurídics, una Escola Superior d'Agricultura i un servei forestal. Sota un esperit creixentment nacionalista, la política forestal catalana va reforçar l'obstinació a conservar el bosc i reforestar les forests nues, experimentant amb noves tècniques i

espècies alhora que recopilava els costums i coneixements silvícoles tradicionals del país. El 1918 es va aprovar la Llei de Defensa dels Boscos, que davant l'impuls desforestador d'aquella conjuntura bèl·lica va obligar per primera vegada els propietaris particulars a sol·licitar autorització per tallar fusta i extreure llenya o carbó vegetal²⁴. Però únicament fou vigent fins els 1920. El 1924, amb la dictadura de Primo de Rivera, es prohibí la tala arreu en boscos privats, i el 1925 s'aprovaren unes instruccions que limitaven els aprofitaments concedits i exigien autorització prèvia per efectuar tals i roturacions (Muñoz, 1983).

A principis de segle XX es va obrir pas la idea de preservar espais naturals (Ramos-Gorostiza, 2005). L'aprovació el 1916 de la Llei de Parcs Nacionals ja havia estat precedida a Catalunya per les propostes de 1902 i 1917 de protegir «la Muntanya Santa de Montserrat» i el «Bosc de Tosca de la Vall d'en Bas» (Mallarach & Comas, 2008). El 1932 la Generalitat Republicana va aprovar el Pla de distribució en zones del territori català (*Regional Planning*) que incloïa una sèrie de zones de parcs i boscos reservats (Casals, 2005). La victòria franquista a la guerra civil va tallar d'arrel aquells intents conservacionistes, i el primer espai protegit a Catalunya -el Parc Nacional d'Aiguestortes i Sant Maurici- no es va aprovar fins a 1955.

En quant al processos de desamortització, a principis del XIX ja s'havien succeït varis intents molt efímers, como el de Godoy el 1805 o durant el Trienni Constitucional de 1820-1823²⁵. El 1837 es va posar en marxa la desamortització de Mendizábal amb la venda de bona part dels béns de l'església a la població més benestant. Més important per a la propietat forestal va ser la Desamortització General de Madoz, promulgada el 1855, que al costat d'altres béns i censos de l'església es va iniciar també la privatització de boscos i pastures comunals, amb l'expropiació i venda de béns municipals o de corporacions civils a través d'un complex procés que va durar més de seixanta anys. Entre les forests municipals solament quedaren afectades en un principi els anomenats béns de propis, però finalment també es facilità la venda dels boscos comunals.

²⁴ *Ley relativa a la conservación y fomento de la riqueza forestal* (Gazeta de Madrid 209, 28/07/1918), proposada pel Ministre de Foment Francesc Cambó (1876-1947) i el Director General d'Agricultura Carles de Camps (1860-1939).

²⁵ *Decreto disponiendo la devolución a los compradores de las fincas de propios y comunes adquiridas de 1820 a 1825* (Gaceta de Madrid 846, 30/03/1837).

L'alienació i privatització dels comunals va ser menor a Catalunya que a la resta de l'Estat espanyol, atès que l'entramat jurídic dels establiments emfitèutics havia donat lloc a una quasi-privatització de fet (Sala, 1998). La reforma agrària liberal va comportar un augment del poder dels grans i mitjans propietaris, l'accés a la terra de nous grups socials i l'entrada de capital mercantil a l'explotació d'aquells recursos. Al voltant del 80% de la superfície forestal catalana va passar a ser de titularitat privada.

La llei de 1855 permetia exceptuar de la venda algunes forests per les seves funcions econòmiques, socials i hidrològiques. La seva catalogació va ser una de les primeres tasques assumida pel nou cos d'enginyers forestals, i va tenir lloc en dues fases successives, el 1859 i 1862. Des de 1853 una comissió d'enginyers va treballar en la recollida de dades estadístiques i l'elaboració de mapes forestals que van permetre l'aprovació el 1859 de la Classificació General de les Forests Públiques exceptuades de venda²⁶. Segons aquesta classificació, Catalunya tenia 367.611 hectàrees de forests públiques, menys del 19% de la superfície forestal, tot i que a la província de Lleida arribaven fins al 40%. La majoria eren boscos o prats dels pobles, en menor proporció de l'Estat i les corporacions civils. Es tractava d'unes xifres mínimes que probablement s'haurien de rectificar a l'alça (Jiménez-Blanco, 1994) fins a 441.391 hectàrees, un 22% de la superfície forestal (GEHR, 1994).

El catàleg de 1859, que protegia únicament les zones de pins i roures, pretenia desamortitzar el 16% de les forests públiques existents a Catalunya, exceptuant només 309.963 ha, equivalents a un 16% de tota la superfície forestal (Casals, 2005). El 1862 es van qüestionar aquells criteris i es va fer un nou catàleg que pretenia vendre el 53% de la forest pública protegint tan sols 172.359ha²⁷. Les noves catalogacions s'incorporaren a la Llei de forests de 1863 i al seu reglament de 1865²⁸, diferenciant entre forests públiques de l'Estat o dels pobles. Aquests últims representaven el 96% dels exceptuats a Catalunya.

²⁶ *Real Decreto disponiendo se formen comisiones especiales de ingenieros de montes para que reconozcan las principales zonas forestales* (Gaceta de Madrid 6734, 29/11/1852). *Real Orden aprobando la clasificación general de los montes españoles, según el Real Decreto de 16 de febrero de 1859* (Gaceta de Madrid 287, 14/10/1859).

²⁷ *Real Decreto sobre desamortización de los montes públicos* (Gaceta de Madrid 24, 24/01/1862).

²⁸ *Ley sobre montes públicos* (Gaceta de Madrid 148, 28/05/1863) y *Real Decreto aprobando su reglamento* (Gaceta de Madrid 148, 28/05/1865).

El 1901 s'establí una altre catàleg de forests i terrenys forestals exceptuats per raons d'utilitat pública, aprovat definitivament uns anys després (Pérez-Soba, 2006)²⁹. La Llei de Conservació de Forests i Repoblació Forestal de 1908 amplià el concepte d'utilitat pública a totes les forests públiques o privades que devien ser reforestades atenent a les seves funcions hidrològiques, productives i socials, tot i que fou poc efectiva (Ministerio de Fomento, 1908)³⁰. El 1901 hi havia a Catalunya 288.113 ha forestals catalogades d'utilitat pública (Casals, 2005), que amb l'ampliació de criteris van passar a 309.283 ha el 1910 (Servicio de Minas y Montes, 1911), una xifra molt semblant a la de 1859, que ja era de 383.871 ha el 1926 (GEHR, 1994). Durant el segle XX, el percentatge de forests d'utilitat pública oscil·là al voltant del 10% de la superfície total de Catalunya, i el conjunt de forests públiques al voltant del 12% (Casals, 2005; GEHR, 1991; Ministerio de Agricultura, 1945-1971, 1966, 1970a, 1970b, 1970c; Abreu, 1995). Tot això indica que la desamortització i privatització de béns no van ser molt importants, fins i tot admetent que desconeixem la xifra de les que es van dur a terme durant la primera meitat del segle XIX (Jiménez-Blanco, 1996; Balboa, 1999).

El més rellevant és que les forests no estaven en molt bon estat ni abans ni després d'aquells processos de privatització. En la motivació del Reial Decret de 1862 es precisava: «El mal tan justament lamentat en aquest punt no consisteix en la manca de terrenys forestals sinó en el trist estat d'espessor i creixement de la vegetació arbòria». Tot i que el parèntesi liberal de polítiques públiques proclamés la protecció d'alguns boscos, exceptuats de privatització donada la seva multifuncionalitat, la majoria d'aquests eren de propietat privada i es van regir únicament per les regles generals de policia.

La ciència forestal impulsada per la dasonomia alemanya es va establir en diferents països europeus des de començaments del segle XIX. Les primeres generacions

²⁹ *Real Decreto disponiendo que los montes comprendidos en la relación que se acompaña constituyen el Catálogo de los exceptuados de la desamortización por causa de utilidad pública* (Gaceta de Madrid 37, 06/02/1901).

³⁰ *Ley disponiendo se consideren de interés general y utilidad pública, además de los catalogados por el Ministerio de Fomento, los montes y terrenos que deban repoblarse forestalmente y se hallen en determinados casos* (Gaceta de Madrid 178, 26 /06/1908).

d'enginyers forestals buscaven una explotació forestal racional que permetés conjugar la conservació del recurs amb la rendibilitat econòmica de la propietat, el proveïment de la població urbana i el proveïment de les demandes industrials. El seu ideal era el bosc ordenat, orientat principalment a la producció de fusta, a partir de masses regulars equiproductives que facilitessin la tasca d'harmonitzar el creixement de la biomassa forestal amb els aprofitaments.

Les normes científiques germàniques s'havien d'implementar mitjançant ordenacions i plans, i van inspirar la llei de forest de 1863 i el seu reglament. El 1890 es va posar en marxa una secció directiva i inspectora de les Ordenacions de les forests públiques, i es van crear les Brigades d'Ordenació Forestal amb unes primeres instruccions (Mackay, 1944). El 1894 es va aprovar la Llei sobre Ordenacions forestals. El 1930 es van adoptar altres instruccions inspirades en uns principis d'economia forestal més flexibles i adaptades al mediterrani (Iriarte-Goñi, 2005 i 2009), encara que els vaivens polítics van impedir la seva posterior aplicació (Madrigal-Collazo, 1999).

El 1910 Catalunya tenia ordenades 15.138 ha a la Vall d'Aran, que representaven el 6,5% del total de la superfície catalogada a la província de Lleida (Servicio de Minas y Montes, 1911). El 1931 havien ascendit a 28.101 ha, un 8% del total (Dirección General de Montes, Pesca y Caza, 1933). Era un balanç molt pobre trenta-set anys després de la llei d'ordenacions. Sota la dictadura franquista l'ordenació va anar perdent importància en favor de la repoblació forestal. El 1954 únicament s'havien ordenat 42.948 ha de forest d'utilitat pública (Ministerio de Agricultura, 1955). No serà fins a l'últim quart del segle XX quan es recuperi la idea d'una planificació integral de les forests públiques i s'iniciï la de les forests privades.

Davant la gravetat de la desforestació existent a principis del segle XX i la lentitud de les polítiques d'ordenació els enginyers de forests van adoptar una orientació més pragmàtica, conservacionista i orientada al foment de la repoblació forestal (Ramos-Gorostiza & Trincado, 2003). La deriva des de l'ordenació cap a la repoblació va començar durant el regnat d'Alfons XII, amb el foment de reforestacions a les capçaleres dels rius o en zones desforestades amb nul·la regeneració natural. El 1877 es va aprovar la Llei sobre repoblació, foment i millora de les forests públiques per fer front als riscos hidro-geològics en un país molt desforestat que volia emprendre obres

hidràuliques de gran abast³¹. De nou, els seus efectes immediats foren poc significatius davant l'escassetat de mitjans (Gómez-Mendoza, 1992)³².

Després de les greus inundacions de 1888 en les conques centrals i de llevant, s'organitzaren Comissions de Repoblació a cada conca hidrogràfica³³. El 1901 es creà el Servei Hidrològic Forestal per unir la política forestal i hidràulica, amb deu Divisions Hidrològiques Forestals que havien de regular el règim d'escolaments en les capçaleres de les conques³⁴. Els terrenys a reforestar es van declarar d'utilitat pública independentment de la seva titularitat. A més de prevenir inundacions o evitar l'erosió, el reglament incloïa en els seus objectius incrementar la producció forestal i piscícola, o situar a la frontera masses forestals denses enfront d'una possible invasió enemiga. El decret de 1901 i la *Ley de Conservación de Montes y Repoblación Forestal* de 1908, justificaven la necessitat de repoblar davant l'esgotament del sòl que impossibilitava la regeneració natural del bosc. Les primeres repoblacions dutes a terme a Catalunya van ser actuacions d'urgència per limitar l'avanç de les dunes del Golf de Roses cap a cultius i pobles i per regular les crescudes en les capçaleres dels rius Segre (Figura 6), Francolí i Llobregat (Casals, 2005).

³¹ *Ley dictando disposiciones referentes á la repoblación, fomento y mejora de los montes públicos* (Gaceta de Madrid 194, 13/07/1877) i *Real Decreto aprobando su reglamento* (Gaceta de Madrid 20, 20/01/1878).

³² En l'article *Las inundaciones y los montes* (La Vanguardia, 22/01/1892) es denunciava: «Desde entonces (1877-1878) la administración pública ha recogido la importante suma de tres millones de duros [...] que se han gastado en servicios distintos y ajenos a la mejora de los montes públicos».

³³ *Real Decreto sobre repoblación de las cabeceras de las cuencas hidrográficas de España* (Gaceta de Madrid 38, 07/02/1888).

³⁴ *Real Decreto organizando el servicio hidrológico forestal* (Gaceta de Madrid 160, 09/06/1901). Catalunya formaria part de la 4^a i 1^a Divisió Hidrològica-Forestal amb capitalitat a la província de Lleida.

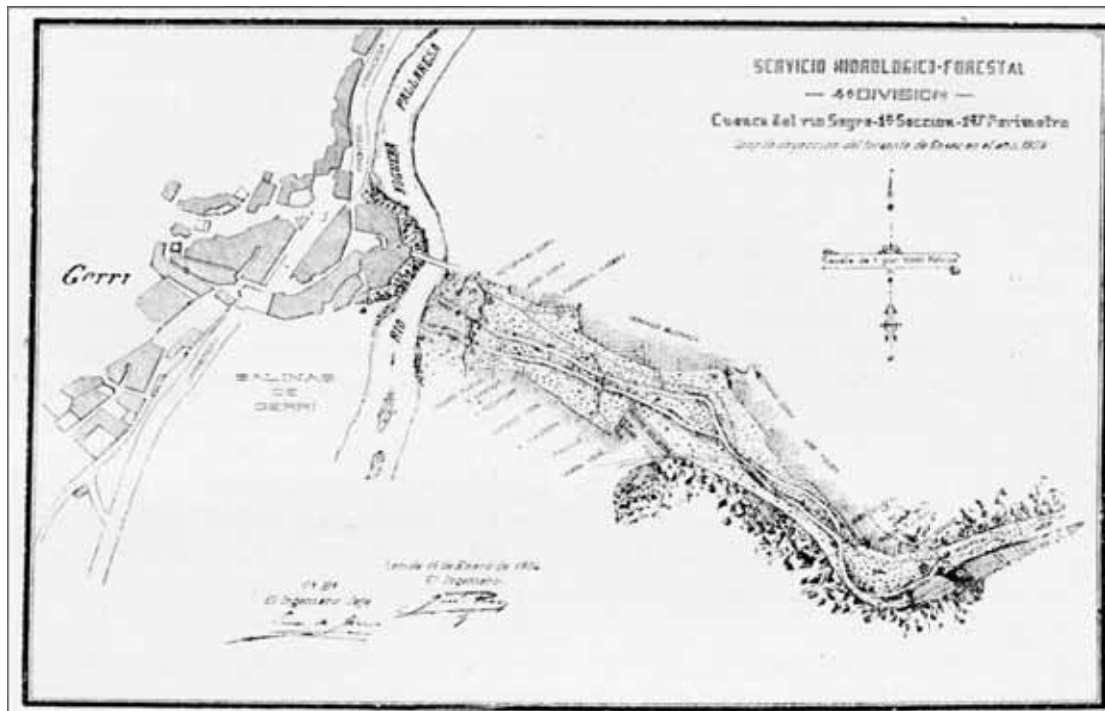


Figura 6.- Treballs del Servei Hidrològic Forestal al Barranc d'Enseu, de la conca del Segre, el 1902. Font: Arxiu Històric de Lleida.

Malgrat algunes millores locals, els ambiciosos objectius d'aquelles polítiques van restar molt lluny de complir-se, tal com reflecteix una comunicació en un congrés de 1911: «la llei de 1908, si bé marcà un gran pas a l'orientació forestal d'Espanya, es precis confessar que els seus resultats pràctics han estat totalment nuls fins a dia d'avui»³⁵. Una altra comunicació durant la celebració de la Setmana Forestal de 1929 afirmava: «No conec cap cas d'aplicació de la llei de 1908, i el mateix passa a persones competents a qui he preguntat. És, doncs, innegable el fracàs d'una llei que en vint anys no ha donat cap fruit». Davant aquell fracàs el 1922 es promulgà una altra norma per fomentar la repoblació forestal en totes les forests públiques, encara que no fossin declarades d'utilitat pública³⁶. El propi ministre de Foment afirmava: «És forçós reconèixer que no ha pogut l'Estat, per insuficiència dels seus mitjans econòmics, aconseguir en aquesta obra la deguda intensitat que impedeix continuïn improductives i estèrils milers d'hectàrees de forests d'utilitat pública, tant més de lamentar en aquests moments en què els alts preus assolits per les fustes en els últims anys i la destrucció de boscos motivada per l'assolament a gran part d'Europa, fent créixer el desig vehement dels industrials, ha determinat la tala de molts boscos

³⁵ Comunicació presentada pel Sr. Marqués de Camps en el XIV Congrés de la Federació Agrícola Catalana-Balear de 1911.

³⁶ *Real Decreto relativo a la repoblación forestal* (Gaceta de Madrid 266, 23/09/1922).

particulars, arribant a produir l'escassetat d'una primera matèria de tanta importància per a la indústria».

Durant els anys vint la planificació hidrològica adoptà una dimensió ambiental cada cop més àmplia (Díaz-Marta, 1997; Ibarra et al., 2008). Quan el 1926 es van crear les confederacions hidrogràfiques els enginyers forestals es van integrar en les activitats de gestió de les conques hidrogràfiques en aplicació del Pla Nacional de Repoblacions de les Forests³⁷. Les actuacions a les parts altes de les conques havien de finançar-se per l'Estat, mentre a les parts baixes es fomentaria sense èxit la participació de la resta d'entitats públiques o privades (Gómez-Mendoza & Mata-Olmo, 1992). El 1931 la majoria de forests públiques seguien tutelades pels tres districtes existents, i només unes 26.000 ha (un 7%) formaven part de la primera divisió hidrològica³⁸. Això confirma que durant el primer terç de segle es van incomplir els objectius de repoblació i ordenació establerts³⁹.

5.1.3.- El Servei forestal durant el període republicà (1931-1939)

El 1931 la proclamació de la segona República i el restabliment de la Generalitat de Catalunya va tenir lloc durant un període d'intensa pressió sobre les forests pels aprofitaments fusters, ramaders i energètics. La Generalitat republicana va apostar per la reforestació dels boscos i el control de l'activitat forestal, especialment en els de propietat privada. Es va fomentar la participació del sector forestal, amb la creació del Consell d'Agricultura, Ramaderia i Boscos, format per agricultors, silvicultors, viticultors i rabassaires, i la formació i investigació, amb la creació d'escoles agràries i centres d'investigació⁴⁰.

Es van aprovar normes sobre incendis, per a la protecció d'espais naturals, i unes directrius silvícoles molt completes, encara que inicialment seguissin vigents les del període anterior. Tot això sota la tutela d'un Servei Forestal propi (Figura 7),

³⁷ *Real Decreto-Ley relativo al Plan General de Repoblación Forestal* (Gaceta de Madrid 208, 27/07/1926).

³⁸ *Dirección general de Montes, Pesca y Caza*, 1933.

³⁹ El Pla Nacional de Repoblacions de los Forests assenyalava la necessitat de repoblar un total de 125.000 hectàrees a la conca del Segre (Ibarra et al., 2008).

⁴⁰ Decret de 31 de octubre de 1931 (BGC N°7, 01/11/1931) i Acord de govern de 1932 (DGC N°12, 30/06/1932).

encarregat de l'estudi de projectes de repoblació, de la redacció d'informes tècnics, normatius i econòmics, expedir i valorar llicències de tala, o establir les responsabilitats per incompliment de les mateixes⁴¹. Les sol·licituds de tala, sempre per selecció, havien de dirigir-se al servei forestal, prèvia valoració dels Ajuntaments, amb la possibilitat d'un marcatge previ. Si existia un projecte d'ordenació només era necessari presentar un certificat de l'enginyer redactor, que podia formar part de l'administració o no. La vigilància quedava en mans de la Guàrdia Civil en els districtes forestals, del Servei de Guarderia dels municipis, i dels Mossos d'Esquadra. Tots els boscos i terrenys forestals no declarats d'utilitat pública podien ser lliurement pasturats.

El 1934 es van publicar noves directrius silvícoles per les forests de propietat privada, sobre tales comercials o de millora, els desbrossaments, les plantacions, la gestió de suredes i pastures i la prevenció d'incendis forestals, sempre amb l'objectiu de garantir el recobriment del sòl⁴². El 1936, ja iniciada la Guerra Civil, s'aprovaren altres normes forestals que regulaven l'explotació davant la demanda excepcional creada, i el 1938 es varen suspendre temporalment les tales de determinades espècies⁴³. Tot això es completà amb campanyes públiques a favor de la protecció de l'arbrat⁴⁴.

⁴¹ Acords de govern de 1932 (BGC N°18, 30/09/1932; N°22, 30/11/1932; N°10, 30/05/1932, N°17, 15/09/1932; N°30/04/1932). Ordre per establir Zones de protecció que per llurs condicions forestals panoràmiques o arqueològiques tenen un interès turístic (BOGC 81, 22/03/1934). Decret fixant instruccions per a la previsió i extinció d'incendis als boscos no declarats d'utilitat pública (BOGC 75, 05/08/1933).

⁴² Decret aprovant les Instruccions per a regular els aprofitaments dels boscos de propietat particular i llur policia (BOGC 165, 14/06/1934).

⁴³ Ordre que dicta normes per a la suspensió dels aprofitaments en curs d'alzines, roures, verns i altres espècies similars (DOGC 91, 01/04/1938).

⁴⁴ Les campanyes de protecció i de repoblació forestal difonien els següents missatges: *Sin árboles no hay industria ni trabajo; Plantar árboles es contribuir a la consolidación de la nueva economía; la destrucción del bosque es la destrucción de la economía* (Departament d'Edicions del Parlament de Catalunya, 2006. Cartells de la Col·lecció Fornas).

GOVERN
DE LA
GENERALITAT DE CATALUNYA
AGRICULTURA I ECONOMIA

Any 19³⁶.

Núm. 11.406/S.F.

SERVEI FORESTAL

ASSUMPTE

Expedient ~~PERMIS DE TALLA DE~~

Cots - Viver i Serrateix.

FINCA "Cots" del terme municipal de

VIVER I SERRATEIXI

Figura 7. Expedient del Servei Forestal de la Generalitat de Catalunya de l'any 1936 de control dels aprofitaments en les forests privades. Font: Arxiu Nacional de Catalunya

Simultàniament es fomentava l'acció repobladora voluntària a partir de tres tipus de contractes entre l'administració forestal i els propietaris dels terrenys, segons l'aportació de les parts, prèvia redacció i aprovació d'un projecte per part del servei forestal, tot i que degut al poc temps d'aplicació únicament es reforestaren alguns paratges⁴⁵.

A partir de l'inici de la Guerra Civil la política forestal del govern central de la República també va introduir la idea de reforçar el control dels boscos per garantir el subministrament de carbó vegetal davant l'escassetat d'altres fonts energètiques en aquelles circumstàncies. El 1938 es va facilitar l'aprovisionament de productes forestals a l'exèrcit i la població civil de les forests d'utilitat pública, i es va publicar un nou decret per a la defensa de la riquesa forestal privada⁴⁶.

5.1.4.- La política forestal durant el franquisme (1939-1976)

La victòria franquista va comportar d'entrada una política econòmica intervencionista i autàrquica. De 1939-1959 les polítiques agràries i forestals tenien per objectiu reduir les importacions d'altres països, protegint i potenciant els productes locals segons les prioritats del règim (Majoral, 2006). La política forestal franquista es va caracteritzar per un major control dels recursos públics i privats, amb un potent entramat administratiu. En els boscos privats es va aplicar inicialment el decret de 1938, que obligava a sol·licitar autorització per a qualsevol aprofitament fuster i en la resolució s'establien les condicions de venda dels productes. També es van dictar normes per a regular tales i aprofitaments específics en muntanyes públiques o particulars, i garantir el subministrament de travesses ferroviàries. Un altre decret de 1953 va augmentar l'intervencionisme estatal en els aprofitaments, amb majors condicionants en la compra i venda de productes, previ marcatge, seguiment i visita final de la curta per l'administració forestal. Aquelles normes es van refundre en la nova Llei de

⁴⁵ Acords de Govern de 1932 i 1935 (BGC N°11, 15/06/1932; N°14, 30/07/1932; N°21, 15/11/1932; BOGC N°90, 31/03/1935).

⁴⁶ *Orden dando normas para facilitar, tanto al Ejército como a la población civil, maderas, leñas, cortezas y plantas herbáceas de los montes declarados de utilidad pública* (Gaceta de la República: Diario Oficial 7, 07/01/1938) i *Decreto sobre Defensa de la riqueza forestal privada* (BOE 97, 07/10/1938).

Forests de 1957, i el seu reglament de 1962, que van constituir el marc normatiu vigent fins fa molt poc⁴⁷.

La política forestal franquista se centrà en l'aplicació del Pla general per a la repoblació forestal d'Espanya de 1939, tant per les forests estatals com privades o municipals, de forma voluntària o forçosa, atenent a criteris d'utilitat pública⁴⁸. Durant quaranta anys (1940-1980) es van repoblar a Catalunya 83.204 de les 290.000 hectàrees previstes, gairebé dues terceres parts a la província de Lleida on la propietat pública o col·lectiva era més gran. Les espècies més utilitzades van ser *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* i *Pinus sylvestris*, el 83% de les plantacions dutes a terme entre 1940 i 1970 (Casals, 2005).

Amb la gravetat dels incendis forestals dels anys seixanta, el 1968 s'aprovà una llei per a la prevenció i extinció d'incendis que assenyalava com a principal causa la major aflluència de visitants a les muntanyes, el descens en el consum de llenya i brosses, i el despoblament rural⁴⁹. La gestió forestal privada, la pastura extensiva, la transhumància i el carboneig ja mostraven el seu descens (Naredo, 1996 i 2001).


En aquest període el control dels aprofitaments en els boscos, especialment en els de propietat privada, passarà a ser una de les tasques administratives més importants. A partir de 1939 els boscos privats catalans passaren a ser tutelats pels districtes forestals de cada província, sotmesos a les normes canviants en funció de les necessitats fusteres de cada moment. Durant els primers anys del franquisme els aprofitaments dels boscos privats es regularen d'acord amb el Decret de 1938, aprovat un any abans d'acabar la guerra civil. Amb l'aplicació d'aquesta norma cada propietari havia de fer una sol·licitud d'aprofitament assenyalant les espècies, la quantitat de fusta i llenya a extraure, el tipus de tallada i nom del comprador i l'ús final del producte extret (Figura 8). Després d'efectuar una tala arreu era necessari establir un termini de repoblació. Per les tals selectives es fixaven un conjunt de normes objecte de seguiment posterior per part de l'administració competent.

⁴⁷ *Ley de Montes* (BOE 151, 10/06/1957) i *Decreto 485/1962, de 28 de junio, por que se aprueba el Reglamento de Montes* (BOE 61, 12/03/1962).


⁴⁸ *Ley sobre el Patrimonio Forestal del Estado* (BOE 100, 10/04/1941).

⁴⁹ *Ley de incendios forestales* (BOE 294, 07/12/1968).

1394



SERVICIO NACIONAL DE MONTES
DECRETO DEFENSA RIQUEZA FORESTAL PARTICULAR



Provincia de Barcelona.
Partido judicial de Vich.
Término municipal de Folgarolas.
Nombre del monte o finca Arumí.

24/11/41
Nº 434095

Número de la ficha 2

SOLICITUD DE APROVECHAMIENTO

Don _____ en concepto de ^{co} propietario del monte Arumí
a los efectos de dar cumplimiento a lo dispuesto en el art. 3.º del Decreto sobre defensa de la riqueza forestal particular, de fecha 24 de Septiembre de 1938 y publicado en el B. O. del Estado del día 5 de octubre del mismo año, solicita de V. S. la autorización necesaria para efectuar el aprovechamiento que a continuación detalla:

Lugar o pago donde se localiza el aprovechamiento Folgarolas.

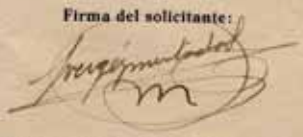
Superficie total del monte 48 Has. Superficie en que se realiza el aprovechamiento 35 Has.

M A D E R A S					L E Ñ A S						
Especies	Número de árboles	Diámetro Cm.	Altura Mts.	Precio por m. ³ o tonelada		Especies	Número de árboles	Diámetro Cm.	Altura Mts.	Precio del material	
				Ptas.	Cts.					Ptas.	Cts.
Pinos	1.800	20	5	75	00	Robles	350	36	5	45	00
						Toneladas					

La corta se hará (2) sclareo
Nombre del comprador _____
Aplicación (3) embalaje
Será consumido en Vich

La corta se hará sclareo
Comprador _____
Aplicación leña para quemar
Serán consumidos Vich.

En Folgarolas a 19 de noviembre de 19 41
AÑO DE LA VICTORIA

Firma del solicitante:


Sr. Ingeniero Jefe del Distrito Forestal de BARCELONA.

(1) Propietario o apoderado.
(2) «A hecho» o «a matarrasa», de «entresaca» o de «sclareo».
(3) Carpintería, postes, traviesas, etc.

200 m³ pino
350 - m³ roble

Modelo A-1
Div A 4

Figura 8.- Sol·licituds d’aprofitament forestal de 1941 per al control dels aprofitaments en les forests privades. Font: Arxiu Nacional de Catalunya

Més tard, a meitat de segle XX⁵⁰, s'incrementen les condicions especials en les autoritzacions. Entre les condicions de venda dels productes s'assenyala que aquests no podien vendre's a un preu superior al fixat en el permís de tala, que el comprador havia de disposar d'un certificat professional, i que era necessari efectuar un contracte de compra i venda dels productes. Es pressupostava el seguiment de les actuacions autoritzades, i la propietat havia de comunicar la finalització dels treballs i tenir en possessió el contracte de compra i venda esmentat per extraure els recursos. Era també necessari proporcionar travesses a RENFE, i un marcatge previ a qualsevol tallada.

Amb l'aprovació del reglament de la llei de forest el 1962, es derogà la normativa anterior. Però a la pràctica el procediment per l'autorització dels aprofitaments fou molt semblant al període anterior, i fins el pas de les competències a les Comunitats Autònomes: presentació de la sol·licitud per part del propietari al districte forestal corresponent, pagament de taxes, actes de senyalament, autorització amb condicionants generals i especials, notificació de la finalització dels aprofitaments i, finalment, realització de la inspecció de les actuacions executades.

5.1.5.- La política forestal més enllà de 1977

Després d'entrar en vigor la Constitució Espanyola de 1978, el 1980 es van traspassar les funcions i serveis de l'Estat a la Generalitat de Catalunya en matèria de conservació de la natura⁵¹. A partir de llavors la política forestal va donar continuïtat al control dels aprofitaments públics i privats, i inicià un procés important de creació d'espais protegits a través d'una llarga llista de normes autonòmiques, estatals i europees, fins a arribar a l'aprovació de la Xarxa Natura 2000, que actualment protegeix el 30% del territori català⁵². Les accions de reforestació, tant en zones forestals com agrícoles, no van ser molt significatives en aquest període (Terradas et

⁵⁰ Decreto de 13 de mayo de 1953 por el que se modifican los de 24 de septiembre de 1938 y de 28 de junio de 1946 sobre cortas en montes de propiedad particular (BOE 153, 02/06/1953).

⁵¹ Real Decreto 1950/80 (BOE 236, 01/10/1980).

⁵² Ley 6/1988 Forestal de Catalunya (DOGC 978, 15/04/1988). Decreto 328/1992 por el que se aprueba el Plan de Espacio de Interés Natural (DOGC 1714, 01/03/1993). Acuerdo GOV/112/2006 por el cual se designan ZEPA y se aprueba la propuesta de LIC (DOGC 4735, 06/10/2006) y posteriores modificaciones de 2009 (web de la Generalitat de Catalunya).

al., 2004; Bona et al., 1996)⁵³. En canvi, es va impulsar la gestió forestal sostenible en la triple dimensió econòmica, ambiental i social a través de l'ordenació forestal, la prevenció dels incendis forestals, la protecció d'hàbitats i espècies vulnerables, i el foment del desenvolupament rural mitjançant ajudes i subvencions europees.

El moment històric de major planificació territorial i control sobre els recursos forestals coincideix amb un canvi important quant a la valoració de les funcions de la forest. La producció fustera en el darrer període tindrà un pes marginal en l'economia del país. El subsector forestal solament aportarà un 1,13% a la producció final agrària (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, 2012), mentre els productes no fusters i els serveis ambientals seran cada cop més demandats.

5.2.- Etapes de la Transició Forestal

5.2.1.- L'estructuració de l'espai agrari

Com ja s'ha comentat en el punt anterior, a partir de l'època moderna, coincidint amb una forta expansió demogràfica (Vilar, 1988; Ferrer, 2007) i la conseqüent necessitat de creixement econòmic es manifesta de forma clara l'expansió de la producció agrícola, basada en l'extensió en superfície dels conreus i la intensificació de la producció (Vilar, 1988). És un moment en el que s'inicia una creixent pressió sobre els recursos forestals, bé per les seves funcions navals, energètiques o constructives. En el segle XIX les reformes agràries liberals, l'extensió del ferrocarril, la industrialització i la urbanització comportaren una ràpida transició socio-ecològica als combustibles fòssils (Sudrià & Bartolomé, 2003; Malanima, 2006; Gales et al., 2007; Nadal et al., 2012). Tanmateix, fins la segona guerra mundial el consum de combustibles fòssils no va substituir sinó que es va afegir al creixent consum de biomassa forestal, seguida després per una substitució plena de la llenya o el carbó vegetal per petroli o gas natural i el conseqüent abandonament rural (Iriarte-Goñi & Ayuda, 2008; Iriarte-Goñi, 2013). Durant la segona meitat de segle XX, coincidint

⁵³ Un any abans de finalitzar el programa de reforestació de terres agràries per al període 1993-1997 (*Reglamento CEE 2080/92 del Consejo por el que se establece un régimen comunitario de ayudas a las medidas forestales en la agricultura*), a Catalunya s'havien aprovat 1.953ha per a ser reforestades (Bona et al. 1996).

amb un fort èxode rural i una concentració de la propietat i de la capacitat productiva (Majoral, 2006), es redueix la rendibilitat de les explotacions forestals i s'abandona progressivament la gestió forestal, amb efectes de gran abast si tenim en compte que gran part de la superfície forestal és de propietat privada. La modernització tecnològica i els processos de globalització, amb l'entrada de nous materials substituïts i l'augment dels costos de producció minvaran la gestió forestal durant els segles XX i XXI (Naredo, 1996; Carpintero, 2005; Majoral, 2006) i s'intensificarà l'abandonament rural coincidint amb la implementació de la Política Agrària Comuna de la Unió Europea (Poyatos et al., 2003; Bielsa et al., 2005; Lasanta-Martínez et al., 2005, 2006; Motet et al., 2006; Serra et al., 2008; Infante-Amate et al., 2015; Soto et al., 2016).

La Figura 9 ens mostra l'evolució dels principals usos del sòl a Catalunya entre el 1860 i el 1932. La pressió del conreu va suposar una reducció de la superfície forestal des de dos terços del territori català, amb 1.972.112 hectàrees a mitjans del segle XIX, fins arribar a menys del 60%, amb 1.735.435 hectàrees, durant la Segona República (1931-1939).

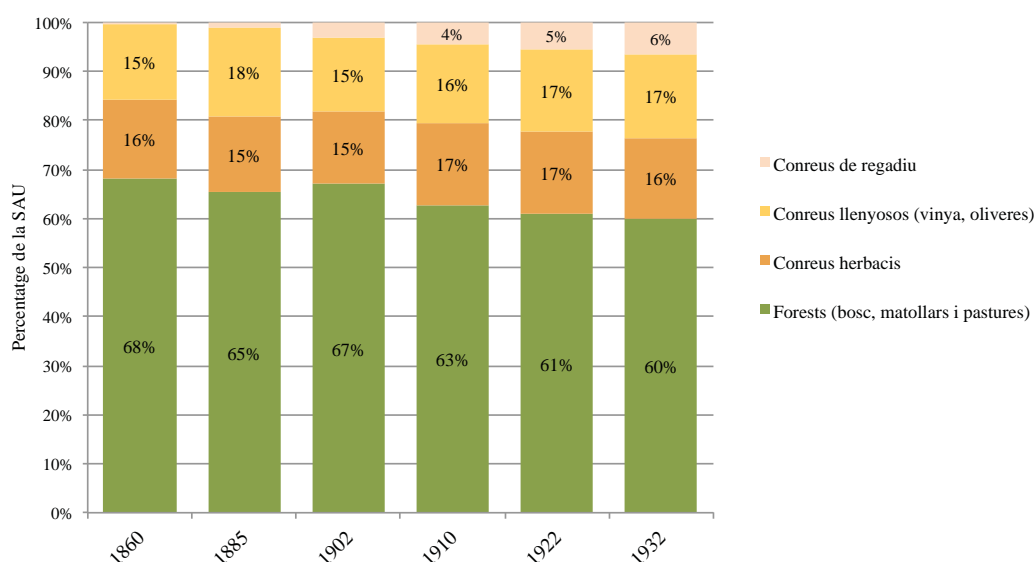


Figura 9. Evolució dels usos del sòl a Catalunya (1860-1932). Font: Cervera et al. (2015), a partir de Garrabou & Pujol (1987), Grupo de Estudios de Historia Rural (1991,1994 i 2003) i Casals (2005).

El segle XIX es caracteritzà per un creixement demogràfic sostingut i relativament inferior al que s'havia produït temps enrere, però combinat amb un procés d'expansió en totes les àrees de l'economia. Els canvis en la propietat de la terra, amb la

revolució liberal, impulsarà l'extensió del conreu. El 1860, la distribució dels conreus era a parts iguals entre els cereals i els conreus arbustius i arboris, vinya, olivera i fruiters, trencant d'aquesta manera el predomini del cereal de temps enrere. Per una altra part, la forest, que representava més de la meitat de la superfície del territori, havia reulat degut a l'augment de les rompudes, per l'increment demogràfic i per l'incentiu de collites molt remuneradores en els mercats, com la vinya. A la vegada, l'anterior pressió pels recursos forestals quant a l'aprofitament de llenya i fusta per a la construcció de naus, i l'obtenció de ferro, serà més reduïda (Calatayud, 2006).

El conreu de la vinya va tenir un fort increment durant gran part del segle degut a l'increment de la demanda, especialment de l'exterior, i a l'alça permanent dels preus, tant del vi com de l'aiguardent. La fil·loxera, introduïda a Europa cap el 1863 junt amb plantes importades dels Estats Units, va causar força danys a la vinya francesa el 1868. Aquest fet va comportar una gran expansió dels vins d'Espanya, i com a conseqüència una forta expansió del conreu de la vinya a tot el país. A principis de segle XX la producció francesa es va recuperar fins a tornar a ser suficient per satisfer la demanda interna i aturar les importacions. A Catalunya la viticultura havia estat la més important d'Espanya, s'havia iniciat durant el segle XVIII, però no ho va fer de forma ràpida fins la crisi vitícola europea, primer per causa de l'*oidium* (1845-1865) i després la pròpia fil·loxera. El 1860 hi havia a Catalunya al voltant de tres-centes deu mil hectàrees de vinya, ubicades principalment a la província de Barcelona, seguides de Tarragona, Lleida i Girona (Badia-Miró et al., 2010). L'entrada de la fil·loxera a Catalunya el 1879, a través del Rosselló i els Pirineus Orientals, va originar els primers focus al nord de Girona. El 1889 la plaga ja havia arrasat la major part de les vinyes, malgrat alguns intents per fer-hi front que toparen amb el rebuig de part dels viticultors, que s'oposaren a establir tanques sanitàries i arrencar les plantacions frontereres. Mentrestant, a la resta de províncies s'incrementava la superfície de conreu arribant a les tres-centes seixanta mil hectàrees a tota Catalunya. El 1905 la fil·loxera ja havia envaït la vinya de Tarragona i Lleida, després d'haver passat pel litoral de Barcelona uns anys abans. Va trigar 25 anys en cobrir tota Catalunya, però la bona situació comercial en la que es trobava el vi comportava l'increment de noves superfícies conreades, i la recuperació d'altres. Mentre les províncies de Lleida, Tarragona i Barcelona reduïren el conreu de la vinya a principis de segle XX, Girona recuperava una part de la superfície de 1860 (Badia-Miró et al., 2010).

Aquests fets seran molt importants per l'evolució del paisatge agrari català, comportarà canvis en l'ús del sòl totalment oposats segons el territori, però compensats globalment durant el període analitzat de 1860 a 1932. En canvi, la recuperació del bosc en els espais conreats i posteriorment abandonats serà molt més costosa. El primer terç de segle XX estarà marcat per una volàtil rendibilitat de l'explotació de la fusta, i una creixent competència exterior, factors als que s'afegien uns intensos aprofitaments de les pastures, la llenya i el carbó vegetal, o l'extracció de matèries fertilitzants (Uriarte, 2000; GEHR, 2003; Iriarte-Goñi, 2008 i 2013; Iriarte-Goñi & Ayuda, 2008; Olarieta et al., 2011). Malgrat no disposar de dades quantitatives de l'evolució de la superfície arbrada, aquesta major pressió sobre els boscos s'ha pogut observar recentment amb la comparació fotogràfica arreu del territori (en les Figures 10 i 11 pot observar-se la pressió sobre el recurs a principis de segle XX, i la recuperació del bosc i abandonament dels conreus a principis de segle XXI en un municipi de la comarca d'Osona).



Figures 10 i 11. Imatges de la finca Mas Joan, de propietat privada, a Espinelves, 1916 a l'esquerra, i 2003 a la dreta. Font: cedides pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP).

Si observem la Figura 12, la superfície conreada es contrau des de 1960 fins el 2000, i l'àrea forestal recupera els valors d'antuvi. Comparant els tres inventaris nacionals realitzats a Espanya a partir dels anys seixanta (IFN1, 1966-1975; IFN2, 1986-1995 i IFN3, 1997-2007), i malgrat les incoherències derivades dels canvis metodològics introduïts (Terradas et al, 2004), podem observar un increment continuat de la superfície forestal i arbòria. Sense comptabilitzar la superfície improductiva natural, el 1970 la superfície forestal ocupava 1.846.767 ha, 1.855.944 ha el 1989, i 1.930.482 ha el 2000, passant del 58% de la superfície total de Catalunya en els anys setanta del

segle XX al 60% en anys recents. En el mateix període la superfície arbrada va passar del 36% al 51%, una xifra gens menyspreable.



Figura 12. Evolució dels usos del sòl de Catalunya (1970-2000). Font: Cervera et al. (2015), a partir de Terrades et al. (2004) i Casals (2005).

Entendrem millor aquests grans canvis en les cobertes del sòl si les relacionem amb les diverses etapes per les quals ha passat el règim sociometabòlic, des d'una economia «orgànica» (Wrigley, 2010) on els fluxos d'energia i materials es basaven pràcticament en la biomassa, a una altra fundada principalment en la desacumulació de combustibles fòssils (Smil, 2010; Krausmann et al., 2012). Durant la primera revolució industrial i les albors de la segona (1780-1950), el conjunt del sector primari va seguir basant-se en les formes tradicionals de captació indirecta de l'energia solar, mentre gran part de la indústria i els transports van passar a ser propulsades massivament per carbó mineral, i després pels derivats del petroli (Fischer-Kowalski & Haberl, 2007). Aquell desfasament energètic entre una economia urbano-industrial basada en el carbó, i un sector agrari que tot i consumir quantitats creixents de fertilitzants industrials seguia majoritàriament basat en la tracció animal, els fems i les rotacions de cultius, només desapareixeria amb la plena

industrialització de la agricultura i la cria ramadera produïda durant la segona meitat del segle XX en plena era del petroli barat (Smil, 2001a, 2001b, 2003). El règim sociometabòlic basat en la captació indirecta d'energia solar a través de la biomassa tenia un elevat «cost territorial» (Guzmán & González de Molina, 2009; González de Molina et al., 2014) que es traduïa en una major extensió del cultiu, mentre que els fluxos energètics basats en la desaccumulació de combustibles fòssils ha comportat després una "emancipació temporal de la terra» (Mayumi, 1991; Sieferle, 2001a, 2001b). Això explica per què només amb l'anomenada «Revolució Verda» de 1960 en endavant (Naredo, 1996) va poder tenir lloc una completa reversió de l'anterior tendència cap a la desforestació. A partir dels anys seixanta del segle XX, i coincidint amb la difusió de noves fonts energètiques, va tenir lloc a Espanya la ràpida difusió de la «Revolució Verda» (Naredo, 1996 i 2001) que va provocar una gran transformació del món rural pel fort èxode poblacional, la concentració de la propietat i capacitat productiva, i la intensificació i mecanització del cultiu o la cria ramadera (Majoral, 2006), combinats amb la dràstica reducció de la pastura extensiva i la transhumància (Ruiz & Ruiz, 1986; Bunce et al., 2004; Fernández-Giménez & Fillat Estaque, 2012; Oteros-Rozas et al., 2013). La creixent obertura exterior, i l'augment de les importacions de fusta, paper i pinsos, van anar de la mà amb la difusió de la bombona de butà i la implantació de granges de cria intensiva de bestiar que van posar fi a la gestió múltiple i integrada de la forest (Bartoletto & Rubio, 2008).

Tot apunta a què l'extensió i posterior contracció de la superfície conreada han estat una de les principals forces motrius dels dos processos, impulsades i reforçades per la intensificació dels aprofitaments forestals mentre els combustibles fòssil s'afegiren i no reemplaçaren l'ús energètic de la biomassa llenyosa fins a mitjans de segle XX (Kander et al., 2013; Infante-Amate et al., 2015). Tanmateix, amb la informació disponible no resulta fàcil establir un punt d'inflexió entre les dues etapes. Tot sembla indicar que la màxima extensió de l'àrea conreada i, per tant, el mínim històric en la superfície de les forests, se situaria en algun moment entre els anys trenta i seixanta del segle XX, probablement diferent segons les províncies i comarques de Catalunya. Si és així, resulta evident que les polítiques forestals analitzades varen ser en general poc efectives i no van aconseguir aturar el clar retrocés de les superfícies forestals durant el segle XIX i principis del XX, ni tampoc la disminució de la superfície arbrada. Quan aquestes han tornat a créixer durant l'últim mig segle, ha estat

conseqüència de la intensificació agrària, l'abandonament rural i la transició energètica als derivats del petroli. Amb la previsió d'una major demanda d'aliments, aigua i energia pel segle XXI, es planteja ara la necessitat d'un canvi dirigit cap a la bioeconomia, a partir de la transformació sostenible dels recursos biològics en bioproductes i serveis, reemplaçant els generats per l'economia fòssil des del segle XX. Aquest nou escenari hauria d'afavorir novament la utilització sostenible de la biomassa (Palahí, 2016).

5.2.2.- La pressió sobre el bosc i les principals perturbacions

La pressió sobre el bosc davant el creixement demogràfic i econòmic suscità la necessitat d'un control dels aprofitaments per part de l'administració competent, per tal de garantir el recursos energètics, navals o constructius a la societat segons les necessitats canviants de cada moment. Si bé en el segle XVIII s'introduïren controls i s'establiren tot un conjunt de normes i protocols pel seguiment de l'arbrat i els aprofitaments, no serà fins el primer terç de segle XX quan, amb el Servei Forestal de la Generalitat, s'inicià de nou un control sobre la producció. Aquesta tendència cap a una major regulació pública culminarà amb un complex aparell administratiu durant l'etapa franquista, capaç d'establir un estricte procediment de control de les tales tant en les forests públiques com a les privades, en un context autàrquic marcat pel temor a no poder cobrir la demanda energètica i de fusta.

Un estudi recent sobre el consum de fusta en roll a Catalunya (Boglio, 2016) estima un creixement important entre finals del segle XIX i mitjans de segle XX. A la demanda elevada de llenya s'uneix la necessitat creixent de fusta per a travesses de ferrocarril i postes a partir del 1890, de fusta per a la construcció a partir del 1920, i de fusta per a la mineria, envasos i embalatges a partir dels anys 1930. En tots els casos això va significar un augment dels aprofitaments fins a mitjans de segle XX, i un consum força superior a la producció dels boscos catalans del moment. Si la demanda i la pressió sobre els recursos augmentaven en el moment en què la superfície arbrada de Catalunya era la més reduïda de la seva història contemporània, és previsible que la pressió sobre les forests es traslladés a altres indrets (Meyfroidt et al., 2010), augmentant les importacions.

Si analitzem la sèrie d'extraccions forestals des del 1940 fins el 2014, els aprofitaments mitjans de Catalunya se situen al voltant dels 760.000 metres cúbics, amb un 62% de producció de fusta, només superada per la llenya durant els primers vint anys, de 1940 a 1963, moment en el que la biomassa per a ús energètic sofreix una important davallada, coincidint amb la fi del carboneig (1961-1967) (Figura 13).

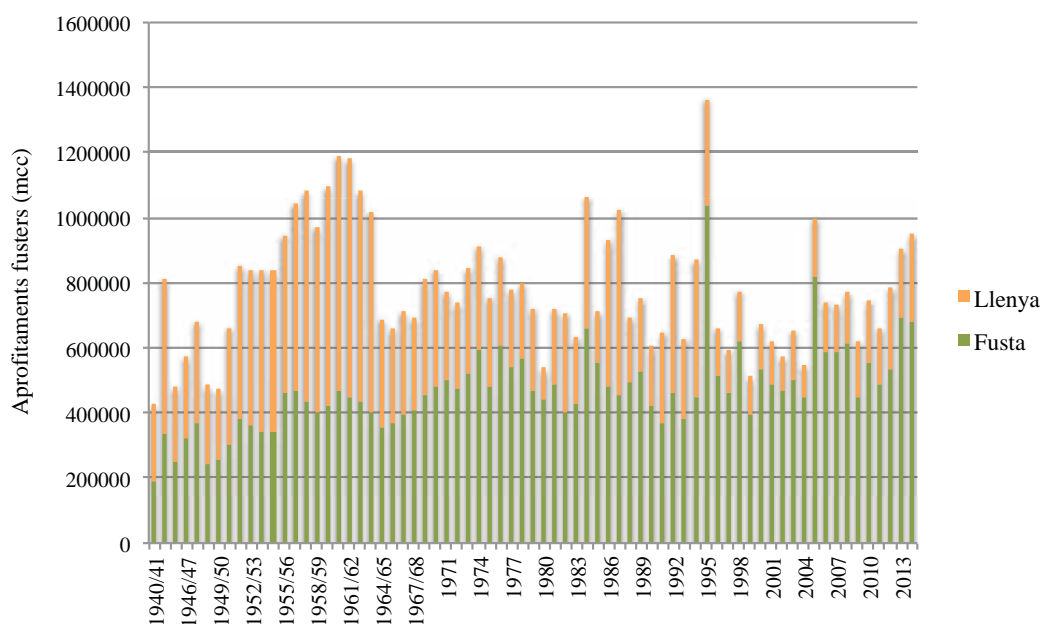


Figura 13. Evolució dels aprofitaments forestals dels boscos de propietat pública i privada (1940-2015). Font: elaboració pròpia a partir del *Anuario Estadístico de España* (www.ine.es) i de l'IDESCAT (www.idescat.cat) i Cervera et al. (2015).

Durant una mica més d'una dècada, de l'any 1951 i fins el 1963, els aprofitaments es maximitzen, un 30% per sobre de la mitjana, després s'estabilitzen a la baixa, i només creixen al voltant o per sobre d'aquell 30% els anys 1974, 1984, 1986, 1987, 1995 i 2005. Aquells aprofitaments mitjans anuals de 0,76 milions de m³/any seran molt inferiors a la producció primària neta (PPN) natural, estimada en uns 3,6 milions de m³/any⁵⁴. La relació entre extraccions i PPN de la superfície arbrada estaria situada en un 22%. Tenint en compte que els aprofitaments provenen d'unes tallades on el rendiment mitjà és inferior als 30 m³/ha, això suposaria aprofitar únicament un 3% anual de la superfície arbrada existent⁵⁵. Aquesta etapa de creixement constant de la superfície arbrada està caracteritzada per un ampli abandonament de la gestió forestal

⁵⁴ Estimació pròpia a partir de la superfície arbòria de 1970 de l'IFN1 i dels creixements de 2001 de l'Inventari Ecològic Forestal de Catalunya (web del CREAM: <http://www.cream.uab.es/spa/index.htm>).

⁵⁵ Per aquest càlcul s'ha agafat com a rendiment mitjà uns aprofitaments fusters de 26 m³/ha, xifra obtinguda entre 2004 i 2010 de les forests de Propietat privada ordenats que agrupaven el 58% del total d'aprofitaments de Catalunya (Rabascall, 2013).

en les zones menys productives, i un procés de «fusterització» del bosc més rendible (GEHR, 2003).

Els aprofitaments per sobre de la mitjana anual podrien coincidir amb les extraccions després d'incendis forestals i altres perturbacions naturals i amb el foment a partir dels anys noranta del desenvolupament rural per part de la Unió Europea (Martin & Cervera, 2017). La superfície mitjana afectada per incendis forestals a Catalunya entre 1968 i 2011 se situa al voltant de les 6.400 ha, amb grans incendis forestals a partir dels anys vuitanta, especialment el de 1986 i de nou els dels anys 1994, 1998, 2003 i 2005.

Quant a la distribució territorial, els aprofitaments s'obtenen majoritàriament de la província de Barcelona (40%), seguida de Girona (32%), Lleida (20%) i Tarragona (7%), amb una evolució diferent segons la productivitat de cada territori, l'afectació dels incendis forestals, i la distribució i tipus de la propietat (Figures 14 i 15).

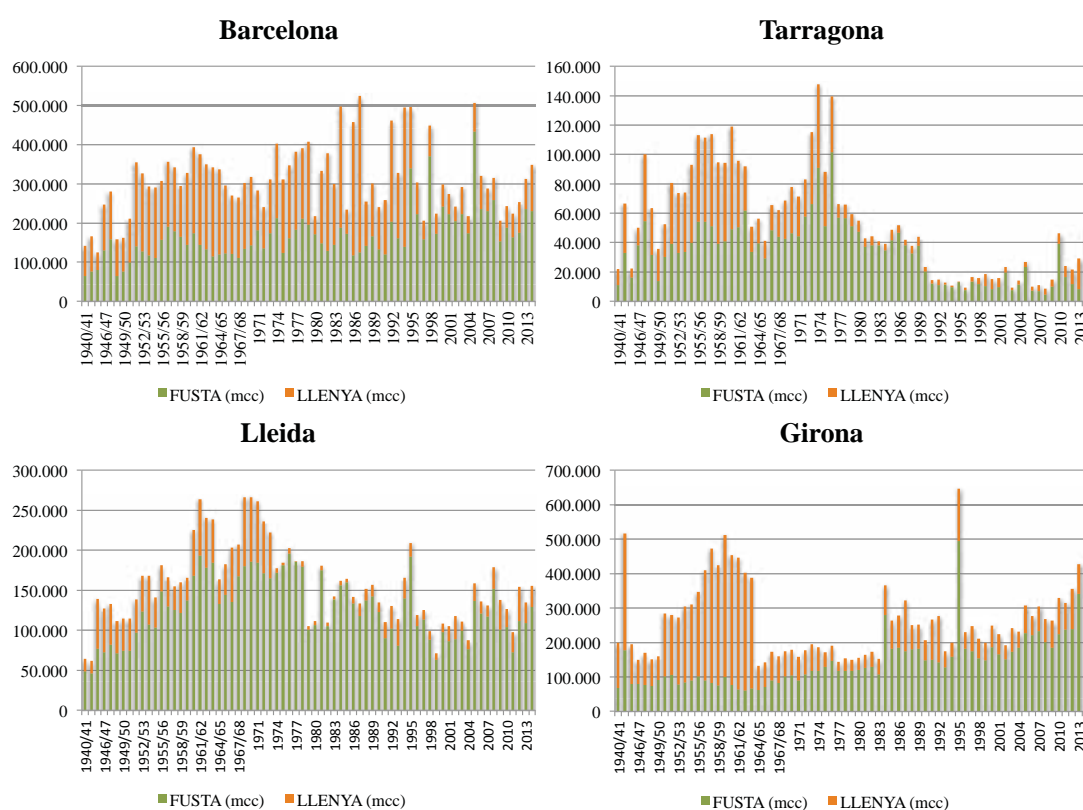


Figura 14. Evolució dels aprofitaments per província (1940-2014). Font: elaboració pròpia a partir del *Anuario Estadístico de España* (www.ine.es) i de l'IDESCAT (www.idescat.cat).

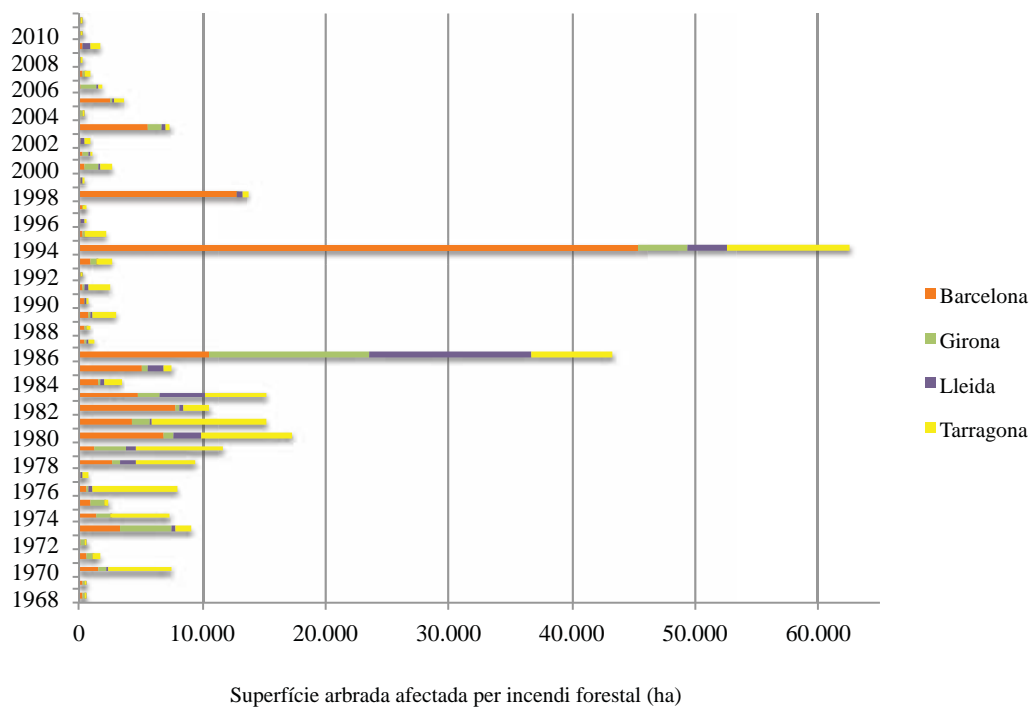


Figura 15. Evolució de la superfície arbrada afectada per incendis forestals per província (1968-2011). Font: elaboració pròpia a partir de les dades cedides pel Servei de prevenció d'incendis del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

Barcelona és la província de major producció forestal, amb una mitjana anual que se situa en els 300 mil metres cúbics repartits a partir iguals entre fusta i llenya. Els aprofitaments forestals no presenten una evolució clara, amb molts alts i baixos al llarg de la sèrie. La llenya no cau de forma clara fins l'inici dels anys noranta, mentre l'extracció de fusta s'incrementa de forma notòria l'any 1995, després del major incendi produït a Catalunya. Els boscos de la província de Barcelona pateixen incendis forestals importants i recurrents, i la superfície arbrada afectada estarà repartida de la següent forma: del 1978 al 1986 es cremen al voltant de 45 mil ha, unes 5 mil ha l'any; 45.350 ha es cremen en un sol incendi l'any 1994, i 12.772 ha l'any 1998; finalment es produeixen dos grans incendis més els anys 2003 i 2005.

A la província de Girona la producció forestal se situa en els 244 mil metres cúbics anuals, amb un 56% de producció de fusta. La llenya cau espectacularment l'any 1964, i també el conjunt dels aprofitaments, però l'extracció de fusta es manté constant i s'incrementa a partir de 1984. Observem una primera etapa, durant la dècada dels cinquanta, amb majors aprofitaments. Una altra, entre 1963 i 1983, amb

una reducció important respecte l'etapa anterior. I una tercera, de 1984 en endavant, amb una producció a l'alça de fusta. Els anys de major afectació per incendis forestals seran els de 1973, 1979, i especialment 1986 i 1994.

A la província de Lleida, on hi ha un major nombre de propietat pública o comunal, la producció forestal és principalment de fusta, un 82% del total. La producció de llenya caurà a partir de 1974 i, uns anys més tard de 1979 en endavant, també la de fusta. A partir de llavors s'ha mantingut sempre a un nivell inferior al de l'etapa anterior. Els incendis forestals seran importants als anys vuitanta, 1983 i 1986, i de nou el 1994. Només el 1995 es recuperen els valors d'aprofitament d'antuvi.

A la província de Tarragona els aprofitaments baixaran a partir de 1963, com a la mitjana del territori català. Tanmateix, la caiguda de la llenya no es produeix fins el 1977. Els aprofitaments pugen de nou als anys setanta de forma constant, coincidint amb l'etapa de major superfície arbrada afectada per incendis (entre finals dels setanta i principis del vuitanta), per caure de nou el 1977, i de forma progressiva fins els anys noranta. Des de 1970 i fins el 1995 es cremaran més de 3.100 ha/any, i la fusta extreta representarà el 62% del total de la producció forestal enregistrada.

Mentre la superfície arbrada s'incrementa en unes zones, en altres el bosc serà substituït per matollars o iniciarà un procés més o menys complet de regeneració segons l'espècie afectada i la recurrència dels incendis. Malgrat aquestes perturbacions, i altres de més recents com nevades i bufaruts, el bosc s'ha incrementat amb el pas del temps, segurament a un nivell inferior del que caldria esperar davant la menor pressió sobre els recursos fusters per a la producció energètica. Aquestes perturbacions naturals podrien ser la causa del manteniment o increment espasmòdic dels aprofitaments de fusta a partir dels anys setanta o vuitanta, segons la província corresponent.

La reducció de la pressió sobre el bosc a la província de Girona es produeix clarament durant els anys seixanta. També a la de Lleida hi ha una clara reducció, tot i que una dècada més tard. Tarragona presenta una primera baixada dels aprofitaments als anys seixanta, però es recuperen coincidint amb els continuats incendis forestals dels anys setanta. La província de Barcelona presenta una sèrie molt fluctuant, que en dificulta

la seva interpretació. Si exclouem de la sèrie els aprofitaments extraordinaris provinents dels incendis forestals de major repercussió, podem observar una disminució constant de la gestió forestal «no espasmòdica» des dels anys setanta (Figura 16).

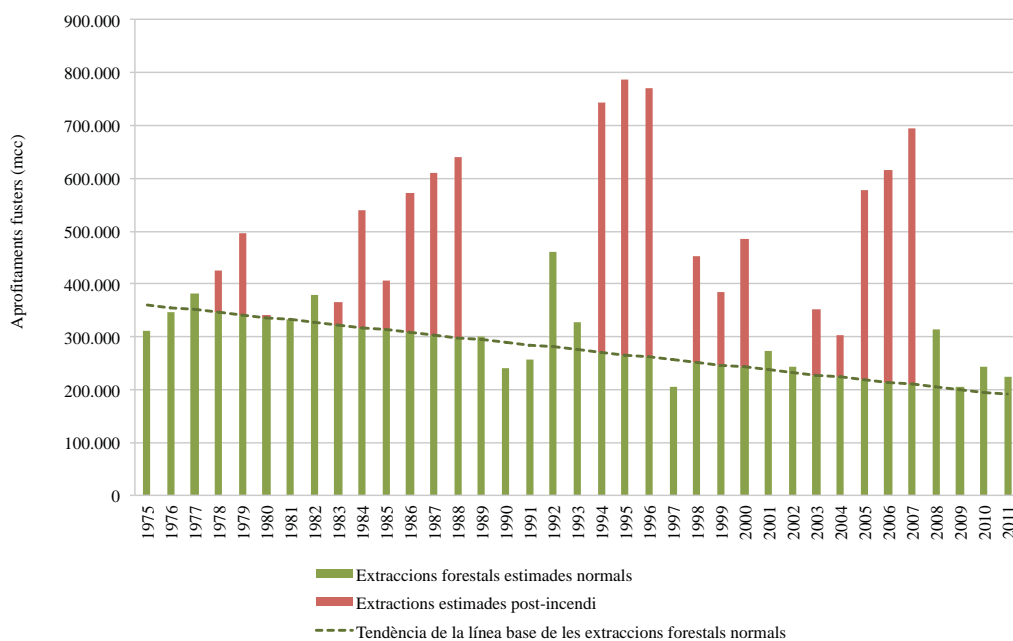


Figura 16. Estimacions i tendència dels aprofitaments normals i estimacions dels aprofitaments extraordinaris provinents dels incendis forestals (1975-2011). Font: Elaboració pròpia a partir de Cervera et al. (2016).

De forma molt generalitzada, i pel conjunt del territori català, el punt d'inflexió de la Transició Forestal se situaria entre els anys trenta i seixanta del segle XX, probablement diferent segons la zona atenent al tipus de conreu existent, cereal o vinya, el tipus de producte fuster, llenya o fusta serrada, i la rendibilitat de les explotacions agroforestals privades. La superfície forestal sembla recuperar-se a partir dels anys trenta. En canvi, la pressió sobre el bosc no cessa fins els anys seixanta, moment a partir del qual conflueixen els dos processos d'ampliació de les superfícies forestals i minva dels aprofitaments com a resultat de l'abandonament rural iniciat des de mitjans del segle XX.

6.- Evolució del paisatge agroforestal a la Catalunya Central (1868-2005)

6.1.- Evolució dels usos del sòl

6.1.1.- Els usos del sòl de 1868, 1956 i 2005

L'àrea d'estudi a la Catalunya Central presenta una superfície de 244.597 hectàrees, amb formacions arbòries pròpies del clima Mediterrani i del clima subalpí. En el segle XIX, quan aquesta zona formava part dels Partits Judicials de Berga i Manresa, amb l'increment de la població i el conseqüent creixement econòmic, s'inicià un procés de desforestació i reducció de la superfície forestal. La propietat agroforestal privada, majoritària a la zona d'estudi, va maximitzar l'economia de les seves explotacions en un moment en què els conreus i les pastures eren més productives i rendibles que els boscos, sobretot la vinya. A partir dels anys trenta, amb l'abandonament de la vinya a causa de la plaga de la fil·loxera i la intensificació de l'agricultura i la ramaderia a mitjans de segle XX, l'espai és colonitzat progressivament pel bosc (Badia-Miró et al., 2010; Cervera et al., 2015).

La Transició Forestal és un procés impulsat per factors a la vegada locals i globals que comporten canvis en la forest tant a escala regional com local (Barbier et al., 2010; Rudel et al., 2010; Meyfroidt & Lambin, 2011). Amb la comparació dels tres mapes seqüencials i les diferents categories en les que s'ha dividit l'ús del sòl, podem observar com el 1868 el bosc representava el 49,1% del total del territori, el 52,7% el 1956, i el 58,3% el 2005 (Figura 17 i Figura 18). Això suposa un creixement de la superfície forestal del 19% respecte el 1868, i del 7% respecte el 1956. Els conreus passaran del 39,2% el 1868 fins el 25,3% al 2005, i la superfície biològicament improductiva del 0,5% al 4,5% en el mateix període. Els matollars i pastures es mantindran més o menys constants.

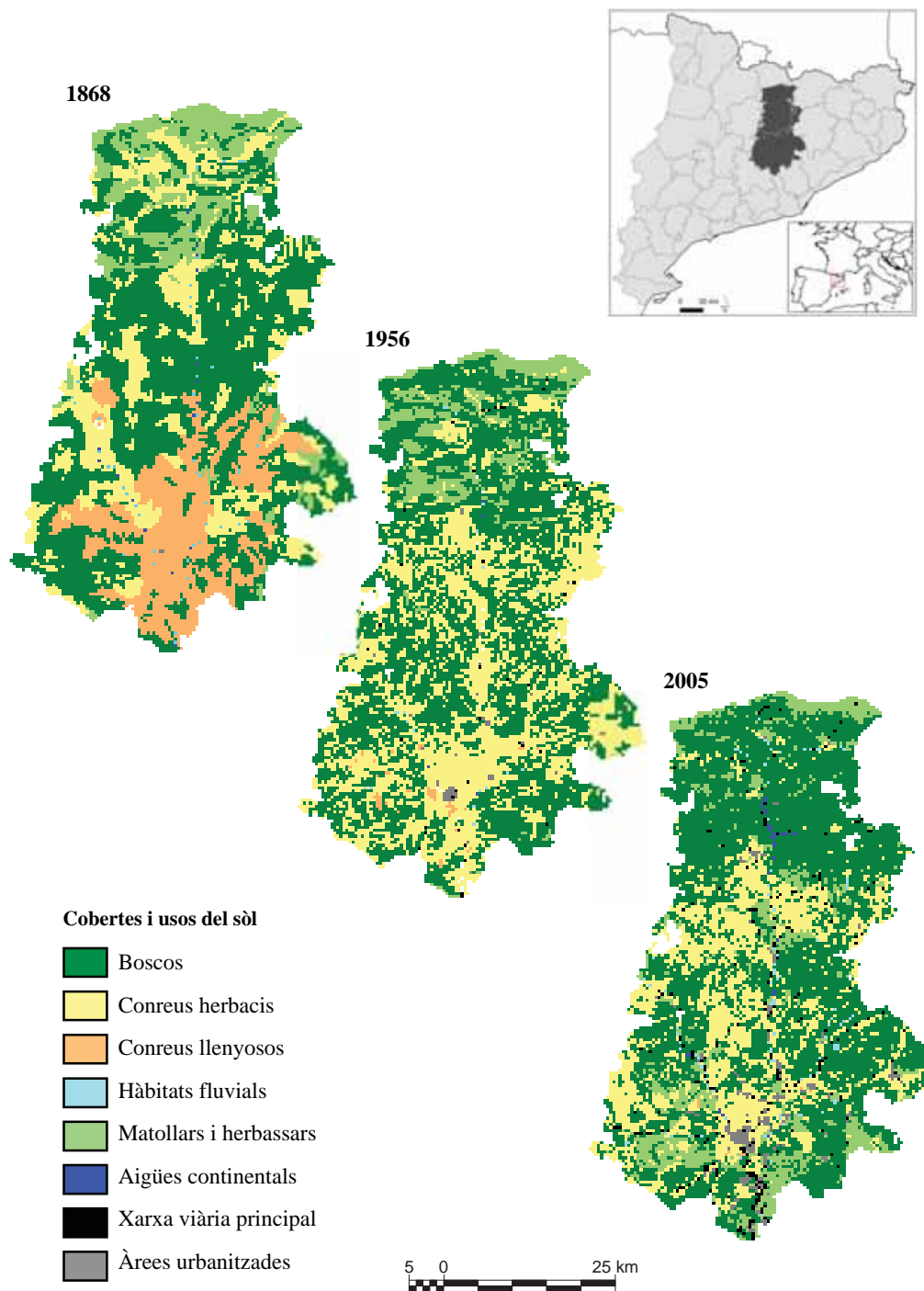


Figura 17. Mapes d'ús del sòl de l'àrea d'estudi dels anys 1868, 1956 i 2005. Font: Cervera et al. (2016), a partir de la cartografia cedida pel Banco de Datos de la Naturaleza, Diputació de Barcelona i CREAMF.

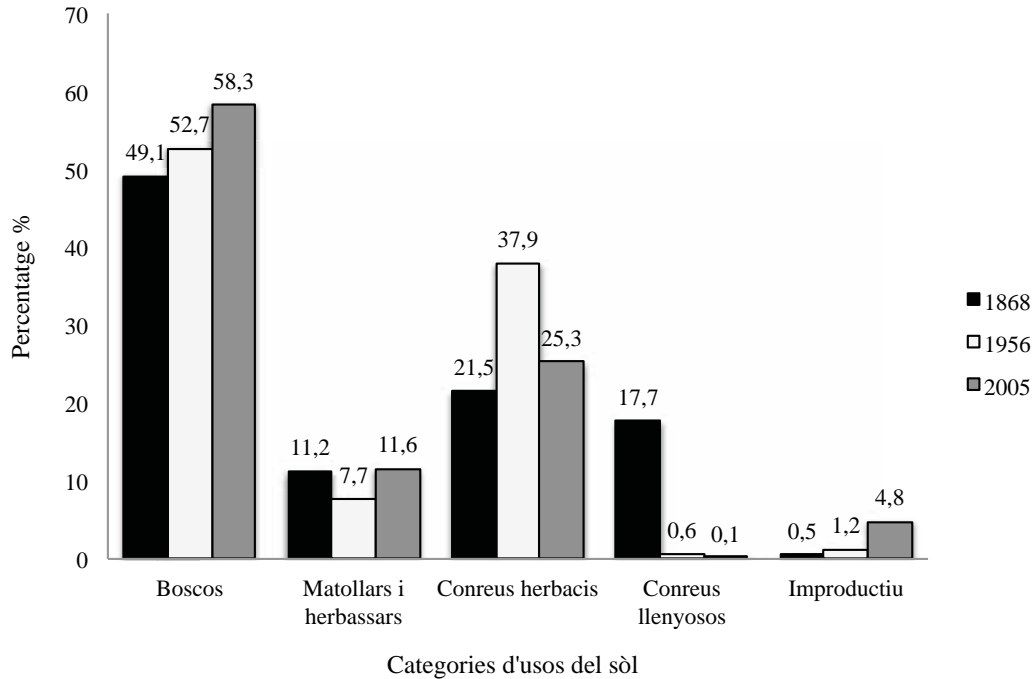


Figura 18. Usos del sòl de l'àrea d'estudi dels anys 1868, 1956 i 2005. Font: Cervera et al. (2016)

En el període 1868-1956 la matriu de canvis ^oproporciona la següent informació (Taula 3): el 55,3% dels boscos de 1956 ja ho eren el 1868, mentre la resta provenen principalment dels conreus, un 19,7% de conreus herbacis, i un 14,1% de conreus arboris, i un 10,9% de la recuperació de les zones no arbrades. El conreu arbori de 1956, destinat principalment a la vinya, ja només representava el 2% del total dels conreus (el 1868 representava el 45%), i provenia aleshores en un 21,5% de la superfície boscosa. El conreu herbaci de 1956, format bàsicament per cereals, provenia en un 45,6% dels boscos, i en un 25,3% dels conreus arboris. Finalment, les zones de matollar i herbàcies de 1956 provenien en un 30,2% dels boscos i en un 20,9% dels conreus herbacis.

Taula 3. Matriu de canvis d'usos del sòl de 1868 a 1956. Font: elaboració pròpia a partir de la combinació dels mapes d'ús del sòl.

		Any 1868							
		Boscos	Conreus herbacis	Conreus llenyosos	Hàbitats fluvials	Aigües continentals	Matollars i herbassars	Àrees urbanitzades	Total
Any 1956	Boscos	55.3	19.7	14.1	0.0	0.0	10.9	0.0	100.0
	Conreus herbacis	45.6	24.5	25.3	0.1	0.0	4.5	0.0	100.0
	Conreus llenyosos	21.5	8.2	70.3	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	Hàbitats fluvials	2.1	9.6	4.7	79.5	3.6	0.4	0.0	100.0
	Aigües continentals	0.0	0.0	4.9	16.0	79.1	0.0	0.0	100.0
	Matollars i herbassars	30.2	20.9	0.3	0.0	0.0	48.6	0.0	100.0
	Xarxa viària principal	29.9	31.7	26.9	3.2	0.7	7.5	0.1	100.0
	Àrees urbanitzades	12.5	15.8	58.0	3.4	1.8	2.5	6.0	100.0

En el període 1956-2005 la matriu de canvis ens dona els següents valors (Taula 4): el 68,1% dels boscos de 2005 ja ho eren el 1956, la resta provenen majoritàriament dels conreus, en un 22,8%. El conreu herbaci del 2005 prové en un 28,4% de la superfície arbrada. El poc conreu llenyós subsistent prové del conreu herbaci i del bosc, i les zones de matollar i herbàcies de 2005 provenen en un 45,6% dels boscos, i en un 35,3% dels conreus herbacis.

Taula 4. Matriu de canvis d'usos del sòl de 1956 a 2005. Font: elaboració pròpia a partir de la combinació dels mapes d'ús del sòl.

		Any 1965								
		Boscos	Conreus herbacis	Conreus llenyosos	Hàbitats fluvials	Aigües continentals	Matollars i herbassars	Xarxa viària principal	Àrees urbanitzades	Total
Any 2005	Boscos	68.1	22.8	0.2	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	100.0
	Conreus herbacis	28.4	68.8	1.0	0.1	0.0	1.4	0.1	0.2	100.0
	Conreus llenyosos	18.0	69.8	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
	Hàbitats fluvials	15.1	48.7	0.7	23.9	4.4	1.2	0.2	5.8	100.0
	Aigües continentals	25.2	20.4	0.0	12.0	19.1	18.6	1.4	3.3	100.0
	Matollars i herbassars	45.6	35.3	1.3	0.1	0.0	17.4	0.1	0.2	100.0
	Xarxa viària principal	14.5	64.4	2.9	1.8	1.1	4.6	6.8	3.8	100.0
	Àrees urbanitzades	4.8	74.2	1.1	0.7	0.1	0.7	0.5	17.9	100.0

Aquests resultats no ens permeten aprofundir en les dinàmiques més localitzades, que podem copsar millor observant els mapes d'usos del sòl de la Figura 17: i) la pèrdua progressiva durant 137 anys dels espais oberts i del mosaic típic del paisatge agroforestal de muntanya, herbàcies-bosc, a l'Alt Berguedà; ii) l'augment important dels conreus des del 1868 fins el 1956 a la resta del territori, i la posterior recuperació del bosc a les zones més muntanyoses; i iii) la creació d'espais oberts a les zones afectades pels grans incendis forestals de finals de segle XX, algunes posteriorment recobertes per matollars, altres transformades a conreus, i la resta en procés de regeneració boscosa natural.

Les zones de major latitud i altitud, que conformen l'Alt Berguedà, representen el 21% del territori d'estudi. La superfície que ocupava el bosc al segle XIX era del 37,1%, passant al 55,9% a mitjans segle XX, i recentment al 80,7% en detriment de la superfície dedicada als conreus herbacis i als matollars i herbassars. Des del 1868 fins el 2005 els canvis són força significatius: els conreus passen del 23,9% al 3,7%, i la superfície forestal no arbrada del 38,6% al 12,9% (Figura 19).

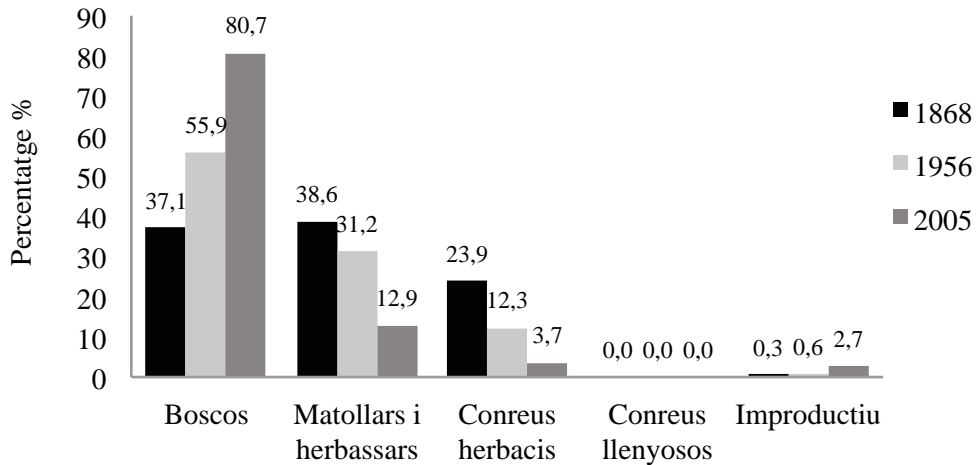


Figura 19. Evolució dels usos del sòl a l'Alt Berguedà (Unitat de Paisatge Capçaleres del Llobregat) el 1868,1956 i 2005. Font: elaboració pròpia a partir de la combinació dels Mapes d'ús del sòl i les Unitats del paisatge.

En la zona de menor latitud entre les ciutats de Berga i Navàs, que representa també el 21% del territori, el procés és invers. La superfície de bosc es redueix del 70,1% al 50,9% en 137 anys, mentre els conreus de cereal es dupliquen. Els matollars també augmentaran, passant del 2,4% al 8,4% (Figura 20).

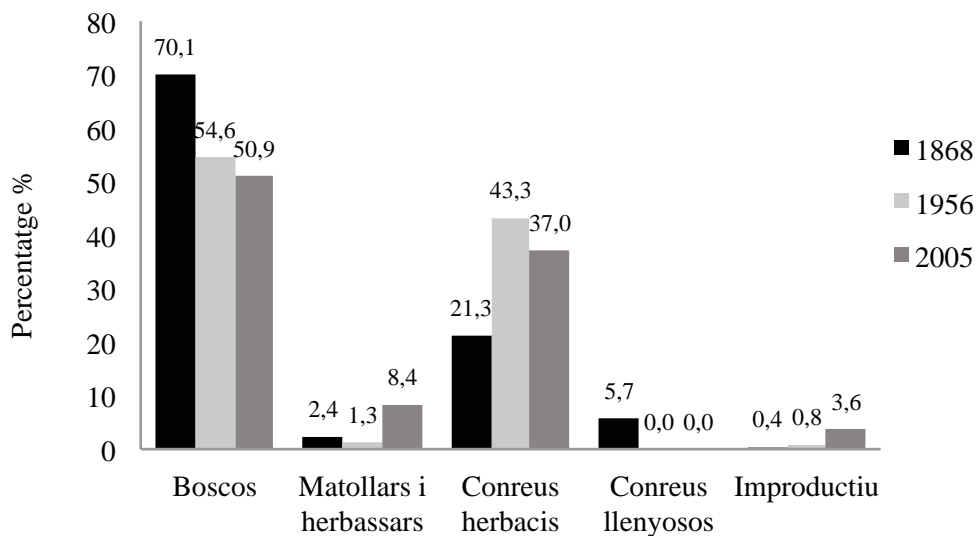


Figura 20. Evolució dels usos del sòl al Baix Berguedà (Unitat de Paisatge Replans del Berguedà) el 1868,1956 i 2005. Font: elaboració pròpia a partir de la combinació dels Mapes d'ús del sòl i les Unitats del paisatge.

Finalment, per la resta del territori dels antics Partits Judicials de Berga i Manresa el paisatge segueix una evolució molt semblant al de Catalunya (Figura 21), recuperant de forma progressiva la superfície arbrada. Els conreus avancen en les àrees més

productives i els matollars gairebé tripliquen la seva superfície coincidint amb les zones amb incendis forestals recurrents.

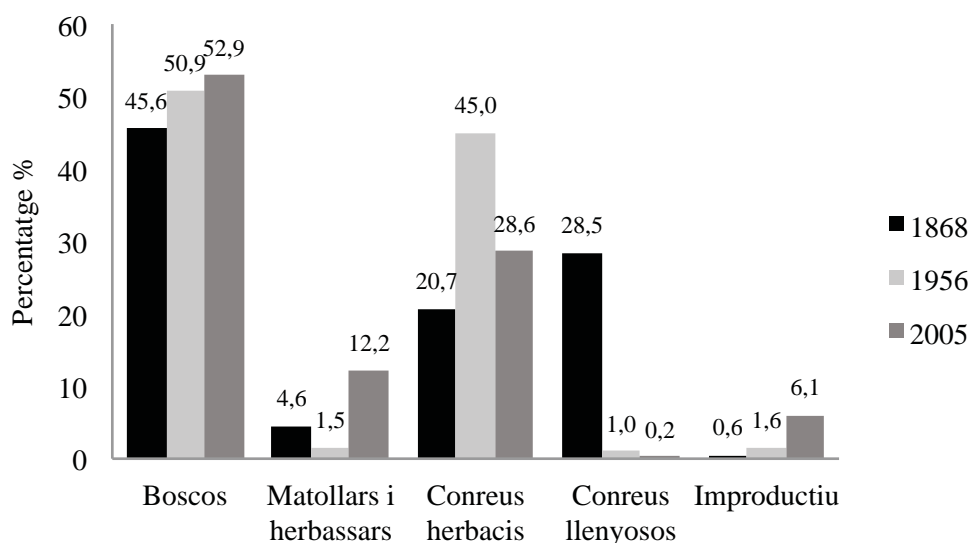


Figura 21. Evolució dels usos del sòl a la resta d'Unitats de Paisatge de l'àrea d'estudi el 1868, 1956 i 2005. Font: elaboració pròpia a partir de la combinació dels Mapes d'ús del sòl i les Unitats del paisatge.

6.1.2.- Dinàmiques d'ús del sòl (1868-1956 i 1956-2005)

Com ja s'ha comentat, la TF a Catalunya presenta un punt d'inflexió que podria situar-se entre els anys trenta i seixanta del segle XX. Tanmateix la recuperació de la superfície forestal, o la pèrdua de la mateixa, haurien de mostrar dinàmiques diferenciades entre els períodes de 1868 a 1956, i de 1956 a 2005, coincidint amb un procés de canvi general en l'evolució de la coberta forestal. Per aquesta anàlisi és molt important poder diferenciar tres processos: i) aquell que indica la presència de bosc mantingut en el temps, ii) el que mesura la seva recuperació i; iii) el que en mostra la seva pèrdua. També és cabdal identificar els principals factors que intervenen en aquests processos.

A les Figures 22 i 23 podem observar com pel període de 1868 a 1956 la superfície que es manté com a bosc únicament representa el 29,2% de l'àrea (MB). El 23,6% està afectat per processos de reforestació (PR), i el 19,7% per processos de desforestació (PD). En el període de 1956 a 2005 els resultats són del 39,8%, 18,3% i 12,5% respectivament. El guany net de superfície arbrada durant el període 1868-1956 és del 4%, mentre que en el segon període ha estat del 5,8%. Tot i que no podem explicar amb tota certesa el que realment passà entre el 1868 i el 1956, sí podem

estimar que la superfície arbòria al llarg dels darrers segles només s'ha pogut mantenir constant en un 30% de l'àrea d'estudi. Tant si això s'ha degut en algunes zones a la manca d'una coberta boscosa amb prou recobriment, o en altres a un canvi en l'ús del sòl, es tracta d'un fet molt important que cal tenir en compte alhora d'analitzar l'estat actual dels boscos.

A causa dels impactes a llarg termini del maneig silvícola i els canvis en els usos del sòl, a la majoria de països europeus hi predominen boscos joves i llargament intervinguts. S'estima que només un 5% de la superfície forestal total d'Europa està ocupada per boscos amb un nivell baix d'intervenció antròpica, valor que baixa fins el 2% a la conca mediterrània (FAO, 2013).

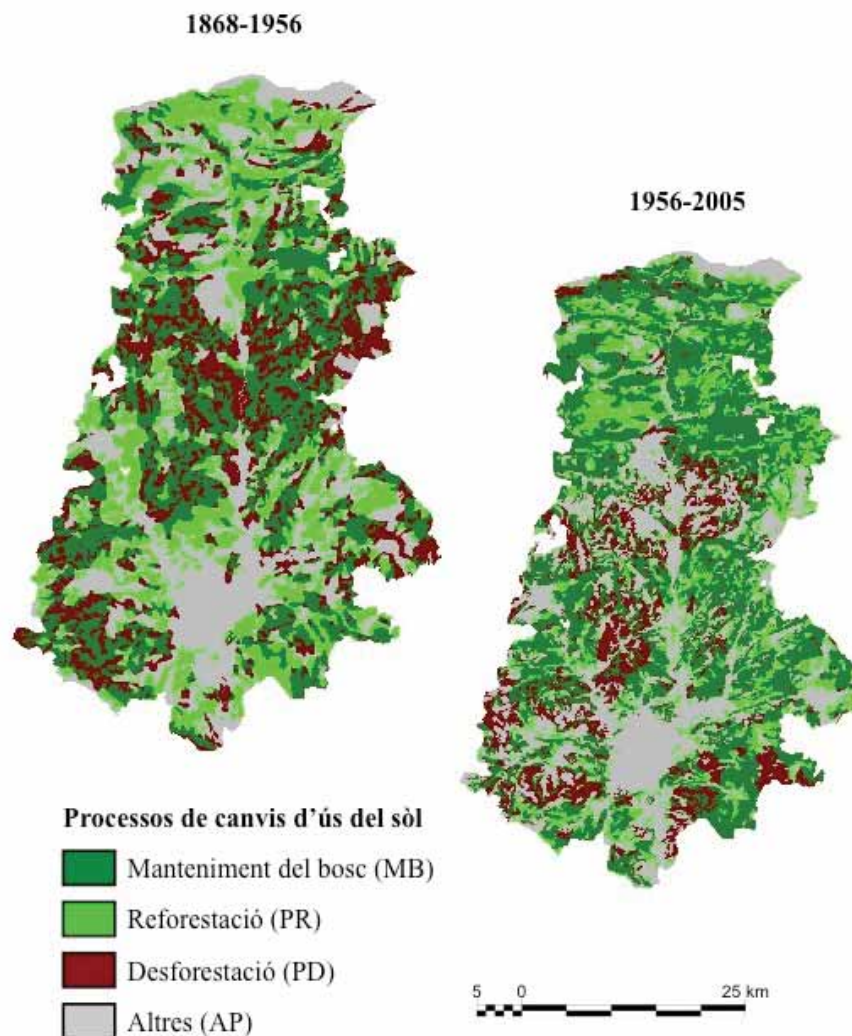


Figura 22. Mapes de canvis d'ús del sòl forestal (MCUSF) a l'àrea d'estudi de 1868 a 1956 (esquerra) i de 1956 a 2005 (dreta). Font: Cervera et al. (2016).

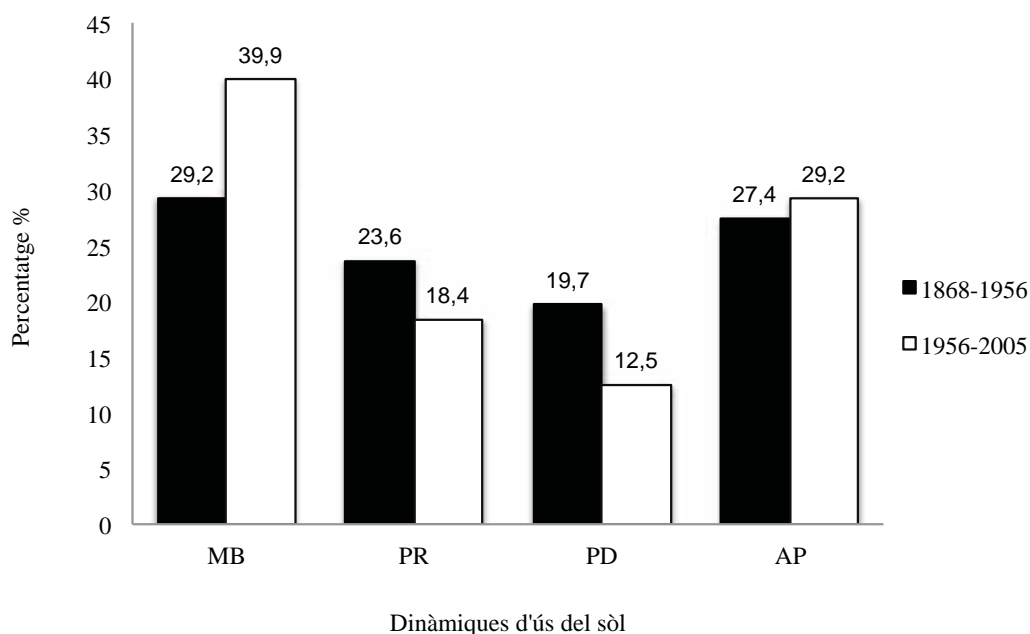


Figura 23. Distribució dels processos de canvi d'ús del sòl pels períodes de 1868-1956 i 1956-2005. MB: manteniment del bosc; PR: processos de reforestació; PD: processos de desforestació; AP: altres processos. Font: Cervera et al. (2016).

6.2.- Factors ambientals i socioeconòmics de la Transició Forestal

6.2.1.- Productivitat i despoblament rural

Les forces conductores dels processos de reforestació en l'àrea d'estudi lligades a causes econòmiques com l'accessibilitat i la productivitat dels boscos, seran diferents segons el període d'anàlisi. Durant el període de 1868 a 1956 la recuperació del bosc està significativament associada a la pendent, a la distància als pobles i a la distància a les ciutats (Berga i Manresa). El pendent i la distància a les ciutats són factors que estan associats positivament mentre la distància als pobles ho fa negativament. En canvi, durant el període de 1956 a 2005, la reforestació està significativament associada a la pendent, l'altitud i la radiació anual, la primera de forma negativa i els dos següents de forma positiva (Figura 24).

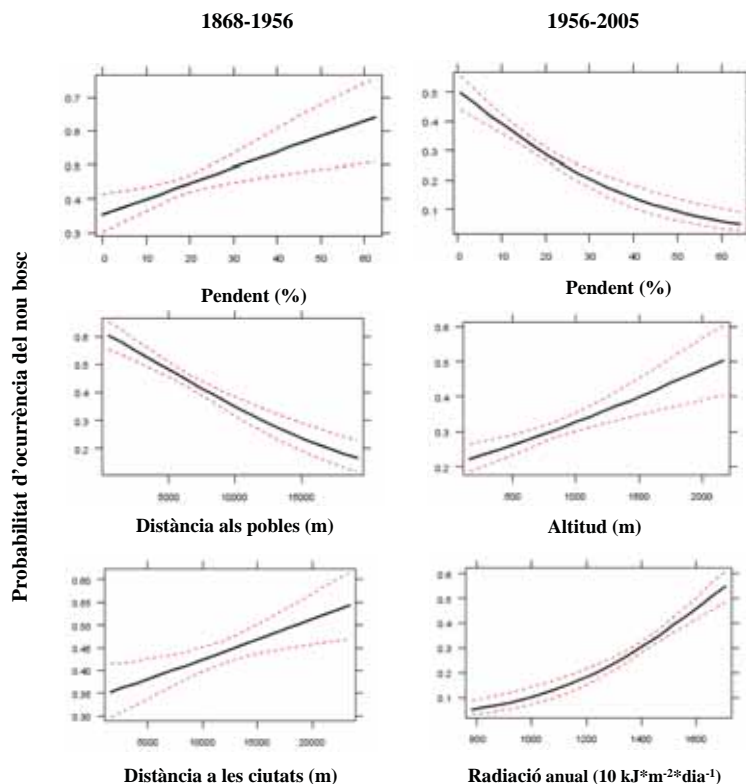


Figura 24. Variables ambientals i socioeconòmiques de major impacte sobre el procés de reforestació en el període 1868-1956, a la columna de l'esquerra, i en el període 1956-2005, a la columna de la dreta (eix-x, correlació ambiental significativa; eix-y, probabilitat d'ocurrència del nou bosc a partir del model binomial realitzat). Font: Cervera et al., (2016).

Per tant, aquestes dades demostren que hi ha hagut un canvi en els patrons de recuperació del bosc a través del temps. Històricament, des de 1868 fins fa uns 60 anys, el bosc va recuperar el seu espai en els llocs amb més pendent, menys accessibles i poc productius, menys distants als pobles i per tant més rurals, i més allunyats de les ciutats i dels consumidors potencials (Marcantonio et al., 2013). Per contra, els nous boscos més recents de 1956 a 2005 han crescut a zones de menys pendent i més altitud, i en aquelles àrees que reben una major radiació anual respecte els boscos preexistents. Com ja s'ha mencionat al llarg de l'estudi, el despoblament rural que s'inicia a mitjans de segle XX esdevé més important al llarg del darrer mig segle, quan s'abandonen els conreus i pastures més productives, mentre que en l'etapa anterior s'havien abandonat terrenys econòmicament més marginals.

Analitzant el cens demogràfic de l'IDESCAT, i l'altitud dels municipis que conformen l'àrea d'estudi, es comprova que a partir de mitjans del segle XIX l'altitud mitjana dels pobles amb una clara disminució de la població és de 514 metres al PJ del Bages (enfront dels 322 metres en els municipis amb creixement poblacional), i de 958 metres al PJ de Berga (enfront dels 655 metres, on es produeix un creixement). Des dels anys de 1950 en endavant la població va tendir a concentrar-se en les principals ciutats i pobles mitjans, que en general es van mantenir en creixement degut a una major activitat industrial a les terres baixes, al voltant de la ciutat de Manresa, mentre que va disminuir en els petits pobles de muntanya, més dependents de l'explotació dels recursos naturals. La industrialització de l'agricultura es concentrà en els sòls més planers, fàcils de mecanitzar i irrigar, mentre les zones de major pendent van esdevenir aviat econòmicament marginals, despoblades i abandonades.

L'abandonament rural explica en gran part l'origen d'aquesta TF que ha comportat un profund impacte socioecològic. Després de gairebé dos segles d'una creixent pressió humana sobre els boscos, l'accelerat procés de reforestació, primer a les zones de més pendent i després a les més productives, comportarà la continuïtat creixent de la coberta de les forests, l'homogeneïtzació del paisatge, i l'increment de la biomassa viva i morta acumulada, que han originat un canvi en el règim dels incendis forestals (Lloret et al., 2002; Marlon et al., 2008; Loepfe et al., 2010, 2011; Marull et al., 2010, 2014, 2015a, 2016a; Pausas & Fernández-Muñoz, 2012; Nunes, 2012; Fernandes et al., 2014;; Tello et al., 2014; Otero et al., 2015).

6.2.2.- El retrocés de les pastures i la fi de la transhumància

La pèrdua de competitivitat de la ramaderia extensiva, principal vincle entre els recursos agrícoles i forestals en el passat (Eichorn et al., 2006; Papanastasis et al., 2009), vers la cria intensiva de bestiar boví i oví, és un clar exemple de les causes del despoblament rural i, en conseqüència, de la recuperació del bosc. Això és particularment cert a l'Alt Berguedà. Un estudi recent sobre el paisatge en el Pirineu català demostra que de 1956 a 2006 el límit del bosc ha avançat en algunes zones fins a quaranta metres en detriment de les pastures, homogeneïtzant el paisatge d'alta muntanya (Ameztegui et al., 2010 i 2015).

Segons un estudi de Llorenç Ferrer (1987), durant el segle XIX i principis del segle XX, l'àrea més meridional d'aquesta zona d'estudi, la part baixa i el centre del Bages, era coberta majoritàriament pel conreu de la vinya. Durant aquest temps la vinya exclouïa tota possibilitat de pastura lliure, i no hi havia pastures comunals en aquestes zones. A l'Alt Bages i el Baix Berguedà les ovelles i cabres eren més nombroses al segle XIX, amb predomini de masos i poca explotació rabassaire de vinyes. Des del 1718 fins el 1860 el nombre de caps de bestiar no presenta canvis importants, però es produeix un canvi en el model de pastura. A partir d'aquesta data, les cabres es redueixen i s'incrementen les ovelles, mentre als ramats de tir són cada cop més importants els ases, cavalls i muls en detriment dels bous (les mules tenien la doble funció de llaurar i transportar). Aquesta evolució de la ramaderia va fer canviar el model d'adob dels conreus, incrementant-se els d'origen vegetal (brossa i sarments enterrats, o cremats com a formiguers). A l'Alt Berguedà, les pastures eren força importants al segle XIX. Les condicions ambientals de la pastura d'alta muntanya són molt diferents, i la propietat pública o la comunitat de veïns eren institucions clau alhora de potenciar-ne l'activitat i de mantenir la transhumància. Aquesta zona és la que presenta major nombre de bestiar boví, que a partir dels anys trenta del segle XX ja no estarà format principalment pels bous de treball sinó per ramats de carn. Per altra banda, seguint el model transhumant tradicional, el ramat oví roman a la plana durant l'hivern i aprofitava les pastures d'estivada als municipis de l'Alt Berguedà, seguint el cicle agroclimàtic de disponibilitat de pastures a diferents altituds (Vilà Valentí, 1958, 2010).

La transhumància no era l'únic desplaçament estacional d'animals en el territori seguint el cicle de pastures que es complementen per alimentar el bestiar al llarg de l'any, també hi havia transtermitància dins un mateix terme municipal o moviments de menor abast entre municipis propers. La gran transhumància entre plana i muntanya té el seu origen en els grans monestirs catalans interessats en la producció de llana a partir del segle XII, i rebé un fort impuls a partir del segle XVI degut a l'augment de la producció de llana i carn (Vilà, 1949, Riu 1962). Des de finals del segle XVIII patí una davallada progressiva, però es mantingué viva fins a la gran transformació agroramadera lligada a la «Revolució Verda». El nombre d'ovelles transhumants a Catalunya segons el cens ramader de 1865 (web del INE) estava al voltant dels 120.000 caps, l'11% del total d'ovelles. A principis dels anys 1940 els

Pirineus encara rebien cada estiu unes 80.000 ovelles transhumants (Vilà Valentí, 1958), mentre que a dia d'avui només queden 30 ramats transhumants a tot Catalunya (Fundació del Món Rural, 2012), la meitat d'ovelles que a mitjans de segle XX. El canvi de model ramader ha contribuït a esvair els antics paisatges en mosaic. A la vegada, els intents de mantenir una activitat summament eficient en termes agroecològics i de serveis ecosistèmics han topat amb la consegüent reducció de les pastures d'hivern per l'increment de terres conreades de forma intensiva a les planes, i amb l'excés d'infraestructures i espais construïts que s'interposen en el trajecte dels vells camins ramaders.

Com podem observar a la Figura 25, en el conjunt de la província de Barcelona els caps d'oví i boví són ara els majoritaris. Tanmateix el cens ramader de 1865 ens mostra que els caps d'oví representaven el 60% del total, mentre els caps de boví només suposaven un 7%. La caiguda de la cabana ramadera entre 1865 i 1916 mostra els efectes de l'expansió del cultiu en detriment de boscos i pastures. La recuperació i creixement del bestiar durant el primer terç del segle XX fou possible, en bona mida, mercès a l'ús creixent de fertilitzants industrials que, combinats amb els fems animals i altres fertilitzants orgànics, permeté intensificar el conreu als sòls de major qualitat i començar a retornar els més marginals a usos ramaders i forestals. En aquell període la proporció d'ovelles es va reduir per la minva de la transhumància, i va augmentar el boví pel creixent consum de llet i carn a les ciutats. Després de la guerra civil, i durant la primera autarquia franquista, hi hagué uns anys de col·lapse ramader que han quedat marcats a la memòria col·lectiva per la fam i la penúria. En la dècada dels anys 1950 els contingents ramaders es van recuperar i les ovelles baixaren en proporció fins el 33%. Els caps de boví per a llet i carn augmentaren de forma significativa entre el 1955 i 1960, representant al voltant del 40% del total dels caps de bestiar.

A partir de 1960, els canvis estructurals experimentats pel sector agrari es van combinar amb la transició nutricional cap a una dieta més carnívora (Cussó & Garrabou, 2007), canviant molt profundament la dimensió i composició de la cabana ramadera. D'una banda, els tractors eliminaren el bestiar de tir. Per l'altra, el bestiar boví de carn i de llet han augmentat espectacularment. Ambdós canvis coincideixen amb la introducció de la ramaderia intensiva criada en granges industrials, alimentada

en proporcions creixents amb pinsos importats. La difusió d'aquest nou model de ramaderia industrial s'accelerà amb l'ingrés d'Espanya a la Unió Europea, i passà a dependre'n estretament (Infante-Amate et al., 2015; Soto et al., 2016).

Als 68 municipis de la zona d'estudi, inclosos majoritàriament a les comarques del Bages i Berguedà, el model ramader de cria intensiva industrial esdevingué predominant durant els anys vuitanta del segle passat, quan el 1989 el nombre de caps de boví i oví s'incrementà novament mentre es reduïa el nombre d'explotacions un 39% de 1982 a 2009 (Figures 26 i 27). El Cens Agrari de Catalunya de 1989 enregistrava l'increment de la ramaderia bovina, constatant que des dels anys cinquanta s'havia produït una tendència a l'alça del sector càrnic respecte el lleter, i una reducció dels ramats criats de forma extensiva a les pastures de muntanya (Roigé et al., 1995). De 1999 a 2009 el nombre d'explotacions de boví s'incrementaren, però es reduí el nombre d'unitats ramaderes a l'igual que les unitats de bestiar oví, probablement degut a les regulacions de la Unió Europea per fer front als excessos d'oferta, i també per la dinàmica de l'abandonament rural.

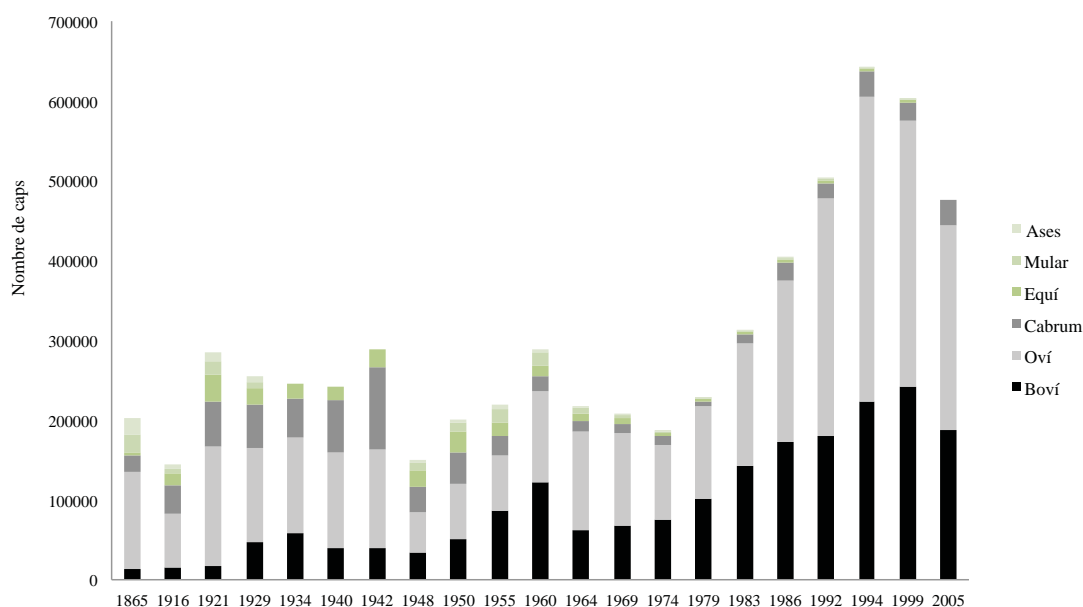


Figura 25. Distribució dels èquids i del bestiar boví, oví, cabrum a la província de Barcelona al llarg del període 1865-2005. Font: elaboració pròpia a partir del *Instituto Nacional de Estadística*.

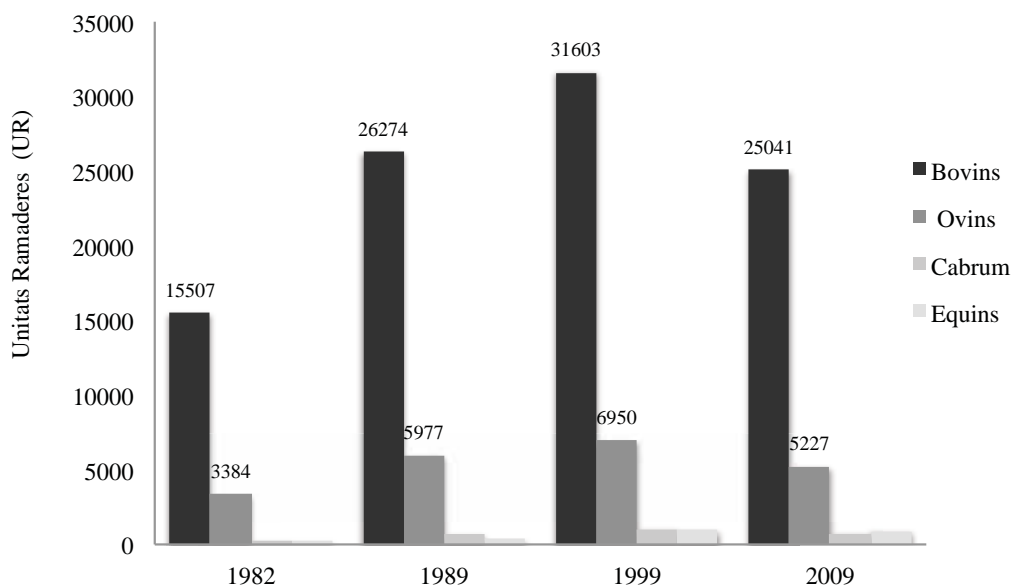


Figura 26. Distribució de les Unitats Ramaderes (UR) de bestiar boví, oví, cabrum i equí als 68 municipis de l'àrea d'estudi de finals de segle XX i principis del XXI. Font: elaboració pròpia a partir de l'IDESCAT.

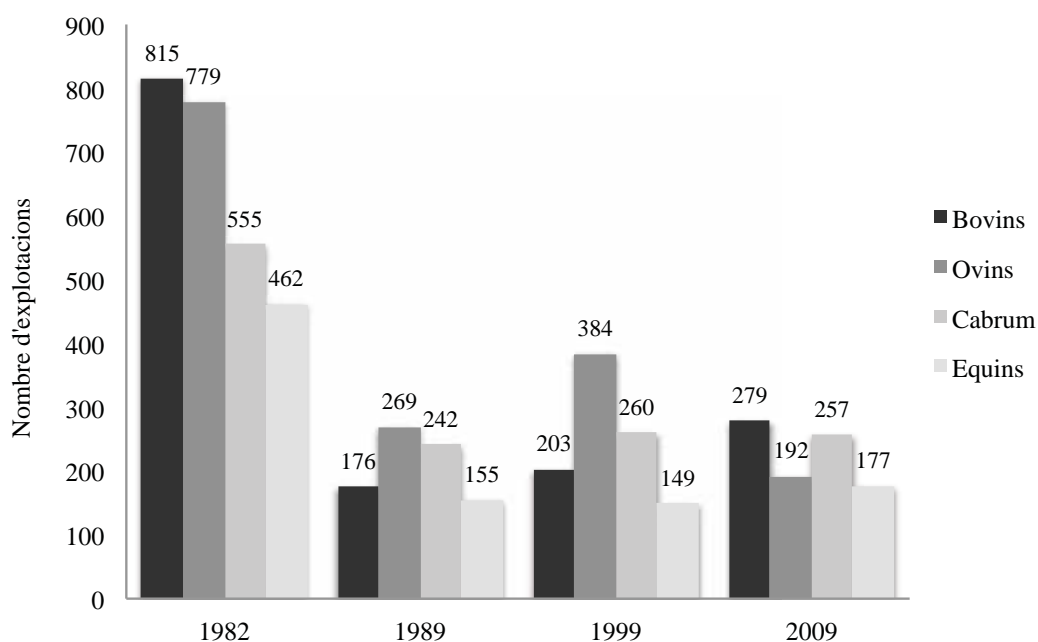


Figura 27. Distribució de les explotacions de bestiar boví, oví, cabrum i equí als 68 municipis de l'àrea d'estudi de finals de segle XX i principis del XIX. Font: elaboració pròpia a partir de l'IDESCAT.

Totes aquestes dades mostren que la Transició Forestal també pot ser entesa, en bona part, com una empremta territorial del canvi de model ramader i la substitució de la dieta Mediterrània per una ingesta creixent de carn, llet i derivats làctics.

6.3.- Impacte ambiental: estat del bosc i diversitat paisatgística

6.3.1.- Estat del bosc més recent

El 2005 el bosc havia aconseguit ocupar el 58% de la superfície. Les coníferes són les formacions que ocupen major territori, el 79% del total, mentre bona part de l'àrea d'estudi està ocupat per quercines (amb *Quercus ilex*, *Quercus faginea* i *Quercus pubescens*), amb un 17%. Si ho comparem amb les formacions de 1868, les quercines tenien llavors major presència i representaven el 31% (Figura 28). La desforestació impulsada per l'expansió dels conreus al llarg del temps ha afectat negativament l'evolució de les alzines i roures. L'increment de les coníferes dels boscos del segle XXI és causa d'una major ocupació del pi roig (*Pinus sylvestris*) i del pi blanc (*Pinus halepensis*), que compensen el descens del 43% de la pinassa (*Pinus nigra*). Amb el pas dels grans incendis forestals l'estratègia expansiva del pi blanc deixa amb feblesa la recuperació de la pinassa, adaptada a focs de menor intensitat (Retana et al., 2002). Un estudi recent demostra que després del gran incendis de la Catalunya Central de 1994 la pinassa es va reduir entre el 1993 i el 2009 en un 77% (<http://blog.creaf.cat>, consultat el 31/07/2014).

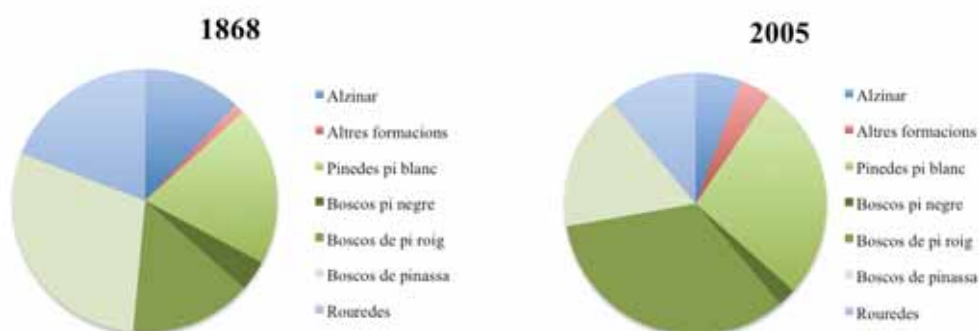


Figura 28. Recobriment des les coníferes i quercines de 1868 i 2005. Font: elaboració pròpia a partir dels mapes d'usos i cobertes del sòl.

Caldrà veure si a mitjà termini les rouredes passen a recuperar valors d'antuvi, tenint en compte la reducció de la gestió forestal, amb la dificultat de regeneració del pi roig i la pinassa en condicions d'ombra, i els efectes dels incendis recurrents que permeten un primer desenvolupament de les espècies rebrotadores (Vayreda et al., 2016).

Tenint en compte que la distribució d'edats i les mides dels arbres poden ser una bona aproximació per determinar els aspectes funcionals característics dels boscos madurs (Spies & Franklin, 1988; Franklin & Spies, 1991; Marcot et al., 1991; Wells et al., 1998; Braudmandl & Holy, 2000), quan analitzem l'estructura més recent dels boscos del Bages i el Berguedà, hem de concloure que aquests presenten un grau de maduresa baix.

L'edat mitjana que s'obté de les parcel·les d'inventari és de 48 anys (+/- 18,2 anys), tant a les zones on el bosc s'ha mantingut més temps inalterat com en les zones on el bosc s'ha recuperat més tard per l'abandonament dels conreus i pastures, tant en el període de 1868 a 1956 com en el més recent fins a 2005. Les zones que eren bosc el 1956 tenien una edat mitjana de 49 anys (+/- 20 anys), exactament la mateixa edat dels arbres que es mantenen com a bosc de 1956 a 2005, i una mica inferior que al bosc regenerat en la segona etapa on l'edat mitjana era de 42 anys (+/- 13 anys). D'altra banda, el percentatge de parcel·les amb arbres majors de 130 anys és inferior a l'1%, bàsicament en zones cobertes de pi roig, mentre que pel conjunt de les espècies només a un 5,6% de les parcel·les les masses boscoses provenen del segle XIX.

Un aspecte important a tenir en compte, és que al voltant del 50% de les parcel·les observades presenten arbres que s'han regenerat entre els anys 1940 i 1960, fet que concorda amb la nostra hipòtesi que el punt d'inflexió de la TF es va produir entre els anys trenta i seixanta del segle XX. En aquesta àrea d'estudi més aviat podem establir com a pauta dominant els anys 1940, si tenim en compte el valor més significatiu de regeneració del bosc (Figura 29).

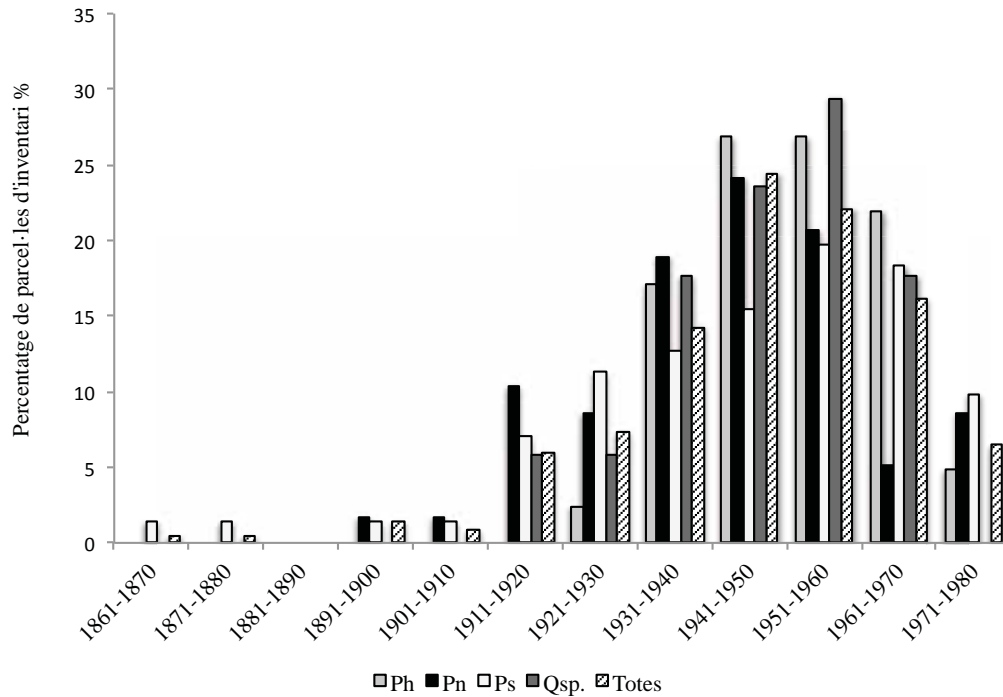


Figura 29. Distribució de les parcel·les d'inventari per espècie i període de regeneració. Font: Cervera et al. (2016).

Quant a les mides dels troncs dels arbres, podem observar com el grup de classes diametralment inferiors (CD 10-15 cm) representen el 58% del total de les parcel·les mostrejades, el grup de classes mitjanes (CD 20-30 cm) el 41%, mentre que les parcel·les amb arbres de mides majors (CD 35-40 cm) no superen l'1% del total. Com era d'esperar, les densitats més elevades de peus per unitat de superfície es concentren a les parcel·les d'arbres més joves (Figura 30).

Podríem dir que els trets estructurals quan a composició, edats i densitats dels arbres conserva la memòria de les vicissituds històriques dels canvis d'usos i cobertes del sòl del territori, i les perturbacions experimentades per aquests boscos.

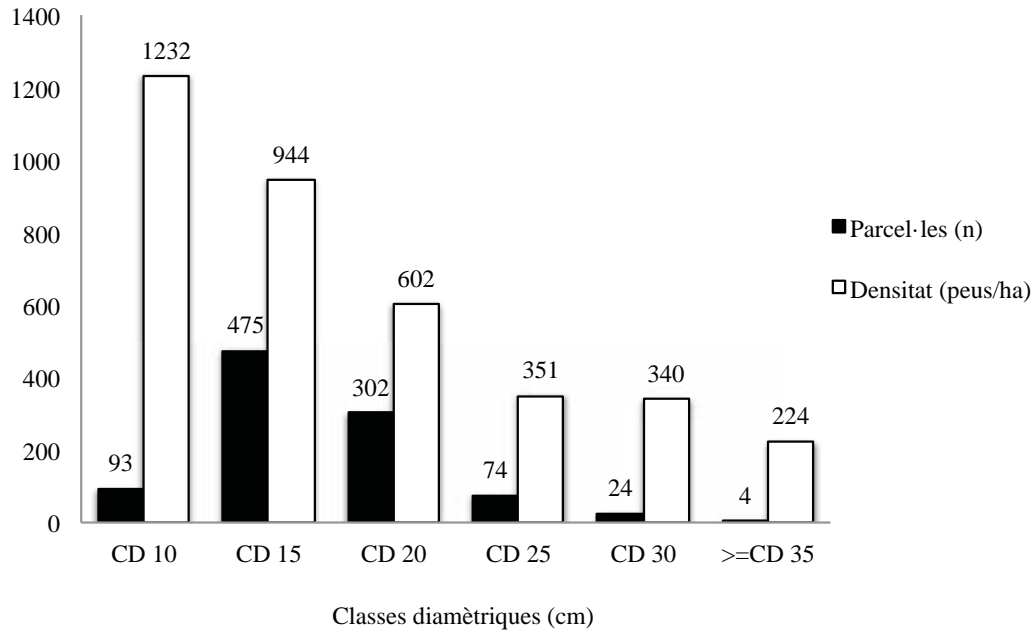


Figura 30. Distribució de les parcel·les d'inventari per classes diamètriques i densitat arbòria del bosc de 2005. Font: Cervera et al. (2016).

Els canvis en l'ús del sòl dels segles XIX i XX, i les grans perturbacions naturals de finals del segle XX, no són les úniques forces motrius relacionades amb l'estat actual del bosc. També és probable que l'especialització del mercat de fusta català, concentrat en la producció de fusta de trituració, pals i serra per embalatge, hagi condicionat l'evolució dels boscos i la poca maduresa assolida, a la vegada condicionada per la qualitat d'estació i el risc d'incendi forestal que en dificulten la valorització comercial. Actualment només el 12% de la fusta en roll s'utilitza per a la producció de fusta estructural i de construcció, que requereix diàmetres de majors dimensions (web del DARP).

Tot i que aquests factors estructurals són força significatius, edat i diàmetre no són suficients per identificar els boscos madurs (Barnes, 1989), atès que la maduresa està condicionada per la productivitat del lloc (Day u Carter, 1990; Carleton & Gordon, 1992), amb la informació existent tot sembla indicar que l'existència de boscos vells és molt minoritària a l'àrea d'estudi. Si ens fixem en la informació complementària obtinguda sobre la continuïtat de la coberta arbòria, el nostre estudi històric mostra clarament que aquesta continuïtat s'ha trencat com a mínim en una o dues ocasions a una part considerable del territori.

L'estat del bosc del Bages i el Berguedà revela una tendència semblant a la dels nous boscos de tota Catalunya i la Mediterrània, força homogenis en termes de composició i diversitat d'espècies (Boada, 2003), que presenten una baixa resiliència a las pertorbacions naturals i antropogèniques com els incendis, nevades i bufaruts, força preocupant davant els efectes del canvi climàtic en curs (Sheffer, 2012; Salvati & Ferrara, 2013; Salvati et al., 2013). Si l'afectació dels incendis és recurrent es posa en perill la pròpia permanència dels boscos (Eugenio et al., 2004, Díaz Delgado et al., 2002). Fins i tot si aquestes pertorbacions originen espais oberts i restauren una certa diversitat del paisatge, l'oportunitat de millora es perd sense una adequada gestió forestal del territori (Lloret et al., 2002). Tots aquests trets deixen palès que la TF ha comportat efectes secundaris ecològics degradants, i el repte és superar el pobre estat ecològic actual de les forest, amb pràctiques silvícoles, agrícoles i ramaderes sostenibles (Honnay et al., 2004, Parrotta et al., 2006, Jackson & Hobbs, 2009, Rey Benayas et al., 2005, 2008, 2009, Cuesta et al., 2010).

6.3.2.- Diversitat paisatgística

A partir de l'anàlisi dels canvis en els usos del sòl entre 1868, 1956 i 2005 (Figura 18) a l'àrea d'estudi del Bages i el Berguedà, on els boscos ocupen la major part de la coberta del territori, seguida dels conreus, els matollars i herbassars, i les zones biològicament improductives, podem valorar a través de les mètriques de l'ecologia del paisatge un altra informació ambiental molt lligada a la canviant composició espacial de cada un d'aquests fragments i la seva relació entre ells: la capacitat del territori per acollir i mantenir biodiversitat. La hipòtesi de partida és que certs nivells de pertorbació temporal i espacialment variables en la dinàmica dels ecosistemes poden afavorir la biodiversitat (Benton et al., 2003); però que, a la vegada, una excessiva fragmentació o freqüentació, i la imposició de barreres que impedeixin la connectivitat ecològica entre aquests diferents fragments del paisatge també esdevenen amenaces molt directes que poden reduir les poblacions de la riquesa d'espècies fins el punt d'amenaçar-les d'extinció i minvar la biodiversitat (Guirado et al., 2006).

Respecte les característiques morfològiques del paisatge podem observar, a la Taula 5, com la densitat dels fragments (*PD*) pren un valor significativament elevat al mapa

d'usos i cobertes del 2005 si ho comparem amb els de 1956 i 1868. Tot el contrari, pel que fa a la mida dels fragments o tipus d'ús del sòl de major superfície (*LPI*), amb un valor molt més elevat al mapa de 1868 respecte els anys més recents. L'amplitud i contrast dels ecotons de transició que es generen entre cobertes diferents del sòl (*ED*), és major al mapa de 2005 que al de 1956, i en aquest respecte el de 1868.

L'índex de la diversitat del paisatge, tenint en compte el nombre de cobertes diferents i la seva distribució a l'espai (*H'*), es manté constant al llarg del període al conjunt de l'àrea d'estudi (per bé que aquest resultat amaga variacions de signe oposat a l'interior d'unitats de paisatge menors que es contraresten estadísticament). El nombre total de cobertes diferents (*LCR*) pren un valor més alt al mapa de 2005 que en els anteriors, però aquest resultat està molt condicionat per la diferent resolució de les tres fonts cartogràfiques.

Pel que fa a la connectivitat ecològica entre cobertes del sòl diferents, tenint en compte el grau d'aïllament o la interposició de barreres entre elles (*ECI*), tant el mapa de 1868 com el de 1956 presenten valors majors que el 2005. En canvi, la mida de gra de la malla que conformen les diferents cobertes del sòl (*EMS*) es redueix substancialment, amb uns valors que es poden interpretar com la inversa del grau de fragmentació del paisatge. Per tant, la fragmentació era força inferior al mapa de 1868, i ha augmentat en els dos posteriors.

Taula 5. Valor mitjà dels índex del paisatge a l'àrea d'estudi: Font: elaboració pròpia a partir de l'estudi d'en Joan Marull i Francesc Coll de l'IERMB (2016) per encàrrec del projecte SFS.

Índex paisatgístics	1868 (A)	1956 (B)	2005 (C)
<i>Land Cover Richness (LCR)</i>	3,76	4,12	5,19 AB
<i>Shannon Index (H')</i>	0,44	0,41	0,41
<i>Effective Mesh Size (MES) (km²)</i>	584,56 BC	55,37 C	35,66
<i>Ecological Connectivity Index (ECI)</i>	9,13 C	9,04	8,67
<i>Edge Density (ED) (km)</i>	3,32	6,12 A	17,62 AB
<i>Patch Density (PD) (n)</i>	9,2	21,84	236,53 AB
<i>Largest Patch Index (LPI) (ha)</i>	1.336,25 BC	1.113,68	1.116,52

Nota: Els resultats estan basats en proves bilaterals que assumeixen variàncies amb un nivell de significació de 0.05.

Cal tenir molt present l'existència de dinàmiques de canvi d'usos i cobertes del sòl diferents, o fins i tot contràries segons les zones i períodes, a l'hora d'entendre el valors mitjans adoptats per les set mètriques del paisatge al conjunt de l'àrea d'estudi.

El manteniment dels valors d'equi-diversitat de cobertes expressats pels valors de l'Índex de Sahnnon (H') obtinguts a aquesta escala tan àmplia està amagant l'existència de moviments de signe contrari experimentats al Nord, centre i Sud d'aquest territori situat a l'eix del riu Llobregat.

L'augment del riquesa de cobertes (LCR) també pot ser degut, a aquesta escala, a la major resolució de la cartografia, i potser també a l'augment experimentat de 1956 a 2005 per les superfícies biològicament improductives dedicades a usos urbans o infraestructures. La reducció mostrada per la mida de gra de la malla (EMS), i els augments de la densitat de polígons (PD) i la densitat de vores i ecotons (ED), poden estar captant un augment real de la fragmentació, però també es poden veure afectats pel grau desigual de precisió en el traçat dels mapes. El mateix podria passar amb la reducció de la mida de les tesselles més grans (LPI) entre 1868 i 1956. La reducció de la connectivitat ecològica (ECI), particularment de 1956 a 2005, sembla congruent amb un augment efectiu de la fragmentació combinada amb la interposició de barreres degut a l'augment de les àrees urbanes, industrials i d'infraestructures. Però les mitjanes d'una unitat grans també poden estar amagant dinàmiques més acusades a determinades àrees.

Per poder copsar les diverses dinàmiques interiors, i arribar a una diagnosi més acurada, hem d'analitzar les dades obtingudes a cada una de les 91 cel·les de 5 x 5 km en els tres moments històrics pels que disposem de fonts cartogràfiques (Figures 31, 32 i 33). Això ens permet comprovar que, si bé les mitjanes de l'Índex de Sahnnon (H') a tota l'àrea d'estudi no mostren cap variació (Taula 5), els valors per a cada cel·la canvien significativament. El 1868 apareixen valors superiors a 0,5, o fins i tot 0,7, al llarg de tot el gradient altitudinal i en zones tant de plana com de major pendent a la muntanya (Figura 31). Això expressa un clar predomini de paisatges en mosaic, que eren de caràcter agroforestal al Bages i silvo-pastoral al Berguedà (Figura 17). Aquests resultats són congruents amb la distribució de valors de riquesa de cobertes (LCR), que per 1868 mostren nivells diferents i de tant en tant força elevats distribuïts una mica a tot arreu (Figura 31). Les dues mètriques anteriors també concorden amb el predomini d'una elevada mida de gra de la malla de cobertes del sòl (EMS), que indica una alta probabilitat que dos punts triats a l'atzar estiguessin connectats i, en conseqüència, amb l'existència d'una baixa fragmentació (tot i que

hem de recordar que els resultats poden estar esbiaixats en aquest aspecte per la menor resolució del mapa de 1868). Finalment, els elevats Índexs de Connectivitat Ecològica (*ECI*), i la seva distribució espacial, corroboren la diagnosi que el 1868 predominaven paisatges en mosaic força ben connectats ecològicament. De fet, els únics valors baixos de connectivitat apareixen als Pirineus i estan clarament relacionats amb l'orografia (Figura 31).

El 1956 els valors d'equi-diversitat de cobertes del sòl mesurats amb l'Índex de Shannon (*H'*) eren menors que el 1868, i la seva distribució espacial havia canviat al llarg del gradient altitudinal del riu Llobregat. A les planes del Bages predominaven valors mitjans o baixos, mentre que els únics valors superiors a 0,5 s'havien concentrat a l'Alt Berguedà, on el mosaic silvo-pastoral encara era ben present (Figura 32). La diversitat de cobertes (*LCR*) mostra una certa disminució entre 1868 i 1956, i els pocs valors alts tendeixen a concentrar-se al trams mitjans del riu i a la plana del Bages. El menors índex de mida de malla (*EMS*) a les planes meridionals del Bages denotarien una major fragmentació en aquesta zona, mentre la probabilitat d'interconnexió entre punts presos a l'atzar s'hauria mantingut elevada a l'Alt Berguedà i en algunes zones de latitud mitjana (tot i les reserves abans expressades per la diferent resolució de la cartografia). L'Índex de Connectivitat Ecològica (*ICE*) es mantien encara força elevats, excepte als voltants de la ciutat industrial de Manresa al bell mig de la Plana del Bages (Figura 32).

Contràriament a la presència d'alts Índex de Shannon una mica a tot arreu el 1868, i concentrats només al Pirineu el 1956, el 2005 els únics valors una mica més elevats que la resta estaven a les restes de mosaic agroforestal romanent a la plana del Bages o al tram mitjà del riu Llobregat. De fet, aquesta diversitat de cobertes podria estar relacionada amb el gran impacte dels incendis forestals soferts en aquestes zones (Cervera et al., 2016). Això mostra clarament els efectes sobre l'ecologia del paisatge de la pèrdua del mosaic silvo-pastoral a les zones muntanyoses de l'Alt Berguedà com a resultat de la Transició Forestal (Figura 17). Aquesta diagnosi es veu corroborada pel mapa de la riquesa de cobertes del sòl (*LCR*), que el 2005 concentra els valors més alts a les parts mitjanes i baixes del territori esdevenint una mena de calc dels valors d'equi-diversitat de l'Índex de Shannon (Figura 33). Convé recordar, però, que el 2005 era també a les parts mitjanes i baixes del recorregut del Llobregat on s'havia

concentrat un major nombre de cobertes del sòl biològicament improductives de caràcter urbà i industrial. Això té a veure amb la reducció de la mida de gra de l'estructura de cobertes del sòl diferents (*EMS*) experimentada entre 1956 i 2005 (que aquest cop resulta més creïble per la major resolució dels mapes), i a la inversa, el corresponent augment de la fragmentació del paisatge. Valors alts de la mida efectiva de malla només es conservaven al costat dret dels trams mitjans i alts de la vall del Llobregat. També era allà, i a les àrees pirinenques de l'Alt Berguedà que havien experimentat una clara Transició Forestal, on els Índex de Connectivitat Ecològica (*ECI*) es mantenien elevats. L'efecte barrera de la ciutat de Manresa, i les seves noves infraestructures viàries, és ben palès a les cel·les localitzades a la Plana del Bages (Figura 33).

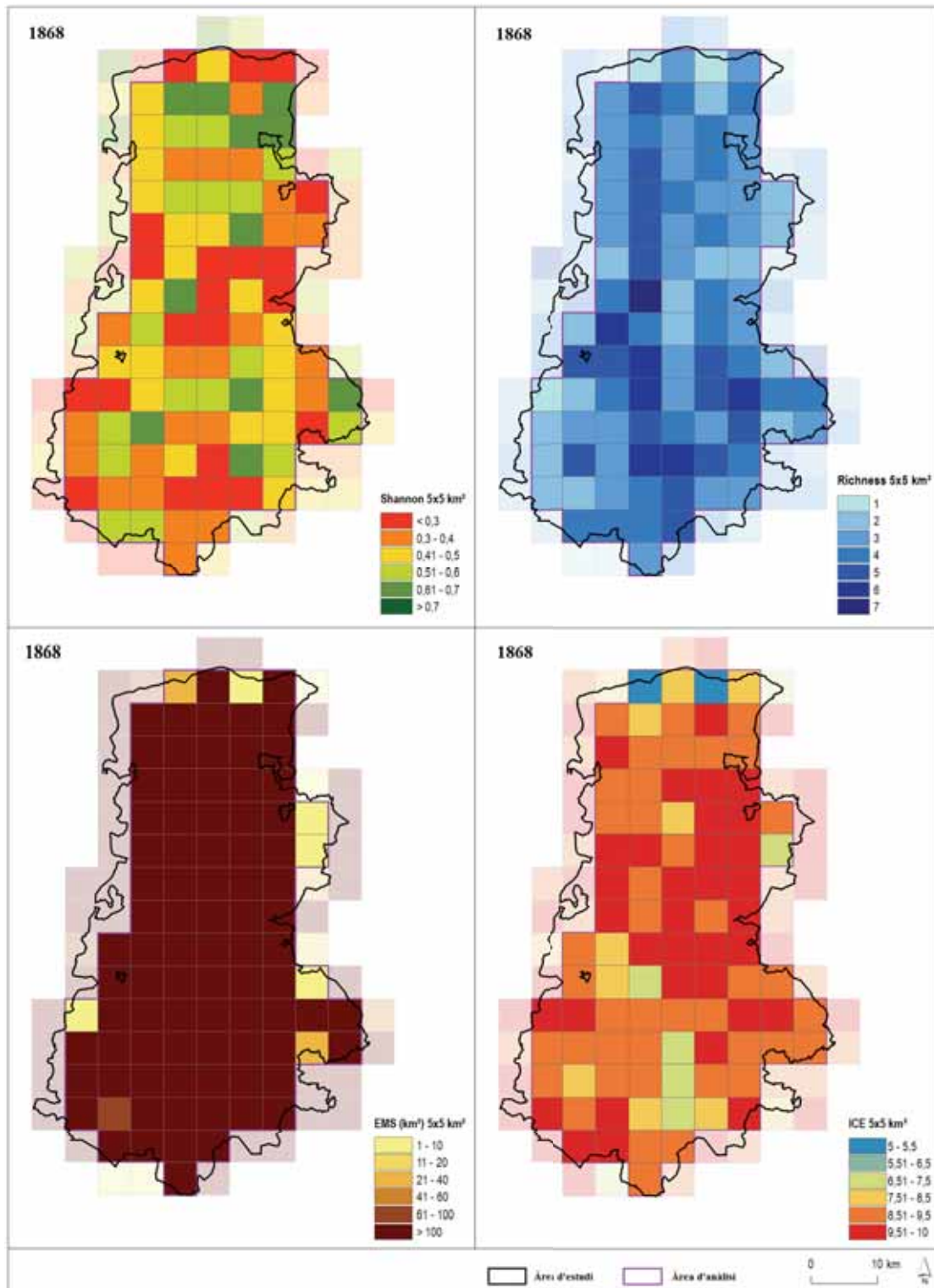


Figura 31. Distribució dels índex del paisatge (H' , LCR , EMS , ECI) en les 91 cel·les de 5x5 km al mapa d'usos i cobertes del sòl de 1868. Font: Joan Marull i Francesc Coll de l'IERMB (2016) per encàrrec del projecte SFS.

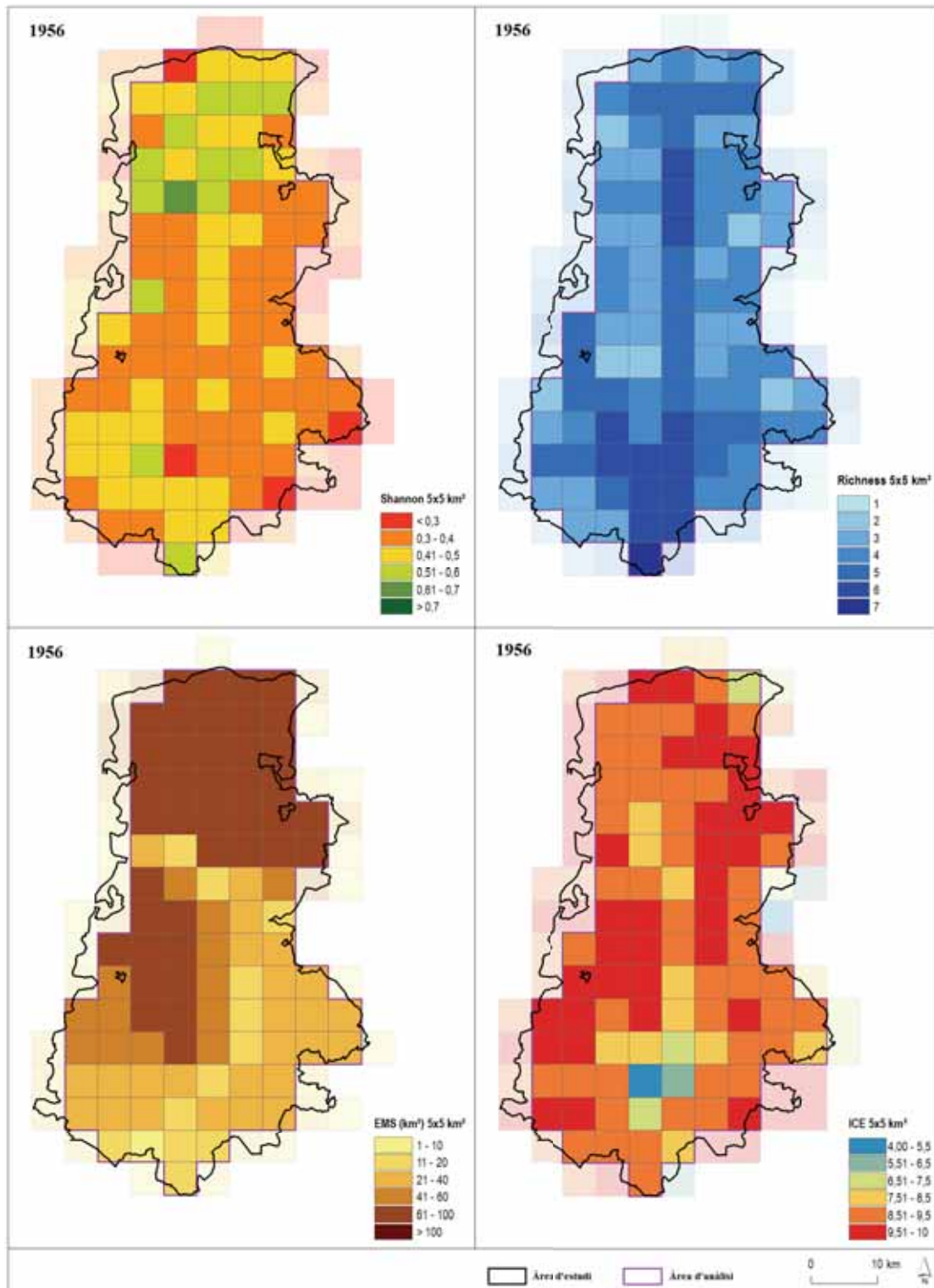


Figura 32. Distribució dels índex del paisatge (H' , LCR , EMS , ECI) en les 91 cel·les de 5x5 km al mapa d'usos i cobertes del sòl de 1956. Font: Joan Marull i Francesc Coll de l'IERMB (2016) per encàrrec del projecte SFS.

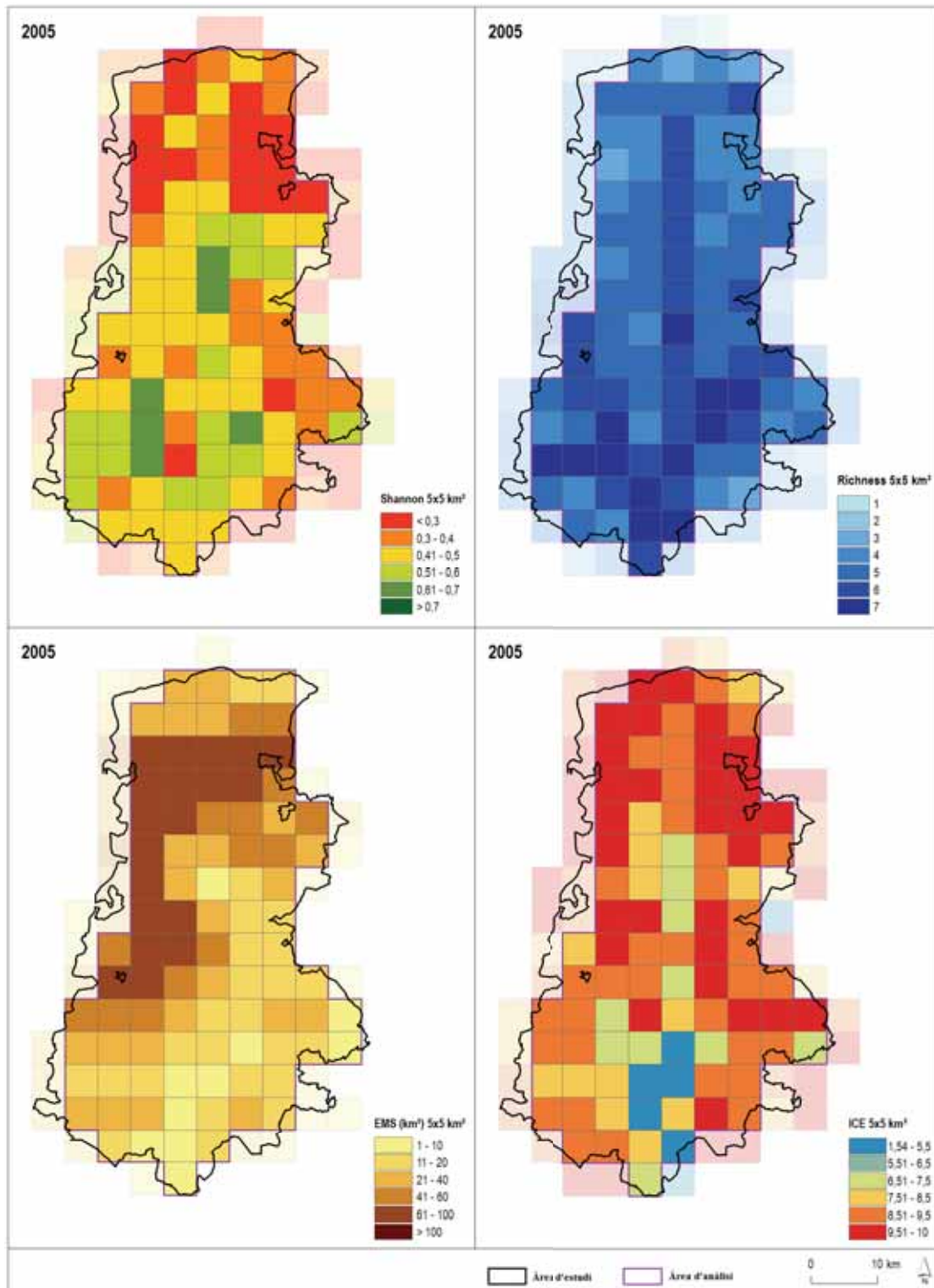


Figura 33. Distribució dels índex del paisatge (H' , LCR , EMS , ECI) en les 91 cel·les de 5x5 km al mapa d'usos i cobertes del sòl de 2005. Font: Joan Marull i Francesc Coll de l'IERMB (2016) per encàrrec del projecte SFS.

Per acabar de corroborar que la Transició Forestal ha estat la principal força motriu directe que ha provocat una pèrdua dels mosaics agroforestals i silvo-pastorals a l'àrea d'estudi, hem correlacionat els percentatges de superfície recoberta de bosc amb tres mètriques del paisatge obtingues a les 91 cel·les de 5 x 5 km (Figura 34).

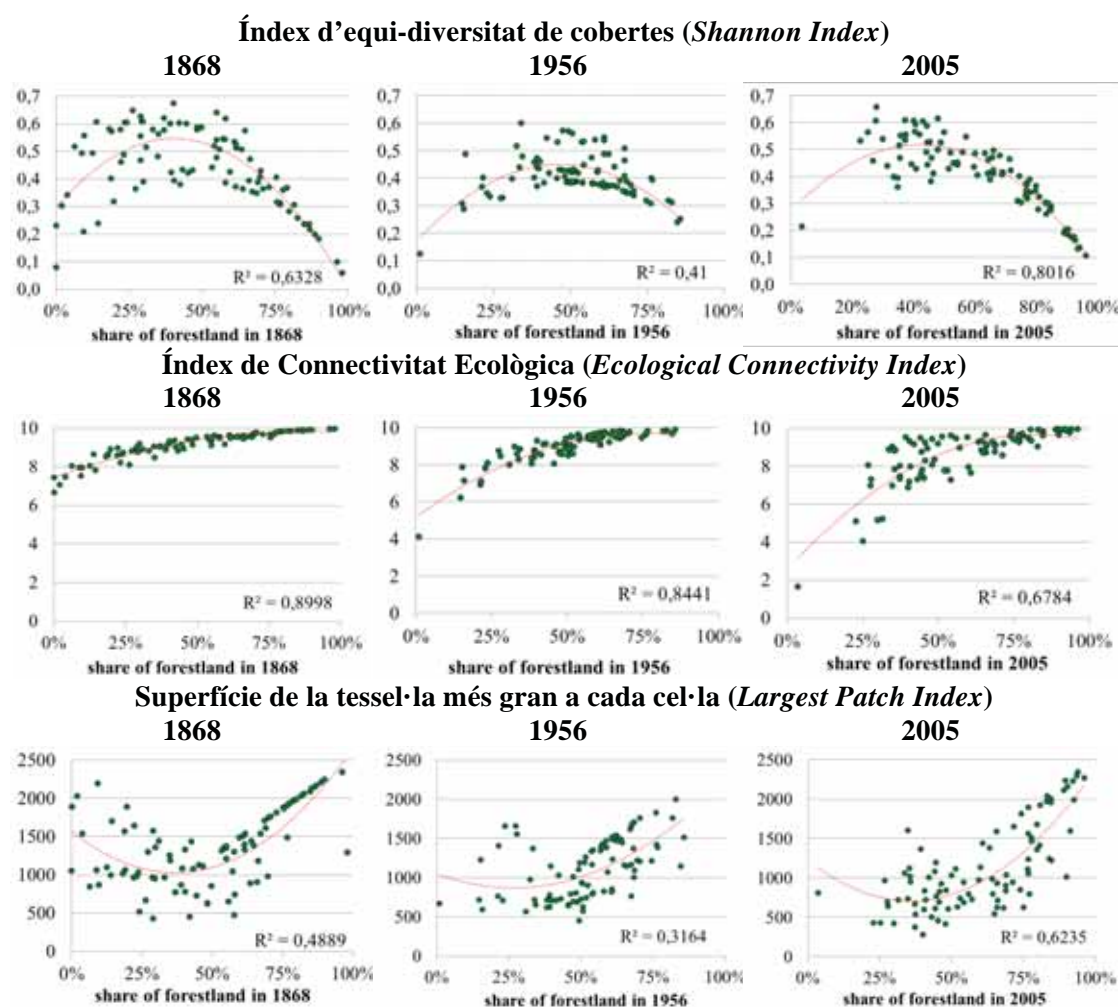


Figura 34. Correlacions entre la proporció de bosc i algunes mètriques del paisatge a cada una de les cel·les de 5 x 5 km del Bages i el Berguedà (1868-1956-2005). Font: elaboració d'Enric Tello amb la base de dades elaborada per Joan Marull i Francesc Coll a l'IERMB (2016) per encàrrec del projecte SFS.

Les tres mètriques del paisatge tenen en comú que, per la seva mateixa construcció, originen unes formes de distribució molt determinades en la correlació entre els seus valors i els percentatges de bosc. L'Índex de Shannon (H') genera una distribució en forma de gega (*hump-shaped*), atès que els valors d'equi-distribució més alts sempre s'assoliran amb proporcions intermèdies de bosc combinades amb les altres cobertes agrícoles i de pastura. A mida que el bosc s'imposa, l'equidiversitat decreix, i el mateix pot passar si l'absència de bosc és deguda al predomini de poques o una sola coberta agrícola. De manera semblant, a mida que s'imposa la Transició Forestal és

més probable que els Índexs de Connectivitat Ecològica (*ECI*) siguin més alts, especialment si és una reforestació per abandonó a zones amb forts pendents que per raons orogràfiques i econòmiques també concentraran poques barreres antròpiques. Òbviament la homogeneïtzació de cobertes farà que la mida de la tessel·la més gran es faci més gran encara, de manera que a partir de certs valors la correlació entre *LPI* i proporció de bosc esdevindrà gairebé lineal.

Que les distribucions prenguin formes lleugerament diferents als tres moments històrics, malgrat estar molt predeterminades per la seva pròpia construcció, mostra un cert grau de llibertat en el seu comportament que ens proporciona una informació molt interessant. Per exemple, la distribució en forma de gepa de la correlació dels Índex de Shannon (*H'*) amb les proporcions de bosc mostra el 1868 una major concentració de valors intermedis o baixos de percentatge de bosc, i una major variació entre els corresponents valors alts o molt alts d'equi-diversitat, que a les correlacions de 1956 i 2005 (dit d'una altra manera, la gepa és més pronunciada el 1868 que després). El 2005 la distribució sencera s'ha traslladat cap a la dreta, i només manté un núvol d'alts valors de l'Índex de Shannon (*H'*) a les cel·les amb proporcions intermèdies de bosc, ara ja més escasses. L'efecte de la Transició Forestal sobre la pèrdua de mosaic i l'homogeneïtzació de cobertes és fa ben palès per l'escurçament de la gepa i el desplaçament de tots punts cap a la dreta (Figura 34).

La diferència en els perfils adoptats per la correlació entre l'Índex de Connectivitat Ecològica (*ECI*) i la proporció de bosc també resulta molt reveladora. Lògicament la connectivitat sempre s'incrementa amb el percentatge de bosc a la cel·la, però els pendents de la distribució augmenten clarament de 1868 a 1956, i al 2005. Això posa en evidència l'impacte creixent de la interposició de barreres antròpiques, principalment viàries i urbanes, que fan decreixer la connectivitat especialment als punts amb menor proporció de bosc. Finalment, també és una obvietat que a majors proporcions de bosc la mida de la tessel·la més gran augmentarà en paisatges cada com més homogenis. El que no és una obvietat, i resulta molt revelador, és que a proporcions intermèdies i baixes de bosc hi hagués el 1868, i en menor mesura el 1956, unitats de paisatge amb tessel·les de mida gran o fins i tot molt gran. Les correlacions entre proporció de bosc i la densitat de tessel·les (*PD*) i ecotonia (*ED*), que no es mostren a la Taula 5, presenten una certa tendència decreixent als tres talls

temporals. Però sempre amb valors molt baixos de R^2 , de manera que el més significatiu és l'elevada indeterminació en la relació entre percentatge de bosc, fragmentació i ecotonia.

Tot això sembla indicar que, quan encara predominaven mosaics agrosilvopastorals entre 1868 i 1956, i la Transició Forestal no havia pres gaire volada, una elevada heterogeneïtat dels paisatges en mosaic podia evitar caure en graus de fragmentació excessiva. Aquestes eren unes bones condicions per mantenir una elevada biodiversitat a escala de paisatge. La pèrdua d'aquells mosaics, degut al procés de TF que ha afectat tota la matriu territorial de 1956 al 2005, ha generat uns paisatges molt més homogenis amb una major interposició de barreres.

Pel que fa al nombre d'usos del sòl a les diferents cel·les, els valors més elevats de l'índex *LCR* es troben sempre localitzats a les parts mitjanes i baixes del territori estudiat, on hi són representats els usos forestals, agrícoles i les infraestructures. Però el 2005, en canvi, la majoria d'usos del sòl estan presents a tot el territori, mentre que les infraestructures i els matollars es concentren més al sud. La fragmentació (*EMS*) és molt reduïda el 1868, i aquest tret es donava a tot el territori. El 1956 els menors valors d'*EMS* denoten una major fragmentació, però mantenint-se estable a l'Alt Berguedà i en algunes zones de latitud mitjana. El 2005 fins i tot aquestes dues zones ja es trobaven força fragmentades. Al sud de l'àrea d'estudi la fragmentació ja havia esdevingut molt important a partir de 1956. Finalment, l'Índex de Connectivitat Ecològica (*ICE*) presenta al mapa de 1868 valors elevats que es repartien per tot el territori, mentre el 2005 només els trobem a les parts més elevades, on s'ha recuperat el bosc.

7.- Conclusions

7.1.- La Transició Forestal a Catalunya

La Transició Forestal a Catalunya ha seguit una trajectòria força similar a la resta de països mediterranis. La principal força motriu de les dues grans tendències de signe oposat experimentades des del segle XIX fins a l'actualitat, amb una creixent desforestació fins a mitjans de segle XX i una ràpida reforestació fins a l'actualitat, ha estat el canvi de règim socio-metabòlic des d'una economia orgànica basada en els fluxos de biomassa, fins a una economia industrial que ha acabat incloent el sector agrari, basada en el consum de combustibles fòssils. En passar d'un règim socio-metabòlic basat en l'apropiació humana de la capacitat fotosintètica del territori a un altre fundat en l'extracció de recursos abiòtics del subsòl, s'ha posat en marxa una Transició Sòcio-Ecològica (Fischer-Kowalski & Harberl, 2007) que ha contret els usos agrícoles, ramaders i forestals tradicionals. El resultat ha estat l'abandonament rural d'àmplies franges del territori que ha posat en marxa un llarg i profund procés de Transició Forestal (Cervera et al., 2016).

Les polítiques forestals implementades durant tot aquest període han acompanyat el conjunt de processos que han afectat la transformació del paisatge agrari, però no les han conduït mai d'una forma decisiva. De fet, sempre han estat a mercès d'unes dinàmiques agràries molt més determinants i, més tard, de l'augment de les infraestructures. Tanmateix, estudiar-les a fons i copsar-ne la visió que les inspirava ens han ajudat a entendre millor l'evolució del paisatge agrari al llarg de la història contemporània, i a destriar-ne les causes i els efectes de l'estructuració canviant dels usos del territori i de la pressió sobre el bosc. Així doncs, la trajectòria seguida per les diferents polítiques forestals s'ha de llegir més com una conseqüència de la canviant percepció de l'estat dels boscos per part de les elits governants, que com una causa de les transformacions del paisatge forestal.

Les dues grans etapes de contracció i posterior reforestació, han obeït a dinàmiques socioeconòmiques subjacents reforçades per altres polítiques agràries i comercials. Aquestes han estat sempre forces molt més poderoses que la política forestal, fins i tot quan aquesta va començar a deixar enrere el buit vuitcentista liberal de qualsevol

política pública que no fos la privatització dels recursos naturals i la desregulació del seu ús. Això explica en bona mesura per què les polítiques forestals analitzades van ser tan poc efectives durant tant de temps. Abans de 1950 no van aconseguir aturar el clar retrocés de les superfícies forestals, ni tampoc la disminució i degradació del bosc. Quan aquestes han tornat a créixer durant l'últim mig segle ha estat a conseqüència de la industrialització i intensificació agrària, l'abandonament rural i la transició energètica als derivats del petroli. De tota manera, si en comptes de considerar l'espai no conreat en el seu conjunt ens referim únicament al bosc, cal preguntar-se quin hauria estat el recobriment arbori de no haver-se aplicat aquelles polítiques forestals. Possiblement hauria estat pitjor. Durant l'etapa liberal, de 1833 a 1939, la privatització i desregulació dels recursos naturals reforçaren la intensa pressió sobre els boscos exercida pel creixement demogràfic i econòmic, la urbanització, i l'extensió dels conreus. Des de les normes absolutistes, l'administració forestal espanyola va descriure un moviment de pèndul cap un buit de polítiques forestals actives que va arribar a ser gairebé total. El greu deteriorament del recobriment arbori donà lloc a noves normes de 1863 en endavant, que unides a la creació d'un patrimoni públic gestionat pel cos d'enginyers forestals posaren en marxa noves polítiques actives, que s'intensificaren amb la crisi agrària finisecular, durant l'etapa de preus elevats dels productes forestals durant la primera Guerra Mundial, i en el període republicà. Al llarg de tota la segona meitat del segle XX les regulacions públiques anaren en augment, però la recuperació de la superfície arbrada únicament va començar realment com a resultat de la intensificació agrària amb les tecnologies de la «Revolució Verda», la plena transició energètica als derivats del petroli, i el conseqüent abandonament rural.

En aquestes dues gran etapes històriques la inacció primer, i la creixent regulació pública posterior, podrien ser vistes com a respostes adaptatives a unes tendències subjacents molt més poderoses que escapaven al control de l'administració forestal. Per això hem emprat l'estudi de les polítiques i normes forestals, i els seus diagnòstics i remeis, com una font indirecta per compensar la carència de dades estadístiques i fonts cartogràfiques que ens permetin conèixer millor l'evolució del paisatge agroforestal del nostre país. Per arribar a conclusions més precises caldrà estudiar-se els mateixos processos en zones més concretes i amb altres fonts més locals, per entendre millor l'evolució del paisatge segons les situacions ambientals, socials i

econòmiques de cada part del territori. Només així es podrà concretar millor la cronologia, les forces motrius, els agents rectors i els impactes ambientals de la gran transició socioecològica dels boscos.

El millor coneixement que tenim dels darrers setanta anys ens permet constatar còm s'han combinat les principals forces motrius que han canviat l'estructuració de l'espai i la pressió sobre els boscos. Tot sembla indicar que el punt d'inflexió de la Transició Forestal a Catalunya se situaria en algun moment entre els anys trenta i seixanta del segle XX. És probable que la recuperació del sòl forestal ja es comencés a produir entre els anys trenta i quaranta, però la pressió sobre els boscos seguiria en augment fins els anys cinquanta per l'increment del consum de fusta. A partir dels anys seixanta del segle XX la producció de llenya es reduí de forma molt clara a tota Catalunya, lligada a l'expansió de l'ús dels combustibles fòssils amb la transició energètica, mentre la gestió dels boscos es reduí sensiblement molt per sota del creixement de la massa arbòria. Aquest fet comportarà l'acumulació gradual de biomassa viva i morta a les forests, i, combinat amb la creixent homogeneïtzació del paisatge forestal, derivarà en un canvi del règim dels incendis forestals.

La reducció de la pressió sobre el bosc serà diferent a cada zona, segons el grau d'afectació dels incendis, el tipus de propietat lligada a les formacions més productores de fusta o llenya, i sobretot per la productivitat diferencial del bosc. La maximització dels ingressos derivats de l'explotació de les finques agràries de propietat privada, que són la majoria al territori català, no solament condicionarà l'estructura de l'espai agrari amb una major o menor superfície forestal segons la rendibilitat dels conreus, també determinarà que hi hagi una major o menor gestió del bosc, o cap. Hem vist com a la província de Tarragona amb una elevada propietat privada i una menor productivitat, la pressió es reduí als anys seixanta i ja no s'ha recuperat després, excepte quan s'incrementen els aprofitaments forçats després dels incendis forestals. A Lleida, amb major proporció de propietat pública i menor afectació d'incendis forestals, la gestió es redueix als anys setanta i tampoc no es recupera. A Girona també hi hagué una reducció important als anys seixanta, i si bé des d'aleshores el sector s'ha anat recuperant sensiblement, tenint en compte un sector més productiu i el foment al desenvolupament rural per part de la UE, no ha aconseguit recuperar els valors d'antuvi. A Barcelona, on s'han produït importants

incendis a partir dels anys vuitanta, només aquests aprofitaments espasmòdics han aconseguit mantenir certes puntes d'extracció de fusta al llarg dels darrers seixanta cinc anys.

7.2.- La Transició forestal a la Catalunya Central

Les forests dels Partits Judicials de Berga i Manresa, que engloben gran part de les comarques del Bages i el Berguedà actuals, han experimentat una evolució des de la sobreexplotació i la desforestació des de 1868 fins a 1956, cap a un posterior Transició Forestal impulsada per la subutilització i l'abandonament. L'abast espacial i la temporalitat d'aquest doble procés difereixen als diferents llocs, afectant profundament l'estat ecològic actual de cada unitat de bosc, que es pot entendre millor tenint en compte la història específica del lloc que han experimentat. D'una banda, l'ús excessiu i l'expansió de les terres de conreu van reduir tant l'extensió de la superfície forestal com la seva qualitat fins a 1956. D'altra banda, el conseqüent i ràpid procés de TF impulsada per l'èxode rural ha suposat una gran expansió forestal sense recuperació de la qualitat (Grove i Rackham, 2001; Boada, 2003, Marull et al., 2014, Otero et al., 2015). Com a resultat, els boscos s'han tornat menys resilents i més vulnerables al canvi climàtic (Kröel-Dulay et al., 2015). La nostra anàlisi ambiental històrica suggereix que els boscos estan atrapats en un parany de baixa qualitat ecològica. La seva baixa qualitat els impedeix madurar, i la seva baixa maduresa els manté en un estat de baixa qualitat. Els incendis forestals esdevenen una pertorbació afegida que davant la seva recurrència i extensió els impedeix superar el seu pobre estat ecològic.

Segons aquesta diagnosi, la millora dels boscos requereix invertir el seu actual abandonament. Si volem disposar d'uns boscos capaços de proporcionar a la vegada fusta i un seguit de servei ecosistèmics de suport, regulació i hàbitat, ara i en el futur, cal promoure una ordenació forestal sostenible basada en un millor coneixement dels processos històrics que hi ha darrere d'aquests forests i en una gestió forestal multifuncional que integri la millora de la biodiversitat. Coneixent les tendències històriques divergents experimentades per diferents unitats forestals, podrem identificar millor aquelles àrees que van patir canvis més profunds en l'ús del sòl, on l'estructura en mosaic dels paisatges culturals pot ser recuperada, fet que suposaria

reiniciar de nou o potenciar el tipus de pertorbació intermèdia que, d'acord amb l'enfocament basat en el '*land sharing*' seria bona per a la conservació de la biodiversitat (Svensson et al., 2012; Tschardt et al., 2012a, 2012b), d'aquelles altres zones on l'ecosistema s'ha mantingut més temps inalterat, d'on en podem extraure un major coneixement de la seva dinàmica i la seva capacitat per recuperar els valors d'antuvi, amb el manteniment dels millors sòls forestals, que poden ser claus pel seu valor com a reserva del carboni. Segons les nostres dades, aquestes àrees representen menys del 30% de l'àrea d'estudi al Bages i el Berguedà. Tot i que les zones menys alterades podrien allotjar els boscos més madurs, cal tenir en compte altres factors ambientals i socioeconòmics que condicionen la presència d'arbres vells i grans, la qualitat de les estacions, les pertorbacions i l'especialització fustera. La segregació de les zones per a la conservació de la biodiversitat és del tot justificada en aquests casos on el sòl s'ha mantingut més temps inalterat mentre la integració de la gestió i la conservació necessiten avançar en la resta de les forests potenciant un desenvolupament sostenible basat en la bioeconomia.

En quant a la transformació del paisatge que ha experimentat l'àrea d'estudi, des de 1868 fins al 2005, és un clar exemple que permet qüestionar el supòsit que la Transició Forestal només comporta efectes ambientals positius (Marull et al., 2014, 2015a, 2015b, 2016a, 2016b; Otero et al., 2015; Tello et al., 2016). Segons aquesta visió, la concentració de l'agricultura i ramaderia industrials a les millors terres planes permet un estalvi d'usos antròpics del sòl i l'alliberament de terres per a la conservació de la biodiversitat a nivell de paisatge (*land sparing*) (Green et al., 2005; Balmford et al., 2005; Ewers et al., 2009; Phalan et al., 2011). El conseqüent abandonament de boscos i prats als vessants muntanyosos, que s'esdevé en part mercès a les importacions de fusta i pinsos provinents d'altres continents (Infante-Amate et al., 2014, 2015; Soto et al., 2016), permet una renaturalització que en teoria semblaria favorable per a les espècies no adaptades a les pertorbacions (Matson, 1997; Queiroz et al., 2014; Navarro & Pereira, 2012). La reconstrucció dels canvis d'usos i cobertes del sòl, i l'avaluació dels seus impactes ambientals mitjançant l'aplicació d'un seguit de mètriques d'Ecologia del Paisatge, ha posat de manifest que aquesta interpretació tan favorable de la 'renaturalització' és equivocada. La pèrdua de mosaics agrosilvopastorals ha reduït la diferenciació d'hàbitats, i en combinar-se amb el traçat de noves infraestructures i la fragmentació dels polígons més afectats

per la interposició de barreres, ha minvat la capacitat del territori per acollir biodiversitat (Basnou et al., 2016, 2013; Agnoletti, 2014).

D'aquesta diagnosi ambiental es desprèn que per canviar les tendències ambientalment problemàtiques de la Transició Forestal cal posar en marxa noves formes d'ordenació i gestió del territori orientades en una direcció alternativa, diversa i agroecològica que pugui mantenir la biodiversitat a nivell de paisatge (*land sharing*) (Chazdon et al., 2009; Perfecto & Vandermeer 2010; Clough et al., 2011), oferint una matriu territorial heterogènia i millor connectada ecològicament, on la recuperació de mosaics agroforestals i silvopastorals generi de nou hàbitats diferenciats per a una major riquesa d'espècies associades als agroecosistemes. Davant els dos pols oposats de les dinàmiques d'ús del sòl que han reduït la capacitat del territori d'acollir biodiversitat, com són la intensificació excessiva de l'agricultura i l'abandonament rural, cal potenciar polítiques agràries que permetin un equilibri entre la rendibilitat de les explotacions i la diversitat paisatgística, on els boscos no en quedin al marge sinó que esdevinguin un pilar bàsic en el desenvolupament del territori. La valorització dels serveis ecosistèmics i dels béns fusters de major capacitat de fixació de carboni poden ajudar a fomentar noves formes de gestió agrosilvopastorals, generadores de paisatges capaços d'acollir més biodiversitat associada (*wildlife-friendly farming*), i a potenciar boscos de major maduresa i més resilents davant el canvi climàtic.

Només amb un tractament diferenciat de cadascuna de les diferents unitats forestals, i la recuperació d'un maneig forestal multifuncional integrat amb l'agricultura i la ramaderia, es pot millorar l'estat ecològic d'aquests boscos fent-los més resistents al canvi climàtic i capaços de proporcionar a la vegada fusta, llenya i serveis ecosistèmics. Les dades reunides i la interpretació donada en aquesta Tesi Doctoral posen de manifest que, per aquesta tasca, la història importa (Honnay et al., 2004, Parrotta et al., 2006, Gustavsson et al., 2007, Jackson & Hobbs, 2009, Tello et al., 2006, 2014, Geri et al., 2010, Jones et al., 2011, Morán-Ordóñez et al., 2011, Plieninger, 2012, Gao & Liu, 2012, Echeverría et al., 2012, Basnou et al., 2016). La història forestal pot oferir una bona orientació sobre on realitzar un o altre tipus de maneig, dins d'un enfocament forestal sostenible integrat i una gestió diversificada, que afavoreixi la maduresa, diversitat i resiliència del bosc (Cervera et al., 2016). Sens dubte, donada l'escassa exactitud espacial de les fonts històriques disponibles, es

necessiten inventaris més detallats sobre el terreny, amb estudis del sòl i l'avaluació paisatgística i ecològica d'àrees específiques (Geri et al., 2011; Fuchs et al., 2013 i 2015). Per dur a terme aquesta tasca és important conèixer les dinàmiques històriques del canvi de paisatge que han experimentat les diferents parts del territori i que cal gestionar de forma innovadora. En aquesta direcció caldrà desenvolupar i refermar futures recerques, més d'ampliar el nombre de casos i l'abast territorial on aplicar aquests enfocaments i mètodes, i aprofundir en anàlisis estadístiques que relacionin les mètriques de l'Ecologia del Paisatge amb les dades empíriques de biodiversitat observada als diferents llocs.

8.- Agraïments

Al meu primer director, en Ramon Garrabou, qui em va obrir la porta per iniciar aquesta aventura i de qui modestament vaig inspirar-me amb la lectura de la seva obra sobre història agrària. A l'actual director, l'Enric Tello, qui m'ha donat l'oportunitat de créixer en el camí de la recerca i m'ha acompanyat en els moments clau d'aquest treball.

A en Joan Pino, en Joan Marull, en Francesc Coll i en Roc Padró, amb qui he col·laborat al llarg d'aquests darrers anys, i m'han ajudat a configurar un treball més complet.

A la meva família, que ha viscut i viu del sector agrari, de qui he après de la necessitat de trobar un equilibri entre la producció i la conservació, converses i reflexions que m'han ajudat a interpretar millor els resultats d'aquesta tesi.

I finalment, a totes les persones que m'han ajudat i hem coincidit en la cerca d'informació forestal històrica al llarg de tots aquests anys, en Miquel Fletas i la Núria Marpons, geògrafs i companys de feina, i en Denis Boglio i l'Anton Vallvey, amb qui he compartit troballes del passat.

Referències

- Abreu, J.M., 1995. Propiedad, Titularidad y Funcionalidad de los Terrenos Forestales. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Agnoletti, M., 2014. Rural landscapes, nature conservation and culture. Some notes on research trends and management approaches from a (southern) European perspective. *Landscape Urban Plan*, 126, 66-73.
- Agnoletti, M. & Rotherham, I.D., 2015. Landscape and biocultural diversity. *Biodiversity and Conservation*, 24, 3155–3165.
- Alam, M., Olivier, A., Paquette, A., Dupras, J., Revéret, J.P., Messier, C., 2014. A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems. *Agroforestry Systems* 88, 679–691.
- Ameztegui, A., Brotons, L., Coll, L., 2010. Land-use changes as major drivers of mountain pine (*Pinus uncinata* Ram.) expansion in the Pyrenees. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 632-641.
- Ameztegui A., Coll L., Brotons L. & Ninot JM., 2015. Land-use legacies rather than climate change are driving the recent upward shift of the mountain tree line in the Pyrenees. *Global Ecology and Biogeography*.
- Andrén, H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71, 355–366.
- Angelstam, P., Axelsson, R., Elbakidze, M., Laestadius, et al., 2011. Knowledge production and learning for sustainable forest management on the ground: Pan-European landscapes as a time machine. *Forestry*, 84(5), 581-596.
- Arts, B., & Buizer, M., 2009. Forests, Discourses, Institutions: A Discursive-Institutional Analysis of Global Forest Governance. *Forest Policy and Economics*, 11 (5-6): 340-347.
- Badia-Miró, M.; Tello, E.; Valls, F., Garrabou, R., 2010. The grape Phylloxera Plague as a Natural Experiment: the unkeep of vineyards in Catalonia (Spain), 1858-1935. *Australian Economic History Review*, 50(1), 39-61.
- Balboa, X., 1999. La historia de los montes públicos españoles (1812-1936): un balance y algunas propuestas. *Historia Agraria*, 18, 95-128.
- Balmford, A., Green, R.E., Scharlemann, J.P.W., 2005. Sparing land for nature: exploring the potential impact of changes in agricultural yield on the area needed for crop production. *Global Change Biology* 11:1594-1605.
- Barbier, E.B., Burgess, J.C., Grainger A., 2010. The forest transition: Towards a more comprehensive theoretical framework. *Land Use Policy*, 27, 98-107.
- Barnes, B.V., 1989. Old-growth forests of the Northern Lake States: a landscape ecosystem perspective. *Natural Areas Journal* 9: 45–47.

- Basnou, C., Álvarez, E., Bagaria, et al. 2013. Spatial Patterns of Land Use Changes Across a Mediterranean Metropolitan Landscape: Implications for Biodiversity Management. *Environmental Management*, 52, 971-980.
- Basnou, C., Vicente, P., Espelta, J. M. & Pino, J. 2016. Of niche differentiation, dispersal ability and historical legacies: what drives woody community assembly in recent Mediterranean forests? *Oikos* 125(1), 107–116.
- Bartoletto, S. & Rubio, M., 2008. Energy Transition and CO₂ emissions in Southern Europe: Italy and Spain: (1861-2000). *Global Environment. Journal of History and Natural and Social Sciences*, 2, 46-81.
- Bender, D.J, Contreras, T.A, Fahring, L., 1998. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology* 79, 517-533.
- Benton, T.G, Vickery, J.A. & Wilson, L.D., 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 182-188.
- Bielsa, I., Pons, X., Bunce, B., 2005. Agricultural Abandonment in the North Iberian Peninsula: The Use of Basic Landscape Metrics to Support Planning. *Jornal of Environmental Planning and Management*, 48(1), 85-102.
- Boada, M., 2003. *Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal*. Brau, Barcelona. 188 pp.
- Boglio, D., 2016. *Industria y comercio de la madera en el Pirineo catalán. Perspectiva histórica desde la revolución industrial 1850-1950*. Universitat Autònoma de Barcelona. [Disponible a: <http://hdl.handle.net/10803/400024>].
- Bona, L., Aramburu, M., Cifuentes, P., 1996. Seguimiento del programa de reforestación de tierras agrarias en su contexto medioambiental y económico. *Actas del II Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. [Disponible on-line a: <http://www.secforestales.org>].
- Braudmandl, T.F., Holy, R.F., 2000. Refining definitions of old growth to aid in locating old-growth forest reserves. *Southern Interior Forest Extension and Research Partnership*, Kamloops, B.C., 41–4.
- Bringué, J.M., 1999. Els béns comunals al Pallars Sobirà en el seu context històric. A: Marugan, C.M. (Dir.). *Els béns comunals i la gestió del territori al Pirineu català*. Actes del seminari, Què en farem dels Comunals? Departament de Medi Ambient, Barcelona, 5-47.
- Bruckner, M., Giljum, S., Lutz, C., Wiebe, K.S. 2012. Materials embodied in international trade—Global material extraction and consumption between 1995 and 2005. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 22, 568-576.
- Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F. & Rey-Benayas, J.M., 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(10), 541-548.
- Bunce, R.G.H., Pérez-Soba, M., Jongman, R.H.G. et al. (Eds.). 2004 *Transhumance and Biodiversity in European Mountains*. IALE-ALTERRA, Wageningen. 321 pp.
- Burgueño, J. & Lasso de la Vega, F., 2002. *Història del mapa municipal de Catalunya*. Departament de Governació i Relacions Institucionals, Generalitat de Catalunya.

- Calatayud, S., 2006. La transformació de l'agricultura tradicional. Història Agrària dels Països Catalans. IV. Segles XIX-XX. Barcelona. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 131-192.
- Carleton, T.J, Gordon, A.M, 1992. Understanding old-growth red and White pine dominated forests in Ontario. Ontario Ministry of Natural Resources.
- Carmona, A. & Nahuelhual, L., 2012. Combining land transitions and trajectories in assessing forest cover change. Original Research Article. *Applied Geography*, 32(2), 904-915.
- Carpintero, O., 2005. El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000). Fundación César Manrique, Lanzarote.
- Casals, V., 1996. Los ingenieros de montes en la España contemporánea, 1848-1936. Ediciones del Serbal, Barcelona.
- Casals, V. 2005. La transformación histórica del paisaje forestal en Cataluña. Tercer inventario forestal nacional 1997-2007. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Casals, V. 2008. Los primeros trabajos cartográficos de la Comisión del Mapa Forestal de España (1868-1887). El caso de los mapas de las provincias de Barcelona y Huesca. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia* 65, 361-371.
- Casals, V., 2009. Los primeros trabajos cartográficos de la comisión de mapa forestal de España (1868-1887). El caso de los mapas de las provincias de Barcelona y Huesca. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. 65, 361-371.
- Cervera, T., Garrabou, R. & Tello, E., 2015. Política forestal y evolución de los bosques de Cataluña desde el siglo XIX hasta la actualidad. *Investigaciones de Historia Económica – Economic History Research*, 11(2), 116-127. DOI: 10.1016/j.ihe.2014.04.002 (<http://www.elsevier.es/es-revista-investigaciones-historia-economica-economic-328-articulo-politica-forestal-evolucion-los-bosques-S169869891400040X>).
- Cervera, T., Pino, J., Marull, J., Padró, R. & Tello E., 2016. Forest Understanding the long-term dynamics of Forest Transition: From deforestation to afforestation in a Mediterranean landscape (Catalonia, 1868-2005). *Land Use Policy*. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.10.006. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837716310821>).
- Chazdon, R.L., Harvey C.A., Komar O., van Bruegel M., Ferguson B.G., Griffith D., Martínez-Ramos M., Morales H., Nigh R., Soto-Pinto L., Philpott S.M., 2009. Beyond reserves: A Research agenda for conserving biodiversity in tropical cultural landscapes. *Biotropica*, 41:142-153
- Chowdhury, R.R. & Moran, E.F., 2012. Turning the curve: a critical review of Kuznets approaches. *Applied Geography*, 32 (1), 3-11.
- Clément, V., 1993. Frontière, reconquête et mutation des paysages végétaux entre Duero et Système Central du XIe au milieu du XVe siècle. *Mèlanges de la Casa de Velázquez*. XXIX (I), 87-126.
- Clough, Y., Barkmann, J., Juhbandt, J., Kessler, M., Wanger, T.C., Anshary, A., Buchori, D., Cicuzza, D., Darras, K., DwiPutra, D., Erasmi, S., Pitopang, R., Schmidt, C., Schulze, C.H., Seidel, D., Steffan-Dewenter, I., Stenchly, K., Vidal, S., Weist, M., Wielgoss, A.C., Tschardtke, T. 2011. Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests.

- Proceedings of the National Academy of Sciences, 108:8311-8316.
- Cobo Romero, F., Cruz Artacho, S., González de Molina, M., 1992. Privatización del monte y protesta campesina en Andalucía Oriental (1836-1920). *Agricultura y Sociedad*. 65, 253-302.
- Congost, R., Jover, G., Biagioli, G., 2003. L'organització de l'espai rural a l'Europa mediterrània. *Masos, Possessions, Poderi*. CCG Edicions, Girona.
- Congost, R., 2007. *Tierras, leyes, historia: estudios sobre "la gran obra de la propiedad"*. Crítica, Barcelona.
- Congost, R., Lana, J.M. (eds.), 2007. *Campos cerrados, debates abiertos: análisis histórico y propiedad de la tierra en Europa (siglos XVI-XIX)*, Pamplona, Universidad Pública de Navarra.
- Congost, R., Santos, R. (Eds.), 2010. *Contexts of property in Europe: the social embeddedness of property rights in land in historical perspective*. Brepols, Turnhout.
- Costa, A., Madeira, M. & Plieninger, T., 2014. Cork oak woodlands patchiness: A signature of imminent deforestation? *Applied Geography*, 54, 18-26.
- Coulston, J.W., Reams, G.A., Wear, D.N. & Brewer, C.K., 2014. An analysis of forest land use, forest land cover and change at policy-relevant scales. *Forestry*, 87, 267-276.
- Cronon, W. 1991. *Nature's Metropolis. Chicago and the Great West*. W.W. Norton, New York. 530 pp.
- Cruz, S.; González de Molina, M.; Núñez, M., Ortega, A., 2000. Social and Environmental Determining factors of Forest Fire History: the Case of Eastern Andalusia, 1840-1890. En: Agnoletti, M. & Anderson, S. (Eds.). *Forest History. International Studies on Socioeconomic and Forest Ecosystem Change*. CABI Pub., Wallingford, pp. 211-222.
- Cuesta, B., Villar-Salvador, P., Puértolas, J., Rey Benayas, J.M. & Michalet, R. 2010. Facilitation of *Quercus ilex* in Mediterranean shrubland is explained by both direct and indirect interactions mediated by herbs. *Journal of Ecology*, 98, 687-696.
- Culas, R.J., 2012. REDD and forest transition: Tunneling through the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 79, 44-51.
- Cussó, X., Garrabou, R., 2007. Mediterranean diet changes during the nutritional transition in Spain. Document de Treball 9/2007 de la Unitat d'Història Econòmica, Universitat Autònoma de Barcelona. [Disponible a: <https://ddd.uab.cat/record/45579>]
- Day, R.J., Carter J.V., 1990. Stand structure and sucesional development of the white pine and red pine communities in the Temagami forest. Ontario Ministry of Natural Resources, 203.
- Delgado, J.M., 1983. La construcció i la indústria navals a Catalunya (1750-1820). *Recerques. Història, Economia, Cultura*. 13, 45-64.
- Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, 2012. Programa de Desarrollo Rural de Catalunya. Periodo de programación 2007-2013. Versión octava, p.20. Disponible on-line en: <http://www20.gencat.cat>.

- Devaney, J. L., Redmond, J. J. & O'Halloran, J., 2015. Contemporary forest loss in Ireland; quantifying rare deforestation events in a fragmented forest landscape. *Applied Geography*, 63, 346-356.
- Díaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, X., Terradas, J. 2002. Satellite evidence of decreasing resilience in mediterranean plant communities after recurrent wildfires. *Ecology*, 83 (8), 2293-2303.
- Díaz-Marta, M., 1997. Las obras hidráulicas en España. Doce Calles/Fundación Puente Barcas, Madrid.
- Dirección General de Montes, Pesca y Caza, 1933. Estadística de la producción forestal de los Montes Públicos y apéndices a la misma correspondientes al año forestal de 1930-1931. DGMPC, Madrid.
- Dupras J., Marull J., Parcerisas L., Coll F., Gonzalez A., Girard M., Tello E., 2016. The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region. *Environmental Science & Policy* 58, 61-73.
- Echeverría, C., Newton, A., Nahuelhual, L., Coomes, D. & Rey-Benayas, J. M., 2012. How landscapes change: Integration of spatial patterns and human processes in temperate landscapes of southern Chile. *Applied Geography*, 32(2), 822-831.
- Elbakidze, M., & Angelstam, P., 2007. Implementing sustainable forest management in Ukraine's Carpathian Mountains: The role of traditional village systems. *Forest Ecology and Management*, 249, 28-38.
- Eugenio, M., Lloret, F. 2004. Fire recurrence effects on the structure and composition of Mediterranean *Pinus halepensis* communities in Catalonia (Northeast Iberian Peninsula). *Ecoscience*, 11 (4), 446-454.
- European Environment Agency, 2010. European forest ecosystems. State and trends. EEA Report No 5. Denmark
- European Environment Agency, 2016. El medio ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2010. Síntesis. Denmark.
- Eichorn, M.P., Paris, O., Herzog, F., Incoll, L.D., Liagre, F., Mantzanas, K., Mayus, M., Moreno, G., Papanastasis, V.P., Pilbeam, D.J., Pisanelli, A., Dupraz, C., 2006. Silvoarable Systems in Europe—past, present and future prospects. *Agroforestry Systems* 67:29-50.
- Ewers, R.M., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A., Green, R.E., 2009. Do increases in agricultural yield spare land for nature? *Global Change Biology* 15:1716-1716.
- Falcucci, A., Maiorano, M. & Boitani, L., 2007. Changes in land-use/landcover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecology* 22:617–631.
- FAO, 2013. State of Mediterranean forest 2013.
- FAO, 2016. Global Forests Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing? Second edition. Rome
- Farina, A. 1997. Landscape structure and breeding bird distribution in a sub-Mediterranean agro-ecosystem. *Landscape Ecology* 12:365-378.

- Federació Agrícola Catalana-Balear, 1911. Actes del XIV Congr s. Imprempta de Jaume Riera, Girona.
- Feliu, G., 1991. Precios y salarios en la Cataluña moderna, vol. II, Combustibles, productos manufacturados y salarios. Servicio de Estudios del Banco de España, Madrid.
- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T., & Hazeu, G., 2010. Determining changes and flows in European landscapes 1990-2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography*, 30, 10-35.
- Fernandes, P.M., Loureiro, C., Guiomar, N., Pezzatti, G.B., Manso, F., Lopes, L., 2014. The dynamics and drivers of fuel and fire in the Portuguese public forest. *Journal of Environmental Management*, 146: 373-382.
- Fernández-Giménez, M.E. & Fillat Estaque, F., 2012 Pyrenean Pastoralists' Ecological Knowledge: Documentation and Application to Natural Resource Management and Adaptation. *Human Ecology*, 40(2), 287-300.
- Ferrer, Ll., 1987. Pagesos, rabasaires i industrials a la Catalunya Central (s. XVIII-XIX). Publicacions de l'Abadia de Monstserrat.
- Ferrer, Ll., 2007. Una revisió del creixement demogràfic de Catalunya en el segle XVIII a partir dels registres parroquials. *Estudis d'Història Agrària*, 20, 17-68.
- Ferrer-Al s, 1998. La Vinya al Bages. Mil anys d'elaboració del vi. Manresa: Centre d'Estudis del Bages.
- Fletas, M.; Bayona, M., Cervera, T., 2012. Estructura de la propietat forestal a Catalunya. Anàlisi de les dades cadastrals. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Fischer, J., Brosi, B., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., Goldman, R., Goldstein, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ranganathan, J., Tallis, H., 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Frontiers in Ecology and Environment* 6 (7), 380-385.
- Fischer, J., & Lindenmayer, D.B., 2007. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecological Biogeography* 216, 265-280.
- Fischer-Kowalski, M. & Haberl, H., 2007. Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use. Edward Elgar, Cheltenham. 263.
- Flinn, K.M., Vellend, M. & Marks, P.L., 2005. Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York. *Journal of Biogeography*, 32, 439-452.
- Font, J.M., 1985. Estudis sobre els drets i institucions locals en la Catalunya medieval. Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Fontana, J., Garrabou, R., 1986. Guerra y hacienda. La hacienda del gobierno central en los años de la Guerra de la Independencia (1808-1814). Diputación Provincial de Alicante/Instituto Juan Gil-Albert, Alicante.
- Forman, R.T.T., 1995. Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, Cambridge.

- Foster, D.R., Motzkin, G. & Slater, B. 1998. Land-use history as a long-term broad-scale disturbance: regional forest dynamics in Central New England. *Ecosystems*, 1, 96-119.
- Foster, D., Swanson, F., Aber, J., et al., 2003. The importance of land-use legacies to ecology and conservation. *Bioscience* 53 (1), 77-88.
- Franklin, J.F., Spies, T.A., 1991. Ecological Definitions of Old-Growth Douglas-Fir Forests. In: *Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-Fir Forests*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-285. Portland, OR: USDA, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, pp. 61-69.
- Fuchs, R., Herold, M., Verburg, P. H. & Clevers, J. G. P. W., 2013. A high-resolution and harmonized model approach for reconstructing and analysing historic land changes in Europe. *Biogeosciences*, 10(3), 1543-1559.
- Fuchs, R., Herold, M., Verburg, P. H., Clevers, J. G. P. W. and Herold, M., 2015. The potential of old maps and encyclopaedias for reconstructing historic European land cover/use change. *Applied Geography*, 59, 43-55.
- Fundació del Món Rural, 2012. Tot el que vols saber sobre la transhumància i les vies pecuàries a Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.
- Gales, B.; Kander, A.; Malanima, P., Rubio, M., 2007. North versus South: Energy transition and energy intensity in Europe over 200 years. *European Review of Economic History*. 11(2), 219-253.
- Gao, J. & Liu, Y., 2012. Deforestation in Heilongjiang Province of China, 1896-2000: Severity, spatiotemporal patterns and causes. *Applied Geography*, 35(1-2), 345-352.
- Garrabou, R., Pujol, J., 1987. El canvi agrari a la Catalunya del segle XIX. *Recerques*, 19: 35-77.
- Gerard, F., Petit, S., Smith, G. et al. 2010. Land cover change in Europe between 1950 and 2000 determined employing aerial photography. *Progress in Physical Geography*, 34 (2):183-205.
- Geri, F., Amici, V. & Rocchini D., 2010. Human activity impact on the heterogeneity of a Mediterranean landscape. *Applied Geography*, 30, 370-379.
- Geri, F., Amici, V. & Rocchini D., 2011. Spatially-based accuracy assessment of forestation prediction in a complex Mediterranean landscape. *Applied Geography*, 31(3), 881-890.
- Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, J.R., Beard, K.H., 2010. A meta-analytic review of corridor effectiveness. *Conservation Biology* 24, 660-668.
- Gómez-Mendoza, J., 1992. Ciencia y política forestal de los montes españoles (1848-1936). Instituto de Conservación de la Naturaleza, Madrid.
- Gómez-Mendoza, J., 2002. Paisajes forestales e ingeniería de montes. En: Venegas, C. y Zoido, F. (Coords.). Paisaje y ordenación del territorio. Junta de Andalucía/Fundación Duques de Soria, Sevilla, 237-254.

- Gómez-Mendoza, J., Mata-Olmo, R., 1992. Actuaciones forestales públicas desde 1940. Objetivos, criterios y resultados. *Agricultura y Sociedad*. 65, 15-64.
- González de Molina, M. & Toledo, V., 2014. *The social metabolism: A socio-ecological theory of historical change*. Springer, New York, 355.
- Grau, H.R., & T.M. Aide. 2008. Globalization and land-use transitions in Latin America. *Ecology and Society* 13(2): 16
- Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A. 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* 307:550-555.
- Grove, A.T. & Rackham, O., 2001. *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. Yale University Press, New Haven, 384.
- Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR), 1991. *Estadísticas Históricas de la producción agraria española, 1859-1953*. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR), 1994. Más allá de la propiedad perfecta. El proceso de privatización de los montes públicos españoles (1859-1926). *Historia Agraria*, 8, 99-152.
- Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR), 2003. Bosques y crisis de la agricultura tradicional. Producción y gestión de los montes españoles durante el franquismo (1946-1979). En: Sebastián, J.A. y Uriarte, R. (Eds.). *Historia y economía del bosque en la Europa del sur (siglos XVIII-XX)*. Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 293-367.
- Guirado, M., Pino, J., & Rodà, F., 2006. Under storey plant species richness and composition in metropolitan forest archipelagos: effects of forest size, adjacent land use and distance to edge. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 50-62.
- Gustavsson, E., Lennartsson, T. & Emanuelsson, M., 2007. Land use more than 200 years ago explains current grassland plant diversity in a Swedish agricultural landscape. *Biological Conservation*, 138, 47-59.
- Gutiérrez, C., 1996. *El carboneig. L'exemple del Montseny*. Editorial Alta Fulla, Barcelona.
- Guzmán, G.I., González de Molina, M., 2009. Preindustrial agriculture versus organic agriculture: The land cost of sustainability. *Land Use Policy*, 26(2), 502-510.
- Hamer, T.L., Flather, C.H., Noon, B.R., 2006. Factors associated with grassland bird species richness: the relative roles of grassland area, landscape structure, and prey. *Landscape Ecology* 21, 569-583.
- Honnay, O., Verheyen, K., Bossuyt, B. & Hermy M. (ed.), 2004. *Forest biodiversity: Lessons from History for Conservation*. CABI Publishing, New York, 285 pp.
- Ibarra, P.; De La Riva, J.; Iriarte, I.; Rodrigo, V. y Rabanaque, I., 2008. Gestión del agua y medio natural. En: Vicente Pinilla Navarro (Ed.). *Gestión y usos del agua en la cuenca del Ebro en el siglo XX*. Prensas universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 610-640
- Inger, R., Gregory, R., Duffy, J. P., Stott, I., Voříšek, P. & Gaston, K. J., 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters*, 18(1), pp. 28-36.

Infante-Amate, J., Soto-Fernández, D., Iriarte-Goñi, I., Aguilera, E., Cid, A., Guzmán, G., García-Ruiz, R., González de Molina, M., 2014. La producción de leña en España y sus aplicaciones en la transición energética. Una serie a escala provincial (1900-2000). Documento de Trabajo de la Sociedad Española de Historia Económica DT-AEHE N°1416. [Disponible a: <http://econpapers.repec.org/paper/ahedtae/1416.htm>]

Infante-Amate, J., Soto, D., Aguilera, E., et al., 2015. The Spanish Transition to Industrial Metabolism: Long-Term Material Flow Analysis (1860–2010). *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 866-876.

Iriarte-Goñi, I., 2005. Las ordenaciones forestales en las primeras décadas del siglo XX: cambio institucional y resultados productivos. *Revista de Historia Económica*. XXIII, 299-334.

Iriarte-Goñi, I., 2008. El consum de fusta en Espanya (1900-2000): aspectes econòmics i aproximació als aspectes ambientals. *Recerques: Història, Economia, Cultura*. 57, 49-70.

Iriarte-Goñi, I., 2009. La obra de Octavio Elorrieta (1881-1962). El monte al servicio de la economía. *Historia Agraria*. 48, 133-159.

Iriarte-Goñi, I. 2013. Forests, fuelwood, pulpwood and lumber in Spain, 1860-2000: A non-declensionist story. *Environmental History*, 18(2), 333-359.

Iriarte-Goñi, I., Ayuda, M.I., 2008. Wood and industrialization: Evidence and hypotheses from the case of Spain, 1860-1935. *Ecological Economics*.65, 177-186.

Jackson, S.T & Hobbs, R.J., 2009. Ecological Restoration in the Light of Ecological History. *Science* 325, 567-569.

Jaeger, J.A.G., 2000. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15, 115-130.

Jiménez-Blanco, J.I., 1994. Presente y pasado del monte mediterráneo en España. En: Sánchez-Picón, A. (Ed.). *Agriculturas mediterráneas y mundo campesino. Cambios históricos y retos actuales*. Diputación Provincial de Almería, Almería, pp.113-134.

Jiménez-Blanco, J.I., 1996. Privatización y apropiación de tierras municipales en la Baja Andalucía: Jerez de la Frontera, 1750-1995. Ayuntamiento de Jerez de la Frontera, Jerez de la Frontera.

Jiménez-Blanco, J.I., 2002. El monte: una atalaya de la historia. *Historia Agraria*. 26, 141-190.

Jones, N., de Graaff, J., Rodrigo, I. & Duarte, F., 2011. Historical review of land use changes in Portugal (before and after EU integration in 1986) and their implications for land degradation and conservation, with a focus on Centro and Alentejo regions. *Appl Geog* 31(3), 1036-1048.

Kander, A., Malanima, P. & Warde, P., 2013. *Power to the people: energy in Europe over the last five centuries*. Princeton University Press, Princeton, 472.

Kaule, G., 1997. Principles for mitigation of habitat fragmentation. In Canters (Ed.), *Proceedings of the International Conference on Habitat Fragmentation, Infrastructures and the Roles of Ecological Engineering*. Maastricht and The Hague, The Netherlands, September 1995, 17-21.

- Kauppi, P. E., Ausubel, J. H., Fang, J., Mather, A. S., Sedjo, R. A. & Waggoner, P. E., 2006. Returning forests analyzed with the forest identity. *Proceedings of the National Academic of Sciences of the United States of America*, 103(46), 17574–17579.
- Kraus, D., Krumm, F., 2013. Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. *European Forest Institute*, 284.
- Krausmann, F., Gingrich, S., Haberl, H., Erb, K.H., Musel, A., Kastner, T., Kohleb, N., Niedertscheider, M.; Schwarzmüller, E., 2012. Long-term trajectories of the human appropriation of net primary production. Lessons from six national case studies. *Ecological Economics*. 77, 129-13
- Kröel-Dulay, G., Ransijn, J. et al., 2015. Increased sensitivity to climate change in disturbed ecosystems. *Nature Communications*, 6(6682).
- Krugman, P. 1993. First nature, second nature, and metropolitan location. *Journal of Regional Science*, 33(2), 129–144.
- Laiolo, P., Pondero, F., Ciliento, E., Rolando, A., 2004. Consequences of pastoral abandonment for the structure and diversity of the alpine avifauna. *Journal of Applied Ecological*, 41: 294-304.
- Lambin, E.F. & Meyfroidt, P. 2010. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 27, 108-118.
- Lasanta-Martínez, T., Vicente-Serrano, S.M., Cuadrat-Prats, J.M., 2005. Mountain Mediterranean landscape evolution of traditional primary activities: a study of the Central Pyrenees. *Applied Geography*, 25, 47-65.
- Lasanta-Martínez, T., González-Hidalgo, J.C., Vicente-Serrano, S.M., et al., 2006. Using landscape ecology to evaluate and alternative management scenario in abandoned Mediterranean areas. *Landscape Urban Plan*, 78, 101-114.
- Li, M., Zhu, Z., Vogelmann, J.E., Xu, D., Wen, W., Liu, A., 2011. Characterizing fragmentation of the collective forests in southern China from multitemporal Landsat imagery: a case study from Kecheng district of Zhejiang province. *Applied Geography*, 31 (3), 1026-1035.
- Lindenmayer, D.B. & Fischer, J., 2007. Tackling the habitat fragmentation panchreston. *Trends in Ecology and Evolution* 22, 127-132.
- Lindström, S., Mattsson, E., Nissanka, S-P, 2012. Forest cover change in Sri Lanka: the role of small scale farmers. *Applied Geography*, 34, 680-692.
- Lloret, F., Calvo, E., Pons, X. & Díaz-Delgado, R., 2002. Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula. *Landscape Ecology*, 17, 745-759.
- Loepfe, L., Martínez-Vilalta, J., Oliveres, J., Piñol, J., Lloret, F., 2010. Feedbacks between fuel reduction and landscape homogenisation determine fire regimes in three Mediterranean areas. *Forest Ecology Management*, 259, 2366–2374.
- Loepfe, L., Martínez-Vilalta, J., Piñol, J., 2011. An integrative model of human-influenced fire regimes and landscape dynamics. *Environmental Modelling & Software*, 26, 1026-1040.

- López-i-Gelats, F., Milán, M.J., & Bartolomé, J., 2011. Is farming enough in mountain areas? Farm diversification in the Pyrenees. *Land Use Policy*, 28, 783-791.
- Loreau, M., Mouquet, N. & Gonzalez, A., 2003. Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes. *Proceedings of the National Academic of Sciences of the United States of America*, 100(22), 12765–12770.
- Mackay, E., 1944. *Fundamentos y métodos de la ordenación de montes. Primera parte.* Escuela de Ingenieros de Montes, Madrid.
- Madrigal-Collazo, A., 1999. *Ciencias y técnicas forestales. 150 años de aportaciones de los ingenieros de montes.* Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- Majoral, R., 2006. De la guerra civil a la Unió Europea. En: Garrabou, R. (Coord.). *Història agrària dels països catalans, Segles XIX-XX.* Fundació Catalana per la Recerca, Barcelona, pp. 605-614.
- Malanima, P., 2006. Energy Crisis and Growth, 1650-1850. The European Deviation in Comparative Perspective. *Journal of Global History*.1(1), 91-121.
- Malhi, Y., Roberts, J.T.R., Betts, R.A. et al. 2008. Climate change, deforestation and the fate of Amazon. *Science*, 319, 169-172.
- Mallarach, J.M. i Comas, E. (Eds.), 2008. *Protegits, de fet o de dret? Primera avaluació del sistema d'espais naturals protegits.* Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona.
- Marcantonio, M., Rocchini, D., Geri, F., Bacaro, G., & Amici, V., 2013. Biodiversity, roads, & landscape fragmentation: Two Mediterranean cases. *Applied Geography*, 42, 63-72.
- Marcot, B. G., Holthausen, R.S., Teply, J., Carrier, W.D., 1991. Old-growth inventories: status, definitions, and visions for the future. In: *Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests.* Ruggiero L. F., Aubry K. B., Carey A. B., Huff M. H. (technical coordinators). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Portland, Oreg. General Technical Report PNW-285.
- Margalef, R., 2006. Ecological Theory and Prediction in the Study of Interaction between Man and the Rest of the Biosphere. *Medi Ambient. Tecnologia i Cultura*, 38, 114-125 [Disponible a: <http://territori.gencat.cat/ca/detalls/Article/38-00003>].
- Marlon, J.R., Bartlein, P.J., Carcaillet, C. et al., 2008. Climate and human influences on global biomass burning over the past two millennia. *Nature Geoscience*, 1, 697-702.
- Martin A., Cervera T., 2017. Foment a la gestió dels boscos de titularitat privada de Catalunya. Subvencions a la gestió forestal sostenible 1994-2013. Centre de la Propietat Forestal. [Disponible a: <http://cpf.gencat.cat/es/detalls/Article/Informe-subvencions>].
- Marull, J., Mallarach, J.M., 2005. A new GIS methodology for assessing and predicting landscape and ecological connectivity: Applications to the Metropolitan Area of Barcelona (Catalonia, Spain). *Landscape and Urban Planning* 71, 243-62.
- Marull, J., Pino, J., Mallarach, J.M., Cordobilla, M.J., 2007. A Land Suitability Index for Strategi Environmental Assessment in metropolitan áreas. *Landscape and Urban Planning* 81, 200-212.

- Marull, J.; Pino, J., Tello, E., 2008. The Loss of Landscape Efficiency: An Ecological Analysis of Land-Use Changes in Western Mediterranean Agriculture (Vallès County, Catalonia, 1853-2004). *Global Environment. Journal of History and Natural and Social Sciences*, 2, 112-150.
- Marull, J., Pino, J., Tello, E. & Cordobilla, M. J., 2010. Social metabolism, landscape change and land-use planning in the Barcelona Metropolitan Region. *Land Use Policy*, 27(2), 497-510.
- Marull, J., Tello, E., Wilcox, P., et al. 2014. Recovering the landscape history behind a Mediterranean edge environment (The Congost Valley, Catalonia, 1854-2005): The importance of agroforestry systems in biological conservation. *Applied Geography*, 54, 1-17.
- Marull, J., Tello, E., Fullana, et al., 2015a. Long-term bio-cultural heritage: Exploring the intermediate disturbance hypothesis in agro-ecological landscapes (Mallorca, c. 1850-2012). *Biodiversity and Conservation*, 24, 3217–3251.
- Marull, J., Otero, I., Stefanescu, C., Tello, E., Coll, F., Pons, M., Diana, G., 2015b. Exploring the links between forest transition and landscape changes in the Mediterranean. Can forest recovery lead to lower landscape quality? *Agroforestry Systems*, 89(4), 705-719.
- Marull, J., Font, C., Tello, E., et al., 2016a. Towards an Energy–Landscape Integrated Analysis? Exploring the links between socio-metabolic disturbance and landscape ecology performance (Mallorca Island, Spain, 1956-2011). *Landscape Ecology*, 31(2), 317-336.
- Marull, J., Font, C., Padró, R. et al., 2016b. Energy–Landscape Integrated Analysis: A proposal for measuring complexity in internal agroecosystem processes (Barcelona Metropolitan Region, 1860–2000). *Ecological Indicators*, 66, 30-46.
- Mas, C., 2000. *Història de la farga catalana: el cas de la vall Ferrera, al Pallars Sobirà (1750-1850)*. Pagès, Lleida.
- Mather, A.S. 1992. The forest transition. *Area*, 24, 367-379.
- Mather, AS. 2007. Recent Asian forest transitions in relation to forest-transition theory. *International Forestry Review* 9:491-502.
- Matson, P.A, Parton, W.J., Power, A.G., Swift, M.J., 1997. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science* 277, 504-509.
- Matson, P. & Vitousek, P., 2006. Agricultural Intensification: Will Land Spared from Farming be Land Spared for Nature? *Conservation Biology* Volume 20, No. 3, 709–710.
- Mayumi, K., 1991. Temporary emancipation from land: from the industrial revolution to the present time. *Ecological Economics*, 4, 35-56.
- McDonald, M., Crabtree, J. R., Wiesinger, G., Dax, T., Stamou, N., Fleury, P., Gutierrez Lazpita, J. & Gibon, A., 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59, 47–69.
- Meyfroidt, P., & Lambin, E., 2009. Forest transition in Vietnam and displacement of deforestation abroad. Arizona State University. B.L Turner II.
- Meyfroidt, P., Rudel, T., Lambin E., 2010. Forest transitions, trade, and the global

displacement of land use. PNAS, Vol 107, no 49.

Meyfroidt, P., & Lambin, E.F. 2011. Global forest transition: prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 343-371.

Millán, J., Tello, E. i Jover, G., 2006. La crisi de coexistència de les formes de propietat: el sentit de la reforma agrària liberal i el referent revolucionaria francès. En: Garrabou, R. (Coord.). *Història agrària dels Països Catalans*, vol. 4, segles XIX-XX. Fundació Catalana per la Recerca, Barcelona, 25-71.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington DC, 86.

Ministerio de Agricultura, 1945-1971. *Estadística Forestal de España*. Servicio de Estadística. Dirección General de Montes. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, 1955. *Datos del Servicio de estadística para los años de 1954-1955*. Estadística Forestal de España. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, 1966. *Inventario Forestal Nacional Tarragona*. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, 1970a. *Inventario Forestal Nacional Barcelona*. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, 1970b. *Inventario Forestal Nacional Gerona*. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, 1970c. *Inventario Forestal Nacional Lérida*. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. MA, Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 1990. *Clasificación General de los Montes Públicos 1859*. ICONA, Madrid

Ministerio de Fomento, 1908. *Memoria sobre el proyecto de ley de conservación de montes y repoblación forestal*. Imprenta Ricardo Rojas, Madrid.

Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Pincheira, F. & Lara, A., 2015. Different times, same story: Native forest loss and landscape homogenization in three physiographical areas of south-central of Chile. *Applied Geography*, 60, 20-28.

Moore, J.W., 2010. The End of the Road? Agricultural Revolutions in the Capitalist World-Ecology, 1450-2010. *Journal of Agrarian Change*. 10 (3), 389-413.

Morán-Ordóñez, A., Suárez-Seoane, S., Calvo, L. & de Luis, E., 2011. Using predictive models as a spatially explicit support tool for managing cultural landscapes. *Applied Geography*, 31(2), 839-848.

Moreira, F., & D. Russo. 2007. Modelling the impact of agricultural abandonment and wildfires on vertebrate diversity in Mediterranean Europe. *Landscape Ecology* 22:1461-1476.

Moreno, P., 1858. *Estadística Territorial de la Provincia de Barcelona*. Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. Instituto Geográfico Nacional. Manuscrito 1733, Madrid.

- Morrissey, R.C., Saunders, M.R. & Jenkins, M.A., 2015. Successional and structural responses to overstorey disturbance in managed and unmanaged forests. *Forestry*, 88, 376-389.
- Motet, A., Ladet, S., Coqué, N., et al., 2006. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114, 296-310.
- Muñoz, G., 1983. *Crónica sobre bosques y montes de la península hispánica*. ETSI de Montes. Madrid.
- Nadal, J., Benaúl, J.M, Sudrià, C. et al., 2012. *Atles de la industrialització de Catalunya: 1750-2010*. Vicens Vives, Barcelona, 529.
- Naredo, J.M., 1996. *La evolución de la agricultura en España (1940-1990)*. Universidad de Granada, Granada.
- Naredo, J.M., 2001. La modernización de la agricultura española y sus repercusiones ecológicas. En: González de Molina, M. y Martínez-Alier, J. (Eds.). *Naturaleza transformada. Estudios de Historia Ambiental en España*. Icaria, Barcelona, 55-86.
- Navarro, L.M., Pereira, H.M., 2012. Rewilding Abandoned Landscapes in Europe. *Ecosystems*, 15(6), 900-912.
- Ninyerola, M., Pons, X. & Roure, J.M. 2000. A methodological approach of climatological modelling of temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology*, 20, 1823-1841.
- Nunes, A.N., 2012. Regional variability and driving forces behind forest fires in Portugal an overview of the last three decades (1980–2009). *Applied Geography*, 34, 576-586.
- Olarieta, J.R.; Padrò, R.; Masip, G.; Rodríguez-Ochoa, R.; Tello, E., 2011. 'Formiguers', a historical system of soil fertilization (and biochar production?). *Agriculture, Ecosystem and Environment*.140(1-2), 27-33.
- Opdam, P., Steingröver, E., van Rooij, S., 2006. Ecological networks. A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and Urban Planning* 75, 322–332.
- Otero, I., Boada, M., Badia A., Pla, E., Vayreda, J., Sabaté, S., Gracia, C., Peñuela, J., 2011. Loss of water availability and stream biodiversity under land abandonment and climate change in a Mediterranean catchment (Olzinelles, NE Spain). *Land Use Policy*, 28, 207-218.
- Otero, I., Marull, J., Tello, E., Diana, G.D, Pons, M., Coll, F., Boada, M., 2015. Land abandonment, landscape, and biodiversity: questioning the restorative character of the forest transition in the Mediterranean. *Ecology and Society*, 20(2):7.
- Oteros-Rozas, E., Ontillera-Sánchez, R., Sanosa, P. et al., 2013. Traditional ecological knowledge among transhumant pastoralists in Mediterranean Spain. *Ecology and Society*, 18(3), 33.
- Pagnutti, C., Bauch, C.T. & Anan, M., 2013. Outlook on a Worldwide Forest Transition. *PLoS ONE* 8(10), e75890.
- Palahí, M., 2016. La bioeconomía: motor de crecimiento de futuro. *La Revista Triodos*. <https://revista-triodos.com/la-bioeconomia-motor-de-crecimiento-del-futuro/>

- Papanastasis, V.P., Mantzanas, K., Dini-Papanastasi, O., Ispikoudis, I., 2009. Traditional agroforestry systems and their evolution in Greece. In: Rigueiro-Rodríguez A, McAdam J, Mosquera-Losada MR (eds) *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. Springer Science + Business Media B.V., Dordrecht, 89–109.
- Parcerisas, L., Marull, J., Pino, J., Tello, E., Coll, F., & Basnou, C. 2012. Land use changes, landscape ecology and their socioeconomic driving forces in the Spanish Mediterranean coast (El Maresme County, 1850-2005). *Environmental Science & Policy*, 23 123-132.
- Parejo, F.M., 2006. Cambios en el negocio mundial corchero: un análisis a largo plazo de las exportaciones españolas (1849-2000). *Historia Agraria*. 39, 241-267.
- Parrotta, J., Agnoletti, M. & Johann, E. (eds.), 2006. *Cultural heritage and sustainable forest management: The role of traditional knowledge*. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe-International Union of Forest Research Organizations, Warsaw, 2 vols., 543 pp.
- Pausas, J.G. & Fernández-Muñoz, S., 2012. Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: from fuel-limited to drought-driven fire regime. *Climatic Change*, 110(1-2), 215-226.
- Pèlachs, A., Nadal, J., Soriano, J.M. et al., 2009. Changes in Pyrenean woodlands as a result of the intensity of human exploitation: 2,000 years of metallurgy in Vallferrera, northeast Iberian Peninsula. *Vegetation History and Archaeobotany*, 18(5), 403-416.
- Pérez-Soba, I., 2006. *Catalogación, deslinde y amojonamiento de los montes de utilidad pública*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Perfecto, I., & Vandermeer, J., 2010. *The agroecological matrix as alternative to the land sparing agriculture intensification model*. Edited by Richard Levins, Harvard University.
- Petit, S., Firbank, L., Wyatt, B. & Howard, D. 2001. MIRABEL: models for integrated review and assessment of biodiversity in European landscapes. *Ambio*, 30(2), 81–8.
- Phalan, B., Onial, M., Balmford, A., Green, R.E., 2011. Reconciling Food Production and Biodiversity Conservation: Land Sharing and Land Sparing Compared. *Science* 333, 1289-1291.
- Pierce, S., 2014. Implications for biodiversity conservation of the lack of consensus regarding the humped-back model of species richness and biomass production. *Functional Ecology*, 28, 253-257.
- Pino, J., Marull, J., 2012. Ecological networks: Are they enough for connectivity conservation? A case study in the Barcelona Metropolitan Region (NE Spain). *Land Use Policy* 29, 684-90.
- Plieninger, T., 2012. Monitoring directions and rates of change in trees outside forests through multitemporal analysis of map sequences. *Applied Geography*, 32(2), 566-576.
- Plieninger, T., Hui, C., Gaertner, M., et al., 2014. The Impact of Land Abandonment on Species Richness and Abundance in the Mediterranean. A meta-analysis. *Plos One*, 9(5), e9835.

Poyatos, R., Latron, J., Lorens, P., 2003. Land Use and Land Cover Change After Agricultural Abandonment. The Case of a Mediterranean Mountain Area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*, 23(4), 362-368.

Preiss, E., Martin, J.L. & Debussche, M., 1997. Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* 12:51-61

Queiroz, C., Beilin, R., Folke, C., & Lindborg, R., 2014. Farmland abandonment: threat or opportunity for biodiversity conservation? A global review. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12, 288-296.

Rabascall, X., 2013. Los planes técnicos forestales en Cataluña. Análisis de la planificación y gestión forestal. *Actas del VI Congreso Forestal Español, 2013. Sociedad española de ciencias forestales*. Disponible on line a: <http://www.congresoforestal.es/actas>.

Radkau, J., 1996. Wood and forestry in German history. In quest of an environmental approach. *Environment and History*, 2, 63-76.

Ramos-Gorostiza, J.L., Trincado, E., 2003. Idees econòmiques i gestió forestal en l'àmbit ibèric, 1848-1936. *Estudis d'Història Agrària*. 15, 211-224.

Ramos-Gorostiza, J.L., 2005. Concepciones económicas en los inicios de la conservación de la naturaleza en España: nexos y contrastes con el caso estadounidense. *Historia Industrial*. 28, 11-45.

Redo, D., Bass, J.O.J., Millington, A.C., 2009. Forest dynamics and the importance of place in western Honduras. *Applied Geography*, 29 (1), 91-110.

Retana, J., Espelta, J.M., Habrouk, A. et al., 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in north-eastern Spain. *Ecoscience*, 9(1), 89-97.

Rey Benayas, J.M., Navarro, J., Espigares, T., Nicolau, J.M. & Zavala, M.A., 2005. Effects of artificial shading and weed mowing in reforestation of Mediterranean abandoned cropland with contrasting *Quercus* species. *Forest Ecology Management*, 212, 302-314.

Rey Benayas, J.M., Martins, A., Nicolau, J.M. & Schulz, J.J., 2007. Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB reviews*, 2(57), 1-14.

Rey Benayas, J.M., Bullock, J.M. & Newton A.C., 2008. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329-336.

Rey Benayas, J.M., Newton, A.C., Diaz, A. & Bullock, J.M., 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*, 325, 1121-1124.

Riu, M., 1962. La formación de las zonas de pastos veraniegos del monasterio de Santes Creus en el Pirineo durante el siglo XII. *Publicaciones del Archivo Bibliográfico de Santes Creus*, 17, Santes Creus.

Roesch, F.A. & Van Deusen, P.C., 2012. Monitoring forest/non-forest land use conversion rates with annual inventory data. *Forestry*, 85(3), 391-398.

- Roigé X., Contreras J., Cots P., Font J., Gómez M., Parès P., Peret M., Ros I., Such X., 1995. Pirineo catalán. Cuadernos de trashumancia. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/ICONA.
- Rotherham, I.D. 2015. Bio-cultural heritage and biodiversity: emerging paradigms in conservation and planning. *Biodiversity and Conservation*, 24, 3405–3429.
- Roxburgh, S. H., Shea, K. & Wilson, J. B. 2004. The Intermediate Disturbance Hypothesis: Patch Dynamics and Mechanisms of Species Coexistence. *Ecology*, 85(2), 359–371.
- Rudel, T.K., Coomes, O.T., Moran, E. et al., 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change*, 15, 23-31.
- Rudel, T. K., Schneider L., Uriarte M., 2010. Forest transitions: An introduction. *Land Use Policy*, 27, 95-97.
- Ruiz, M. & Ruiz, J.P. 1986. Ecological History of Transhumance in Spain. *Biology and Conservation*, 37, 73-86.
- Sala, P., 1997. La conflictividad rural en un monte comunal gerundense: pueblos y mansos ante el Estado interventor en la segunda mitad del siglo XIX. *Historia Agraria*. 13, 105-124.
- Sala, P., 1998. Obrador, indústria i aranzels al districte surer català (1830-1930). *Recerques: història, economia, cultura*. 37, 109-136.
- Sala, P., 2003a. Manufacturas de Corcho SA, antiga Miquel & Vincke: líder de l'exportació industrial espanyola, 1900-1930. Museu del Suro de Palafrugell, Palafrugell.
- Sala, P., 2003b. Estructura y coyuntura de los precios forestales (maderas, corchos y combustibles en la Cataluña del nordeste, 1850-1930. In: Sebastián-Amarilla, J.A. & Uriarte-Ayo, R. (Eds.) *Historia y economía del bosque en la Europa del sur (siglos XVIII-XX)*. SEHA/Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 257-292.
- Salvati, L. & Ferrara, A., 2013. Do land cover changes shape sensitivity to forest fires in peri-urban areas? *Urban Forestry and Urban Greening*, 13, 571-575.
- Salvati, L., Tombolini, L., Perini, L. & Ferrara, A., 2013. Landscape changes and environmental quality: the evolution of land vulnerability and potential resilience to degradation in Italy. *Regional Environmental Change*, 13(6), 1223-1233.
- Sanllehy, M.A., Bringué, J.M., 2005. Les muntanyes i els homes: una aproximació a la societat, l'economia i la història. *Estudis d'Història Agrària*, 18, 15-46.
- Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R. et al., 2005. Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science*, 310, 1333-1337.
- Schulz, J. J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J. & Rey Benayas, J. M., 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography*, 30(3), 436-447.
- Serra, P., Pons, X. & Saurí, D., 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28, 189-209.

- Servicio de Minas y de Montes, 1911. Memoria relativa a los servicios de la agricultura. SMM, Madrid.
- Shannon, C.E., 1948. A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal* 27. 379-423, 623-656.
- Shea, K., Roxburgh, S. H. & Rauschert, E. S. L., 2004. Moving from pattern to process: coexistence mechanisms under intermediate disturbance regimes. *Ecology Letters*, 7, 491–508.
- Sheffer, E., 2012. A review of the development of Mediterranean pine–oak ecosystems after land abandonment and afforestation: are they novel ecosystems? *Annals of Forest Science*, 69(4), 429-443.
- Sieferle, R.P., 2001a. *The Subterranean Forest. Energy Systems and the Industrial Revolution*. The White Horse Press, Cambridge.
- Sieferle, R.P., 2001b. Qué es la historia ecológica. En: González de Molina, M. y Martínez Alier, J. (Eds). *Naturaleza transformada: estudios de historia ambiental en España*, Barcelona, Icaria, 31-54.
- Sirami, C., Nespoulous, A., Cheylan, J. P., Marty, P., Glen T. Hvenegaard, G. T., Geniez, P., Schatz, B. & Martin, J. L., 2010. Long-term anthropogenic and ecological dynamics of a Mediterranean landscape: Impacts on multiple taxa. *Landscape Urban Plan*, 96, 214–223.
- Smil, V., 2001a. *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch and the transformation of world food production*. MIT Press, Cambridge (Mas.).
- Smil, V., 2001b. *Energías: una guía ilustrada de la biosfera y la civilización*. Crítica, Barcelona.
- Smil, V., 2003. *Alimentar al mundo: un reto del siglo XXI*. Siglo XXI, Madrid.
- Smil, V., 2010. *Energy transitions: history, requirements, prospects*. Praeger, Santa Barbara (Cal).
- Spies, T.A., Franklin, J.F., 1988. Old-growth and forest dynamics in the Douglas–fir region of western Oregon and Washington. *Natural Areas Journal* 8:190–201.
- Soto, D., Infante-Amate, J., Guzmán, G.I., Cid, A., Aguilera, A., García, R. & González de Molina, M., 2016. The social metabolism of biomass in Spain, 1900–2008: From food to feed-oriented changes in the agro-ecosystems. *Ecological Economics*, 128, 130-138.
- Stoate, C., Blaldi, A., Beja, P., Boatman, N.D., Herzon, I., van Doorn, A., de Snoo, G.R., Rakosy, L., & Ramwell, C., 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe—A review. *Journal of Environmental Management*, 91, 22–46.
- Strijker, D., 2005. Marginal lands in Europe—causes of decline. *Basic and Applied Ecology*, 6, 99-106.
- Sudrià, C., Bartolomé, I., 2003. La era del carbón. En: Nadal, J. (Dir.). *Atlas de la industrialización de España, 1750-2000*. Fundación BBVA/Crítica, Barcelona, pp. 73-99.

- Svensson, J.R., Lindegarth, M., Jonsson, P.R. & Pavia, H. 2012. Disturbance-diversity models: what do they really predict and how are tested? *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 279, 2163-2170.
- Swift, M. J., Izac, A. M. N., van Noordwijk, M., 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes—are we asking the right questions? *Agriculture Ecosystems and Environment* 104 (1), 113-134.
- Tavares, A. O., Monteiro, M., Vargas, M. A., Pato, R. L. & Serra, R., 2014. Land use change and forest routing in a rural context: The relevance of the community-based management and planning framework. *Applied Geography*, 52, 153-171.
- Tello, E., Garrabou, R., Olarrieta, J.R. & Cussó, X. 2006. From integration to abandonment. Forest management in the Mediterranean agro-ecosystems before and after the ‘green revolution’ (The Vallès County. Catalonia, Spain, 1860-1999).
- Tello, E., Valldeperas, E., Ollés, N., Marull, J. et al. 2014. Looking backwards into a Mediterranean edge environment: Landscape changes in El Congost Valley (Catalonia), 1850-2005. *Environment & History*, 20,347-384
- Tello, E., Galán, E., Sacristán, V., Cunfer, G., Guzmán, G.I., González de Molina, M., Krausmann, F., Gingrich, S., Padró, R., Marco, I., Moreno-Delgado, D., 2016. Opening the black box of energy throughputs in farm systems: a decomposition analysis between the energy returns to external inputs, internal biomass reuses and total inputs consumed (the Vallès County, Catalonia, c.1860 and 1999). *Ecological Economics* 121, 160–174.
- Terradas, J.; Ibàñez, J.J.; Vayreda, J.; Espelta J.M; Àvila, A.; Gracia C., 2004. Els boscos de Catalunya. Estructura, dinàmica i funcionament. Documents dels Quaderns de mediambient, 11. Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Tilman, D., 1999. The Ecological Consequences of Changes in Biodiversity. A Search for General Principles. *Ecology* 80 (5), 1455-1474.
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T.C. et al., 2012a. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biology and Conservation*, 151, 53-59.
- Tscharntke, T., Tylianakis, J.M., Rand, T.A. et al., 2012b. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes—eight hypotheses. *Biological Reviews*, 87, 661–685.
- Turner, B. L., Lambin, E. F. & Reenberg, A., 2008. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Science*, 105(7), 2751- 20671.
- Uriarte, R., 2000. Explotación forestal e industria resinera en España: 1900-1936. *Estudios Geográficos*. 241, 655-682.
- Urteaga, L., 1987. La Tierra Esquilhada: Las ideas sobre la conservación de la naturaleza en la cultura española del siglo XVIII. SERBAL/CSIC, Barcelona.
- Urteaga, L., 1991. La política forestal del reformismo borbónico. En: Lucena, M. (Ed.). El bosque ilustrado. Estudios sobre la política forestal española en América. ICONA-Instituto de la Ingeniería de España, Madrid, 17-43.
- Vallecillo, S., L. Brotons & S. Herrando, 2008. Assessing the response of open-habitat bird

species to landscape changes in Mediterranean mosaics. *Biodiversity and Conservation*, 17:103-119.

Vallecillo S., Brotons L., Thuiller W., 2009. Dangers of predicting bird species distributions in response to land-cover changes. *Ecological Applications* 19:538-549.

Valls-Junyent, F., 2008. Compitiendo con el champagne. La industria española de los vinos espumosos antes de la Guerra Civil. *Revista de Historia Industrial*. 33, 47–79.

Verburg, P.H., van de Steeg, J., Veldkamp, A., Willemsen, L., 2009. From land cover change to land function dynamics: a major challenge to improve land characterization. *Journal of Environmental Management* 90, 1327-1335.

Vilà, J., 1949. Evolució històrica de la transhumància a Catalunya. *Comptes rendues XVI Congrès International de Géographie*. Lisboa.

Vilà Valentí, J., 1958. La ramaderia de Catalunya. *Geografia de Catalunya*, vol. 1. Barcelona: Aedos/ Enciclopèdia catalana, 447-466.

Vilà Valentí, J., 2010. El món rural a Catalunya. Barcelona: Societat Catalana de Geografia.

Vilar, P., 1966. Catalunya dins l'Espanya Moderna, vol. 3, Les transformacions agràries del segle XVIII català. Edicions 62, Barcelona.

Vilar, P., 1988. Cataluña en la España Moderna. La formación del capital comercial. Crítica. Barcelona

Walker, R. 1993. Deforestation and economic development. *The Canadian Journal of Regional Science*, 26(3), 481-497.

Walker, R. 2012. The scale of forest transition: Amazonia and the Atlantic forests of Brazil. *Original Research Article, Applied Geography*, 32(1), 12-20.

Warde, P., 2006. Fear of Wood Shortage and the Reality of the Woodland in Europe, c.1450–1850. *History Workshop Journal*. 62(1), 28-57.

Vayreda, J., Martínez-Vilalta, J., Gracia, M., Canadell, J.G., Retana, J., 2016. Anthropogenic-driven rapid shifts in tree Distribution lead to increased dominance of broadleaf species. *Global Change Ecology*, 22: 3984-3995.

Web del CREA, <http://creaf.uab.es>.

Web del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP), <http://agricultura.gencat.cat>.

Web de Departament de Territori i Sostenibilitat, <http://territori.gencat.cat>.

Web de la Generalitat de Catalunya, <http://www20.gencat.cat>.

Web del Instituto Nacional de Estadística (INE), <http://www.ine.es>.

Weber, J.L., 2007. Implementation of land and ecosystem accpunts at the European Environment Agency. *Ecological Economics*, 61, 695-707.

Wells, R.W., Lertzman, K.P., Saunders, S.C., 1998. Old-growth definitions for the forests of British Columbia, Canada. *Nat Areas J* 18:279–292

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.F., Ferrer, A., Peigné, J., 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 1–20.

Williams, M., 2003. *Deforesting the Earth. From Prehistory to Global Crisis*. The University of Chicago Press, Chicago.

Wrigley, E.A. 2010. *Energy and the English Industrial Revolution*. Cambridge University Press, Cambridge.

Wrbka, T., Erb, K.H., Schulz, N.B., Peterseil, J., Hahn, C., Haberl, H., 2004. Linking pattern and process in cultural landscapes. An empirical study based on spatially explicit indicators. *Land Use Policy* 21, 289-306.

Zamora, F. de, 1973. *Diario de los viajes hechos en Cataluña*. Curial, Barcelona.