

CTFC



SCIENCE FOR FOREST MANAGEMENT,
BIODIVERSITY & BIOECONOMY

Change the future, today

Gestió del paisatge per a l'adaptació al canvi global a la mediterrània

Jaime Coello, Mario Beltrán, Eduard Busquets, Pere Casals,
Lena Vilà, Paula Martín, Míriam Piqué
Programa de Gestión Forestal Multifuncional
Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC)

**1^a trobada conjunta d'agents socioeconòmics
del territori Life eCOadapt50
L'Estartit, 12 novembre 2024**

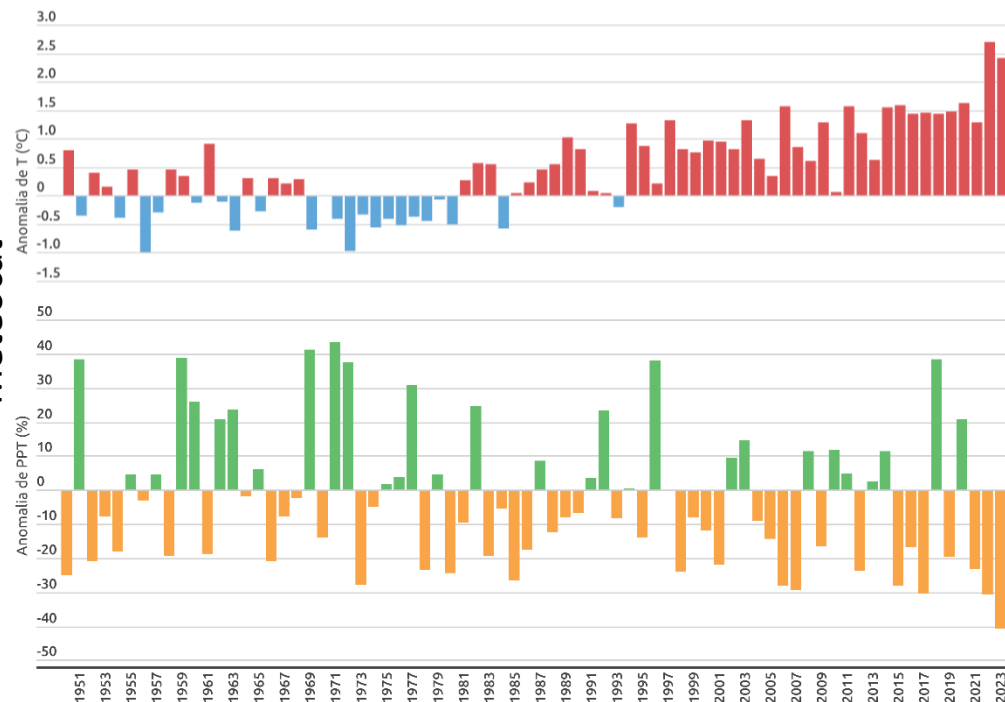


1. El canvi global i la simplificació del paisatge
2. Experiències de gestió i propostes per als paisatges mediterranis



Catalunya: 1950 - 2023

Meteocat



Anomalia temperatura
+0,26°C/decenni → **+1,9°C**

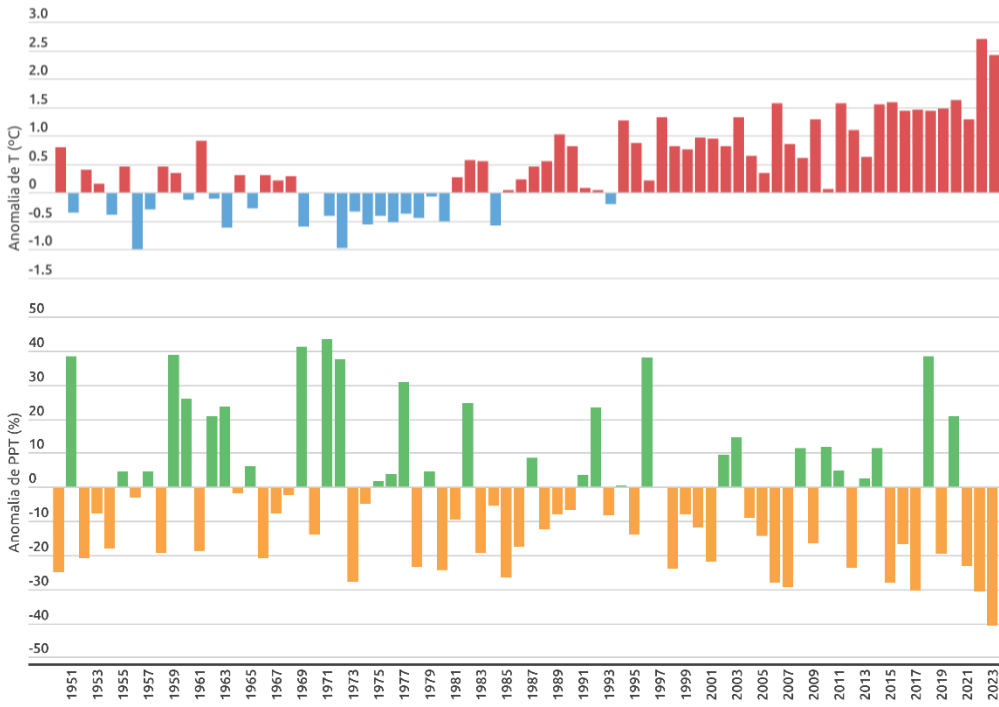
Anomalia precipitació estiu:
-4,9%/decenni → **-35%**

Superf. forestal arbrada: +50%

Població total: 2,5x



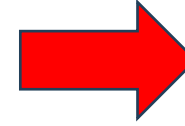
Meteocat



Catalunya: 1950 - 2023

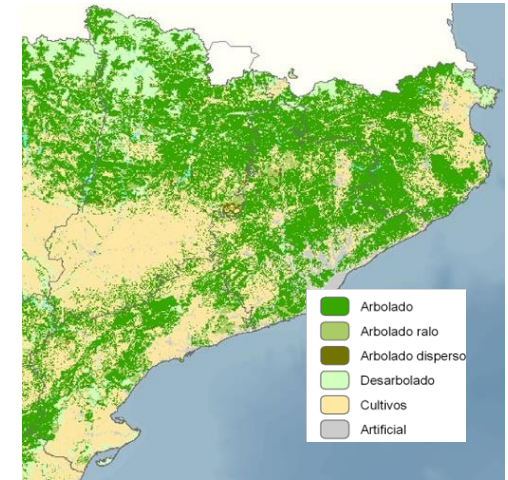
Anomalia temperatura
+0,26°C/decenni → **+1,9°C**

Anomalia precipitació estiu:
-4,9%/decenni → **-35%**



Impactes directes al bosc

- Mortalitat
- Vulnerabilitat a patògens
- Incendis

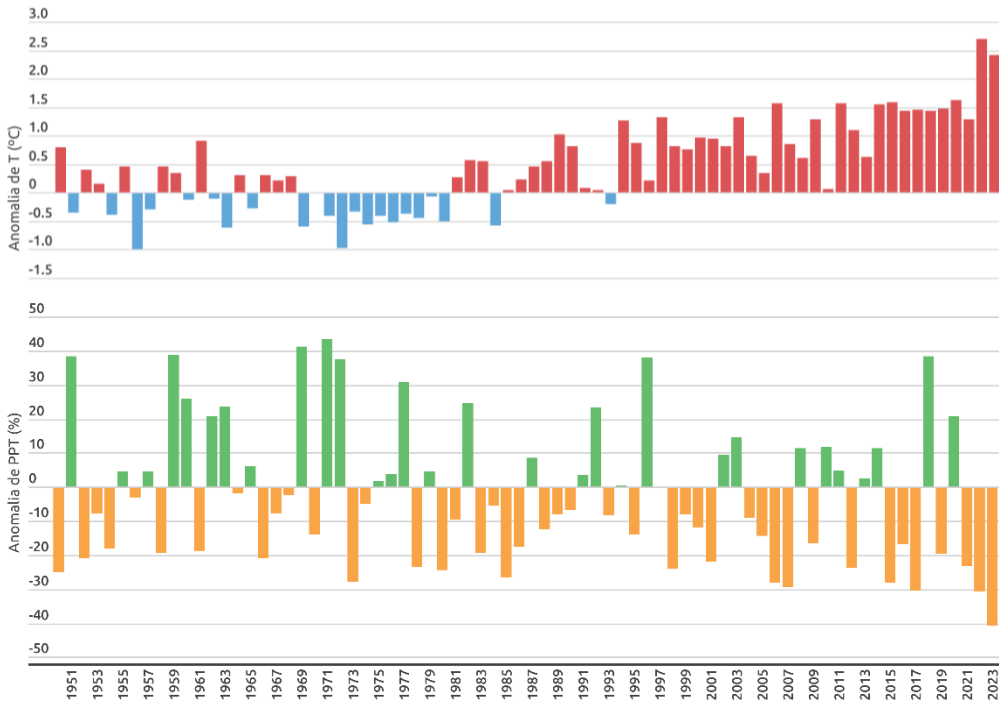


Superf. forestal arbrada: +50%

Població total: 2,5x



Meteocat



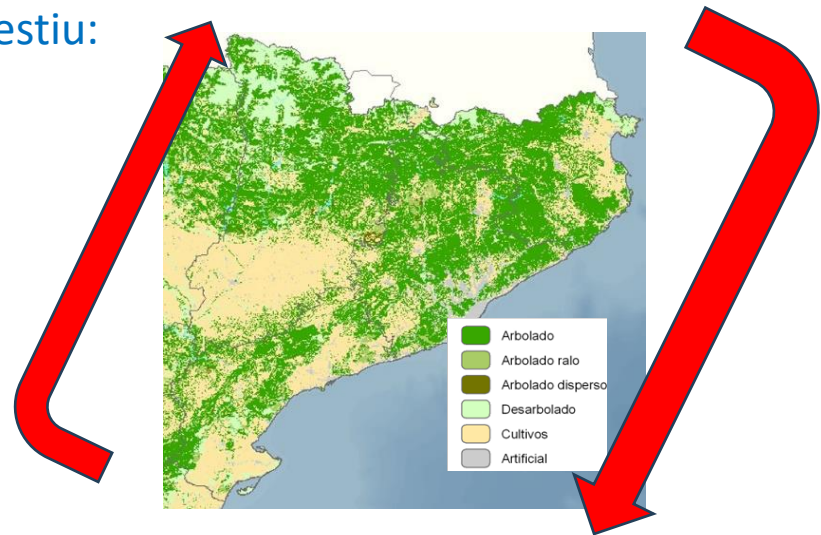
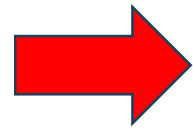
Catalunya: 1950 - 2023

Anomalia temperatura
+0,26°C/decenni → **+1,9°C**

Anomalia precipitació estiu:
-4,9%/decenni → **-35%**

Impactes directes al bosc

- Mortalitat
- Vulnerabilitat a patògens
- Incendis

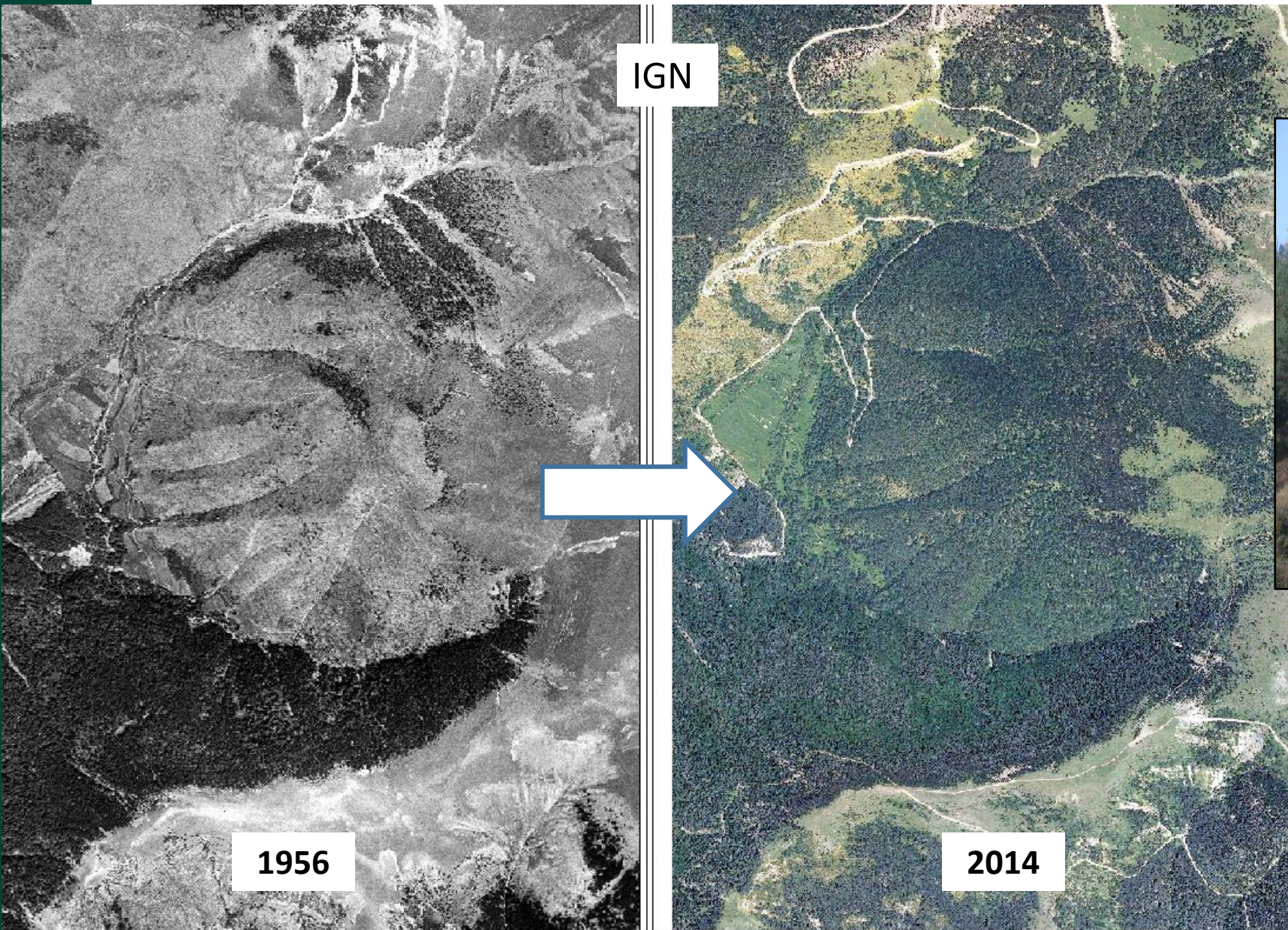


Taxa aprofitament (2003-22): 23%
Existències (1990-2015): +90%
Superf. forestal arbrada: +50%

Població total: 2,5x



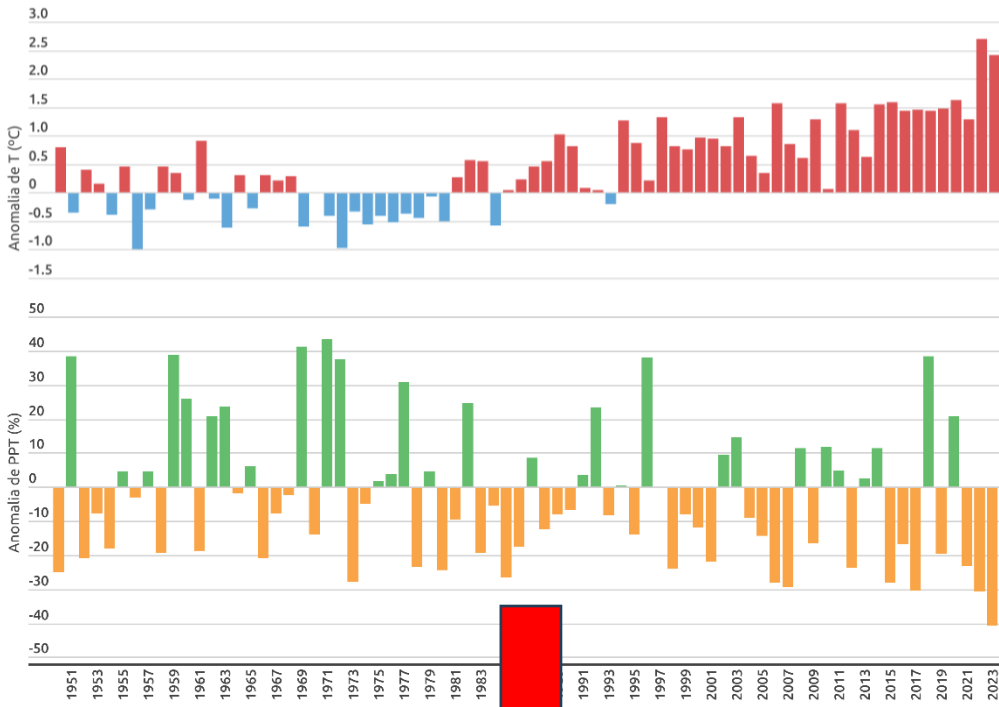
Paisatges de muntanya





Catalunya: 1950 - 2023

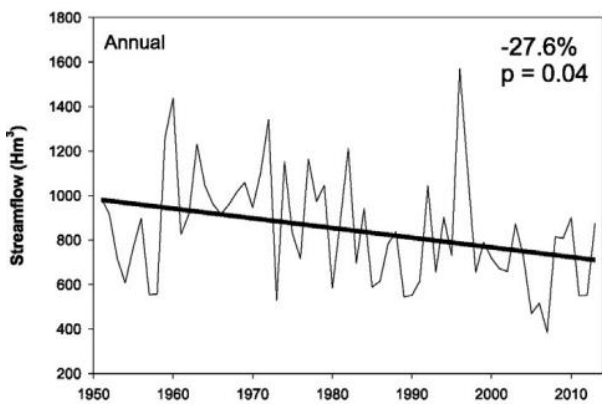
Meteocat



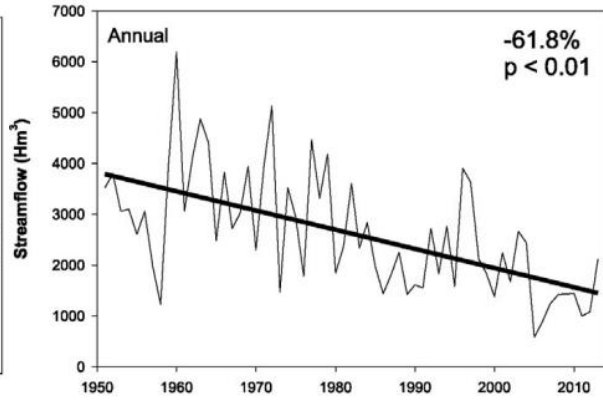
Anomalia temperatura
+0,26°C/decenni → **+1,9°C**

Anomalia precipitació estiu:
-4,9%/decenni → **-35%**

Cabal del Segre



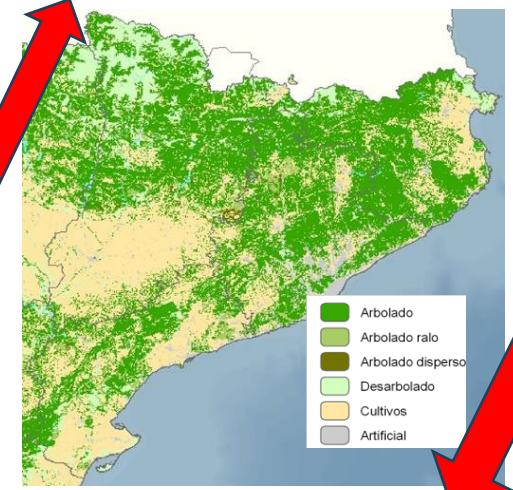
Organyà



Seròs

Impactes directes al bosc

- Mortalitat
- Vulnerabilitat a patògens
- Incendis

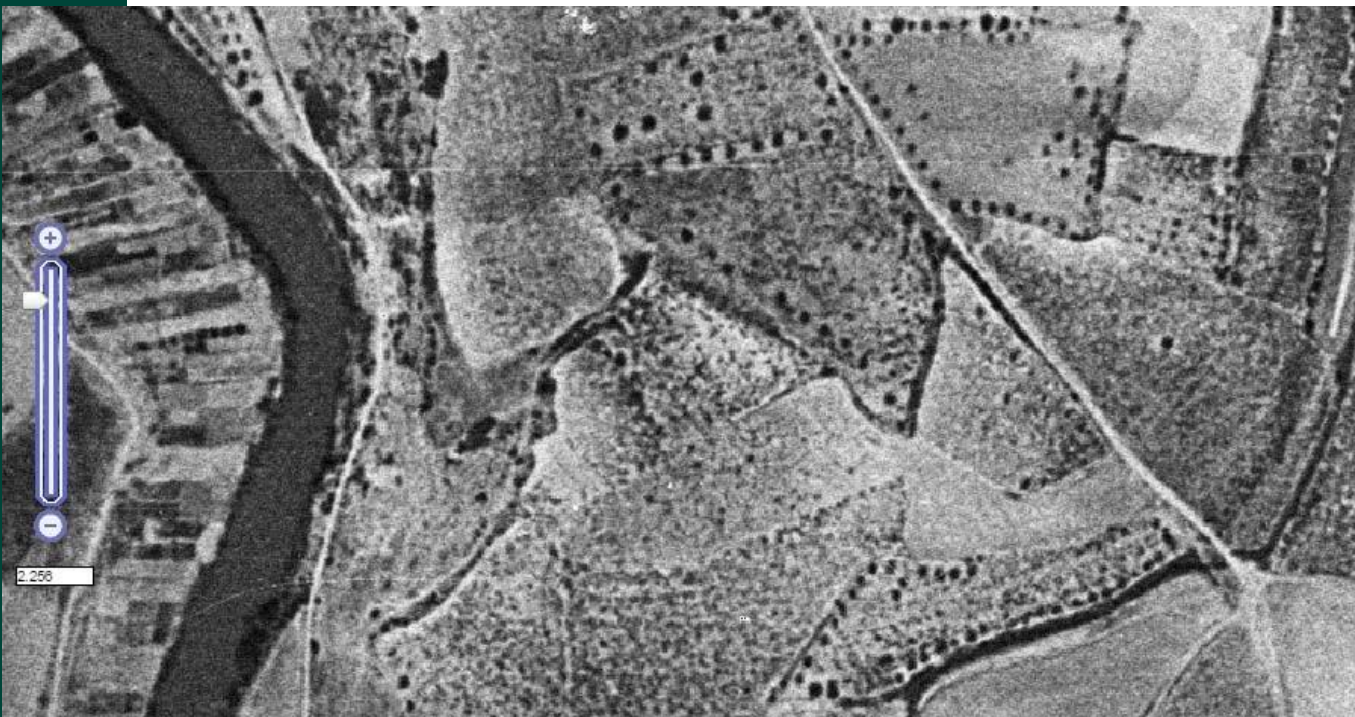


Taxa aprofitament (2003-22): 23%
Existències (1990-2015): +90%
Superf. forestal arbrada: +50%

Població total: 2,5x

Vicente-Serrano et al, (2017)

Paisatges plans



1956

IGN



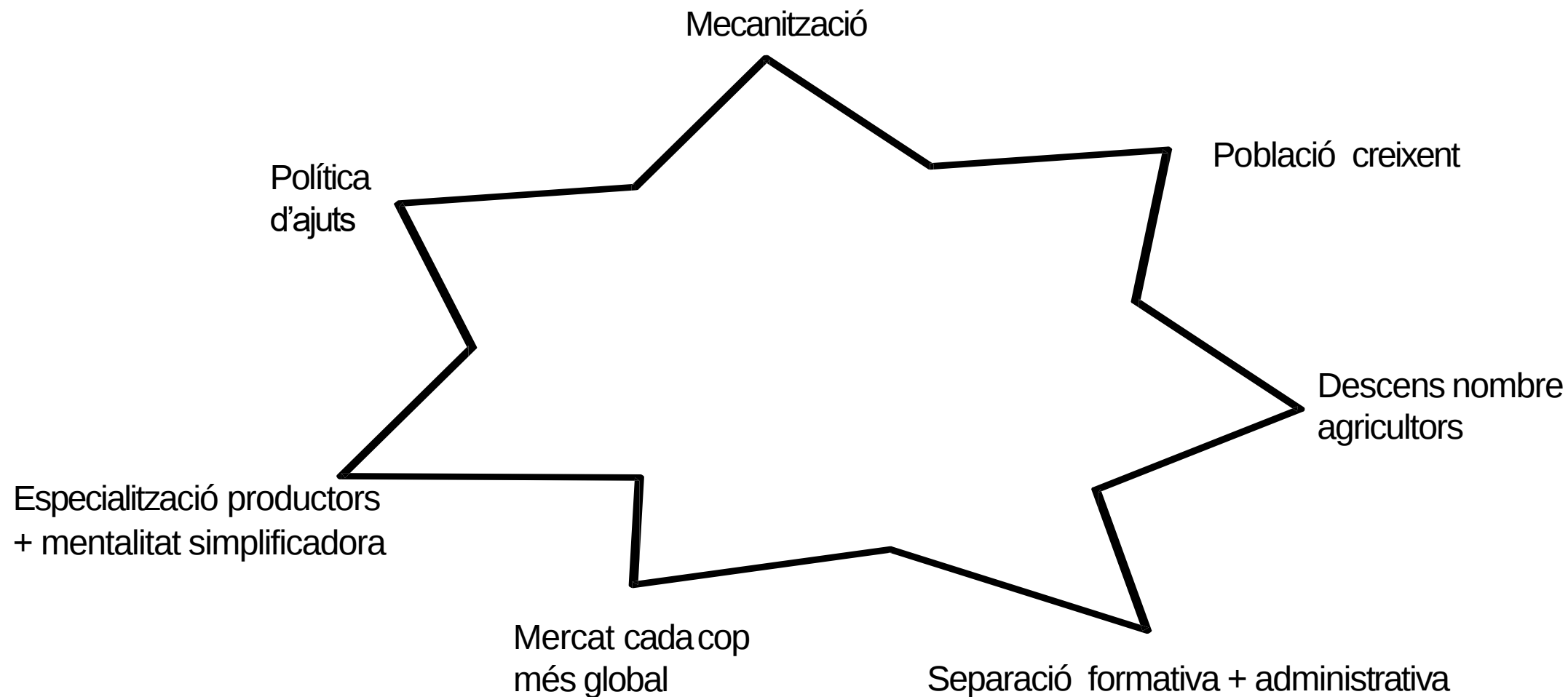
2014

Catalunya: -50% longitud marges 1957-81
(de Miguel et al, 2000)



Paisatges plans

Com hem arribat a aquests paisatges simplificats?





Paisatges plans

Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Productors molt vulnerables a fluctuacions...

- ...climàtiques (i sanitàries)
- ...preu de mercat d'un producte (globals)
- ...preus d'insums (molts importats)



Paisatges plans

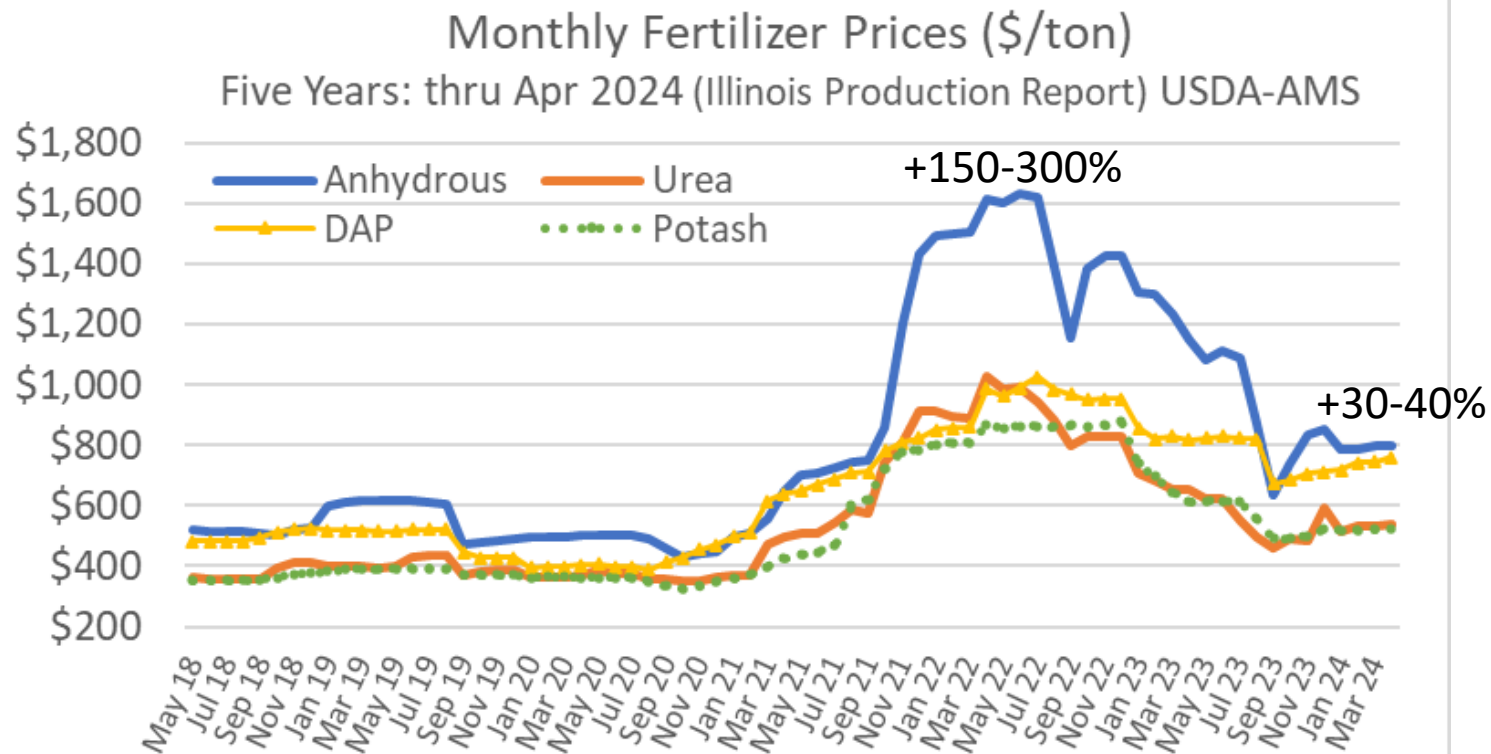
Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Productors molt vulnerables a fluctuacions...

...climàtiques (i sanitàries)

...preu de mercat d'un producte (globals)

...preus d'insums (molts importats)



Consum energètic agricultura UE:
50% producció fertilitzant
31% dièsel agrícola
5% producció pesticides i llavors
8% reg, emmagatzematge, assecat

Font: Paris et al, 2022

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098>



Paisatges plans

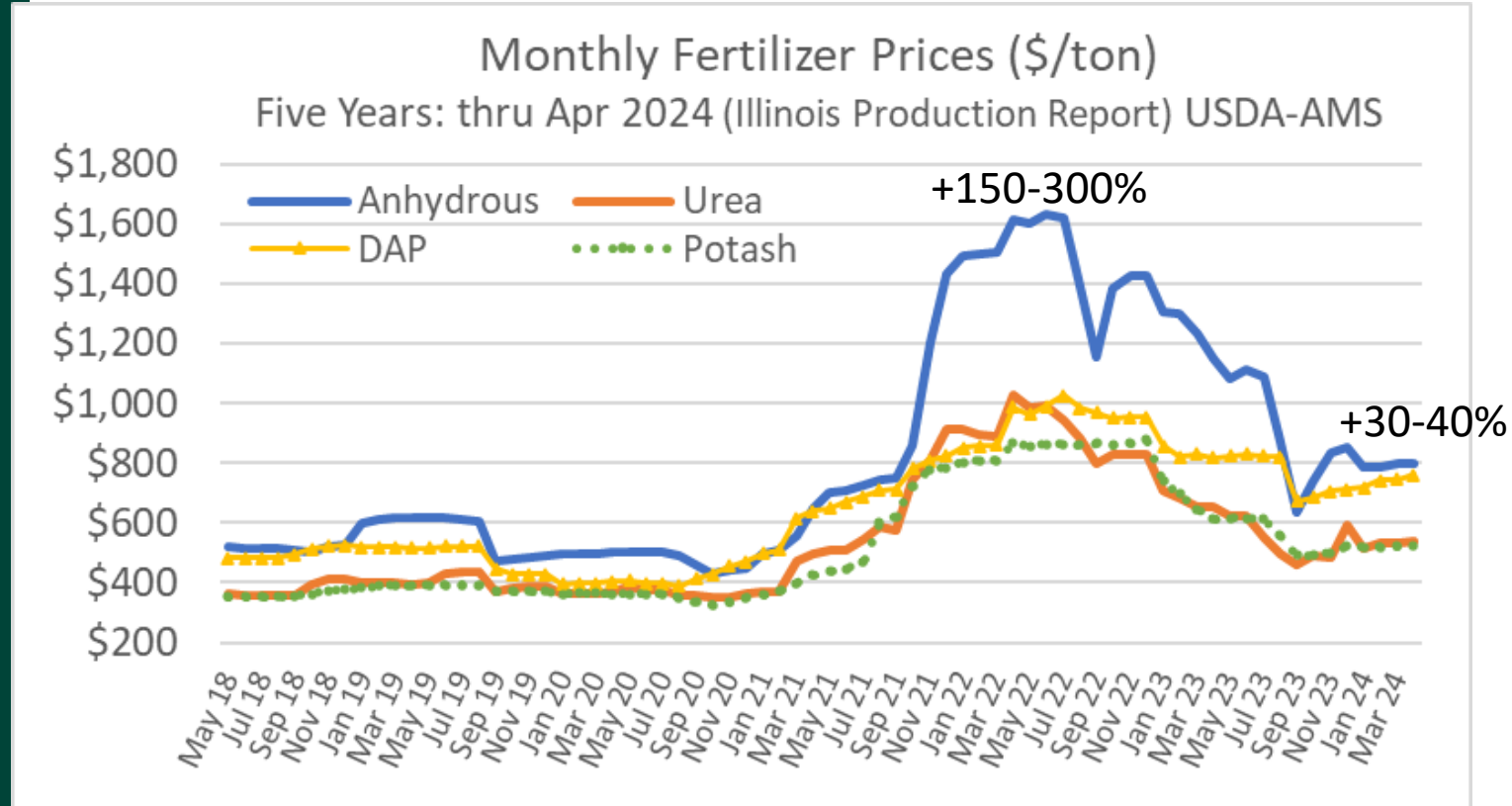
Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Productors molt vulnerables a fluctuacions...

- ...climàtiques (i sanitàries)
- ...preu de mercat d'un producte (globals)
- ...preus d'insums (molts importats)



Marge agrari (€/ha/any) decreixent
Viabilitat empreses agràries familiars?



Consum energètic agricultura UE:
50% producció fertilitzant
31% dièsel agrícola
5% producció pesticides i llavors
8% reg, emmagatzematge, assecat

Font: Paris et al, 2022

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098>



Paisatges plans

Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Productors molt vulnerables a fluctuacions...

- ...climàtiques (i sanitàries)
- ...preu de mercat d'un producte (globals)
- ...preus d'insums (molts importats)



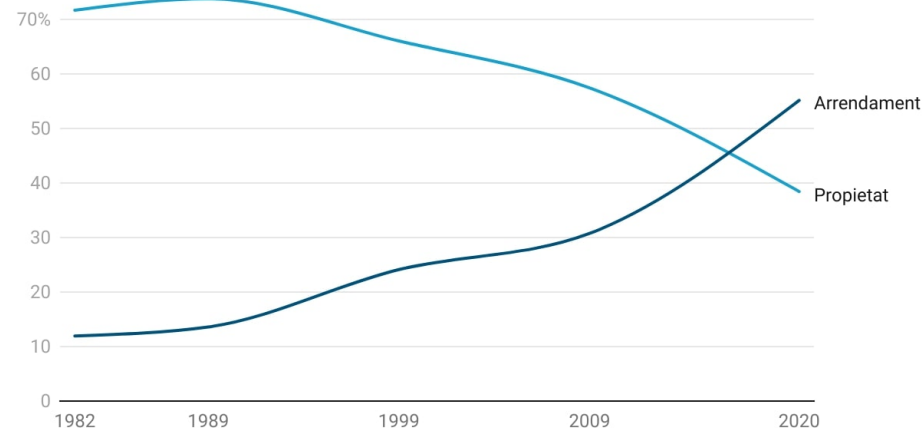
Marge agrari (€/ha/any) decreixent
Viabilitat empreses agràries familiars?

Alternatives:

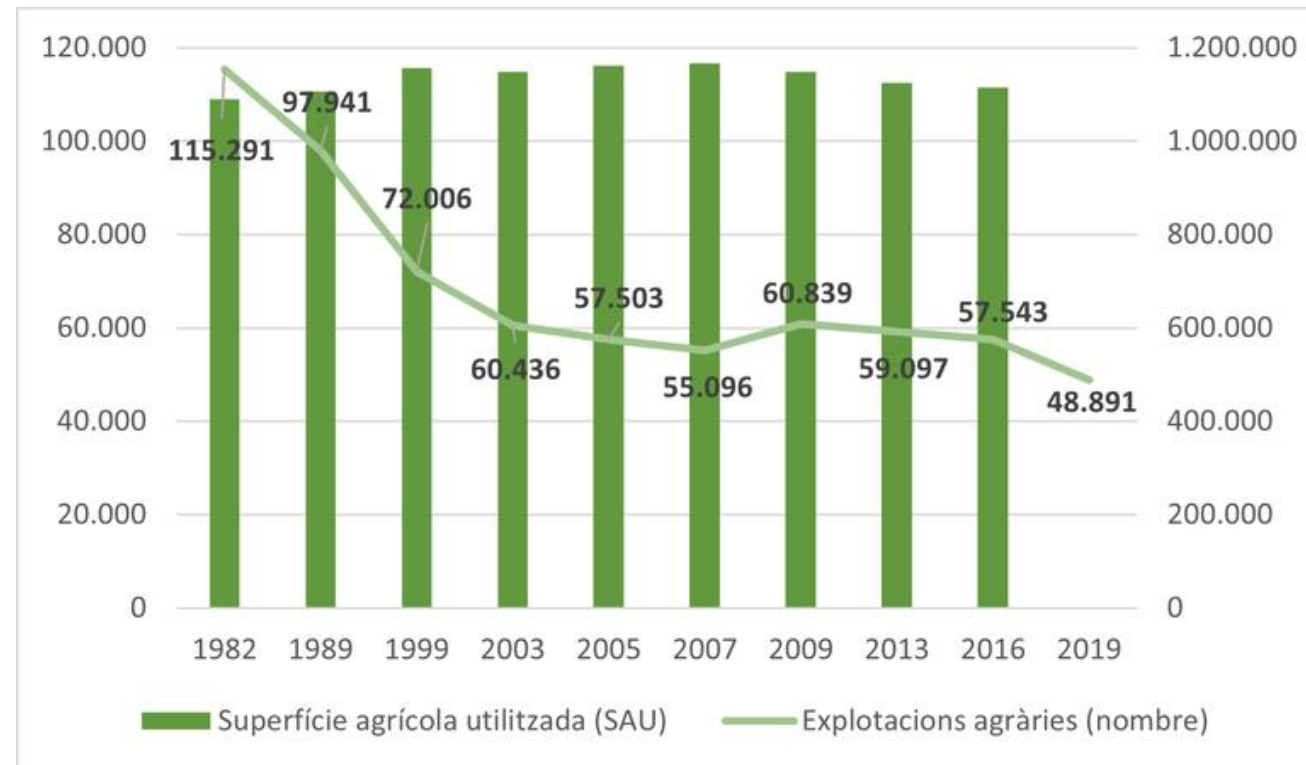
- continuar el camí: - explotacions, + grans i especialitzades

Font: ARCA

Percentatge d'hectàrees d'ús agrícola en règim de propietat i d'arrendament (1982-2020)



Només s'ha tingut en compte la Superfície Agrícola Utilitzada (SAU)
Source: Censos Agraris de l'INE (1982-2020) • Created with Datawrapper

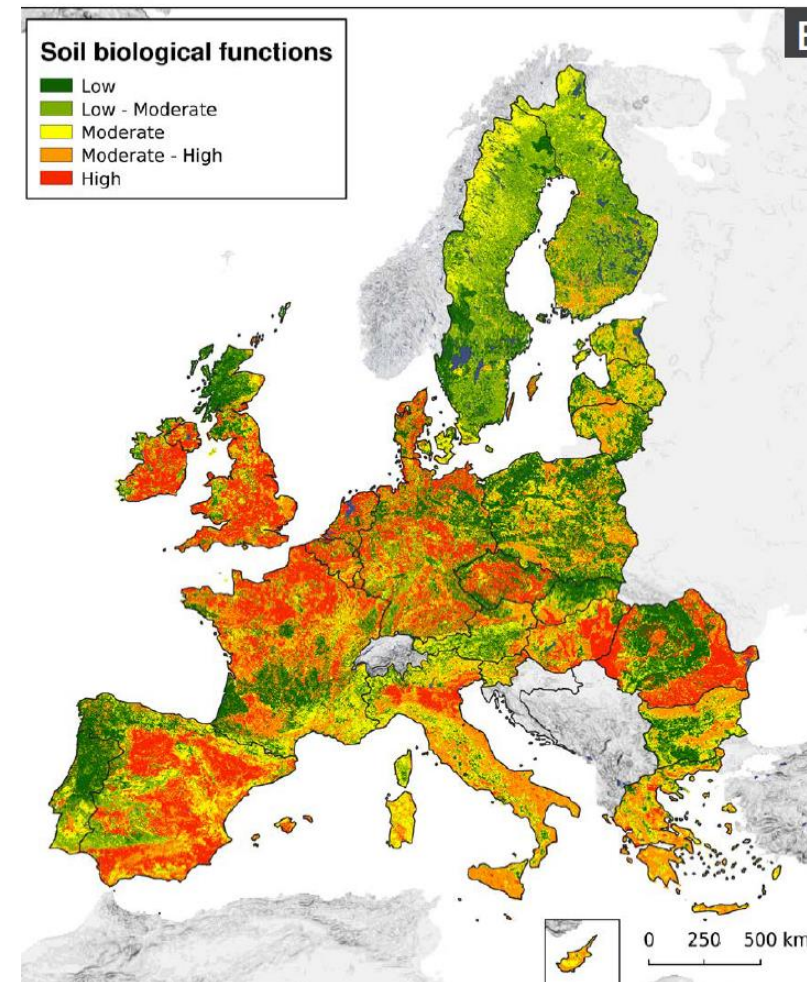
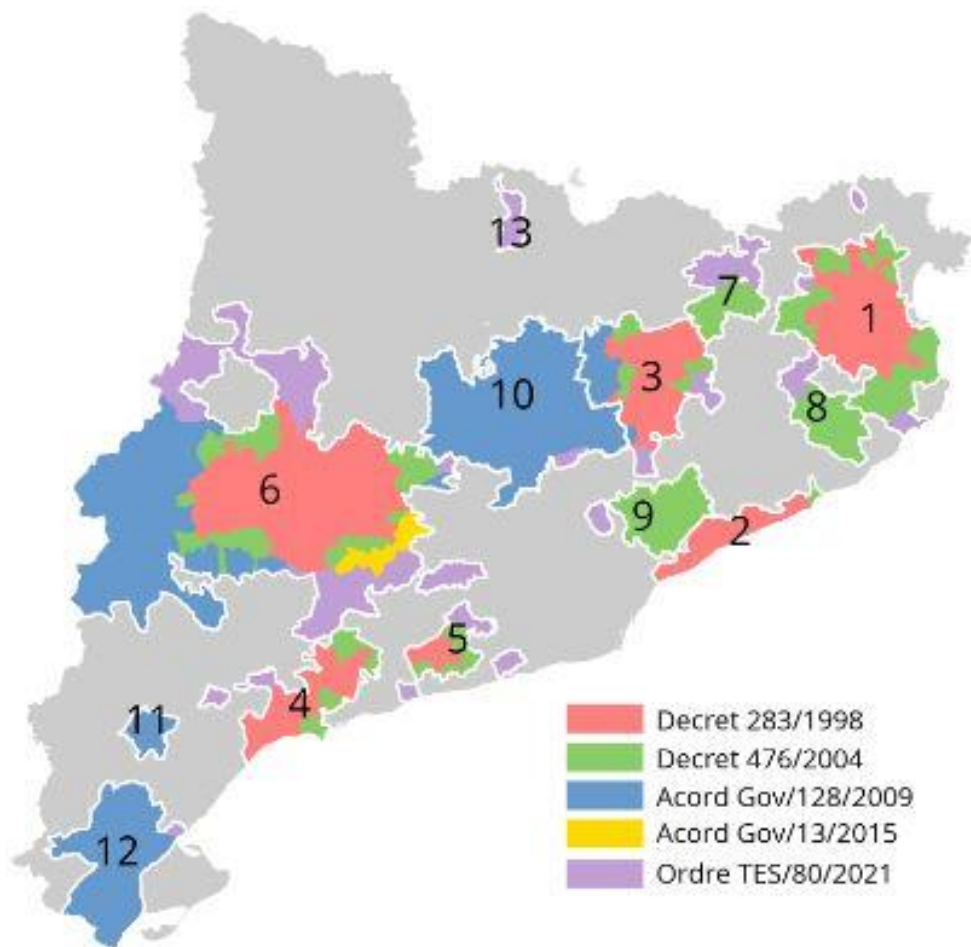




Paisatges plans

Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Zones vulnerables per nitrats a Catalunya



The state of soils in Europe. Arias-Navarro et al. (2024)



Paisatges plans

Algunes conseqüències de la simplificació i especialització

Productors molt vulnerables a fluctuacions...

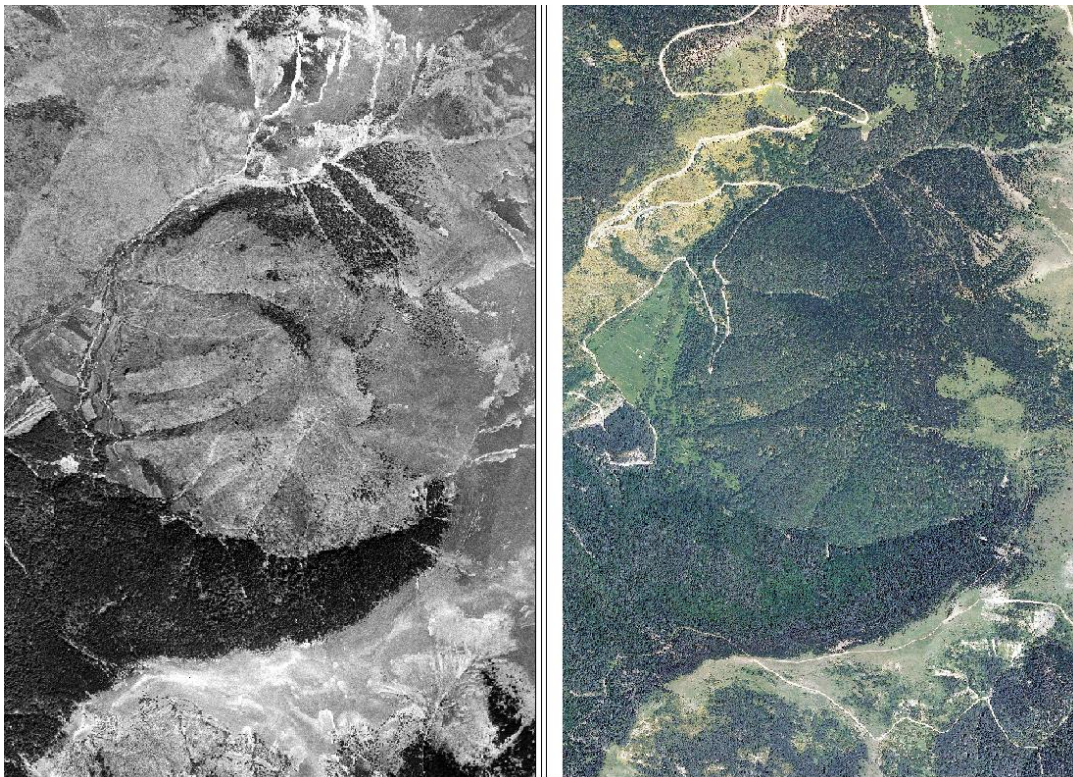
- ...climàtiques (i sanitàries)
- ...preu de mercat d'un producte (globals)
- ...preus d'insums (molts importats)



Marge agrari (**€/ha/any**) decreixent
Viabilitat empreses agràries familiars?

Alternatives:

- continuar el camí: - explotacions, + grans i especialitzades
- + productivitat per hectàrea, + diversitat, - dependència factors externs



Com promoure paisatges...

...viables econòmicament

...viables ambientalment

...adaptats al canvi global?





2. Experiències de gestió i propostes per als paisatges mediterranis

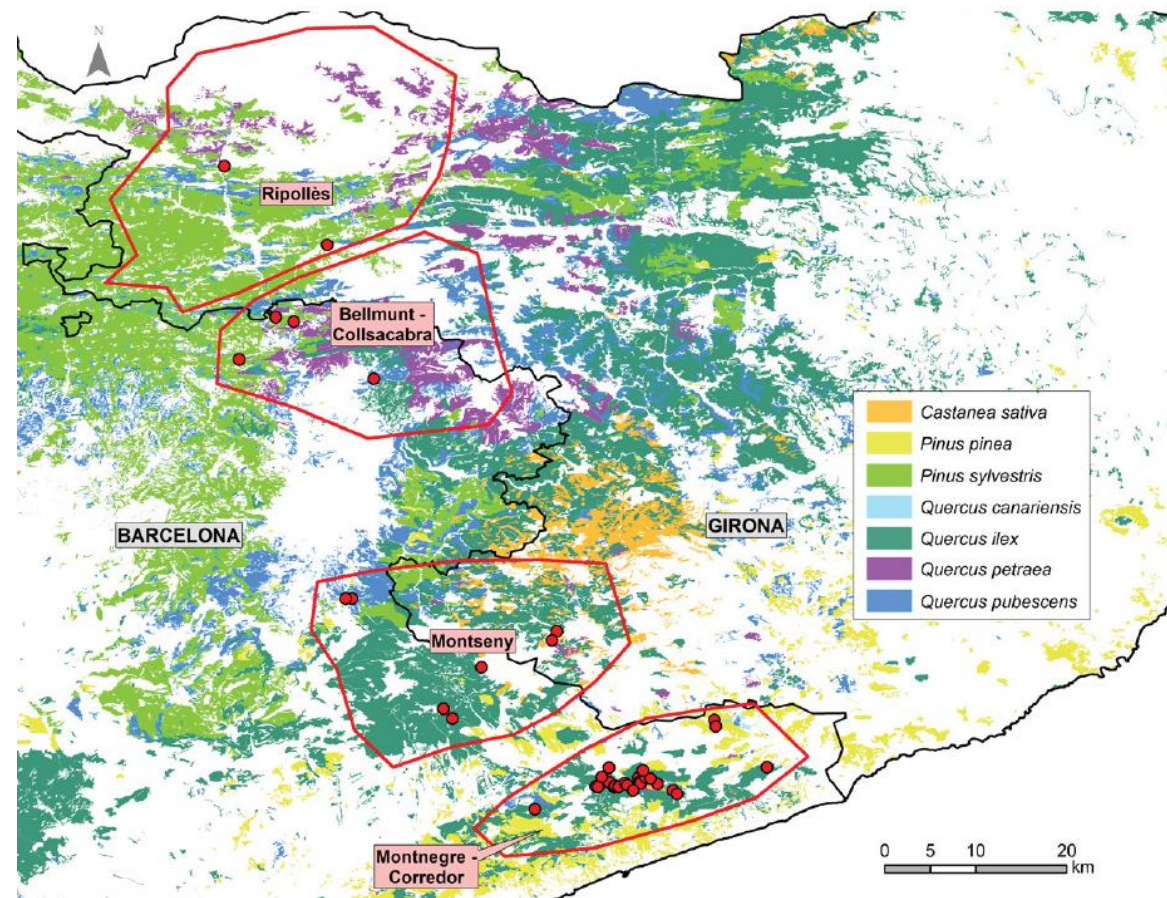
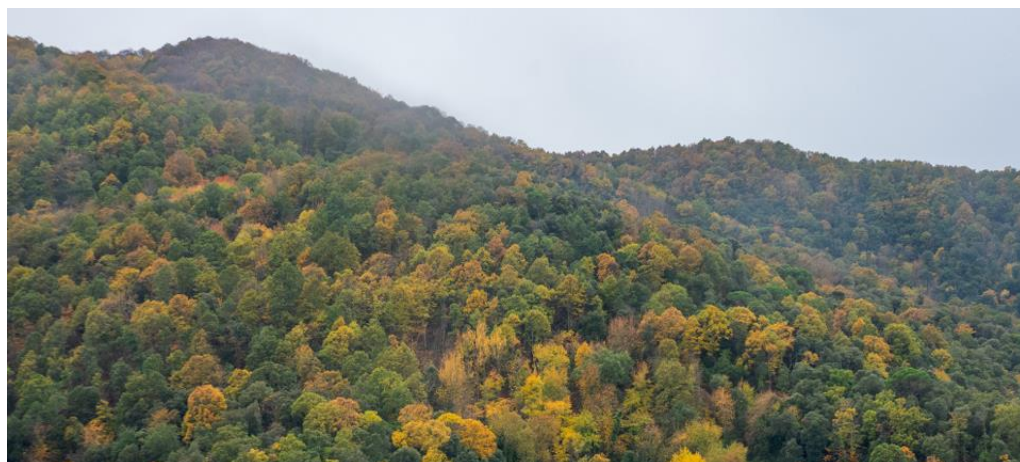


La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Bosc mediterrani (sub)humit:



200+ ha experimentals – demostratives
70 parcel·les seguit: pre / post / post+3



La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

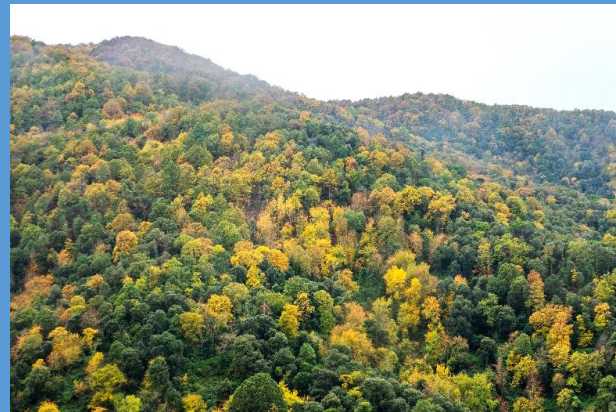
Principis orientadors de la silvicultura

Motor económic (mig termini) de la gestió: fusta de qualitat

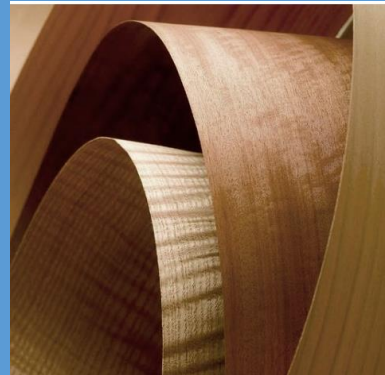
+ vitalitat



+ complexitat



+ rentabilitat



- vulnerabilitat



A (High)



C (Low)



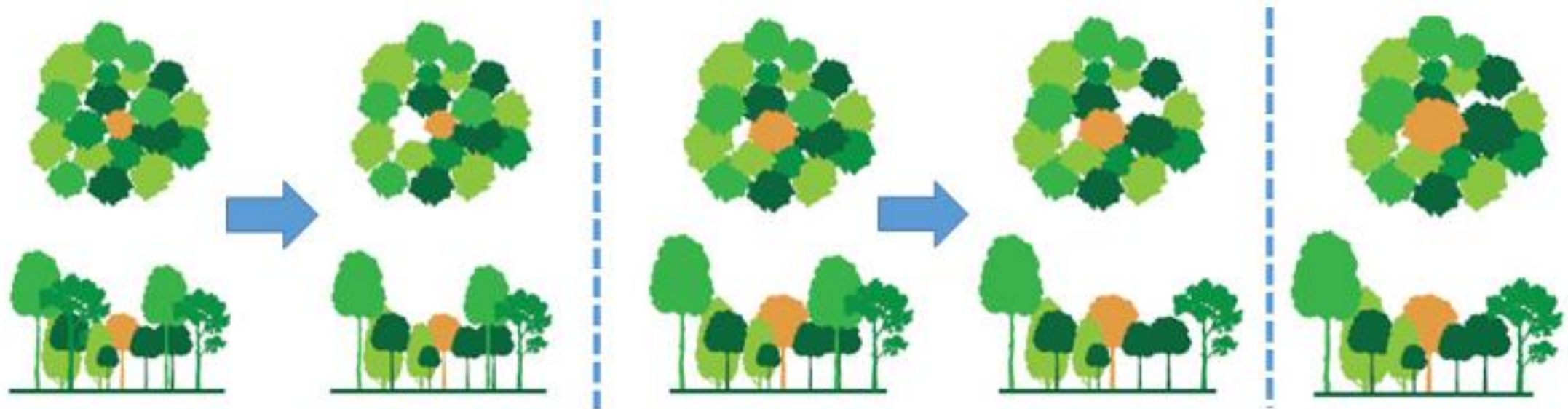
La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Principis generals:

- Criteris d'arbre individual (econ & ecol)
- Aclarides selectives d'intensitat moderada (-20-30% AB)
- Estassades parcials i selectives (20-30% recobriment)





La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)





La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange

<https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

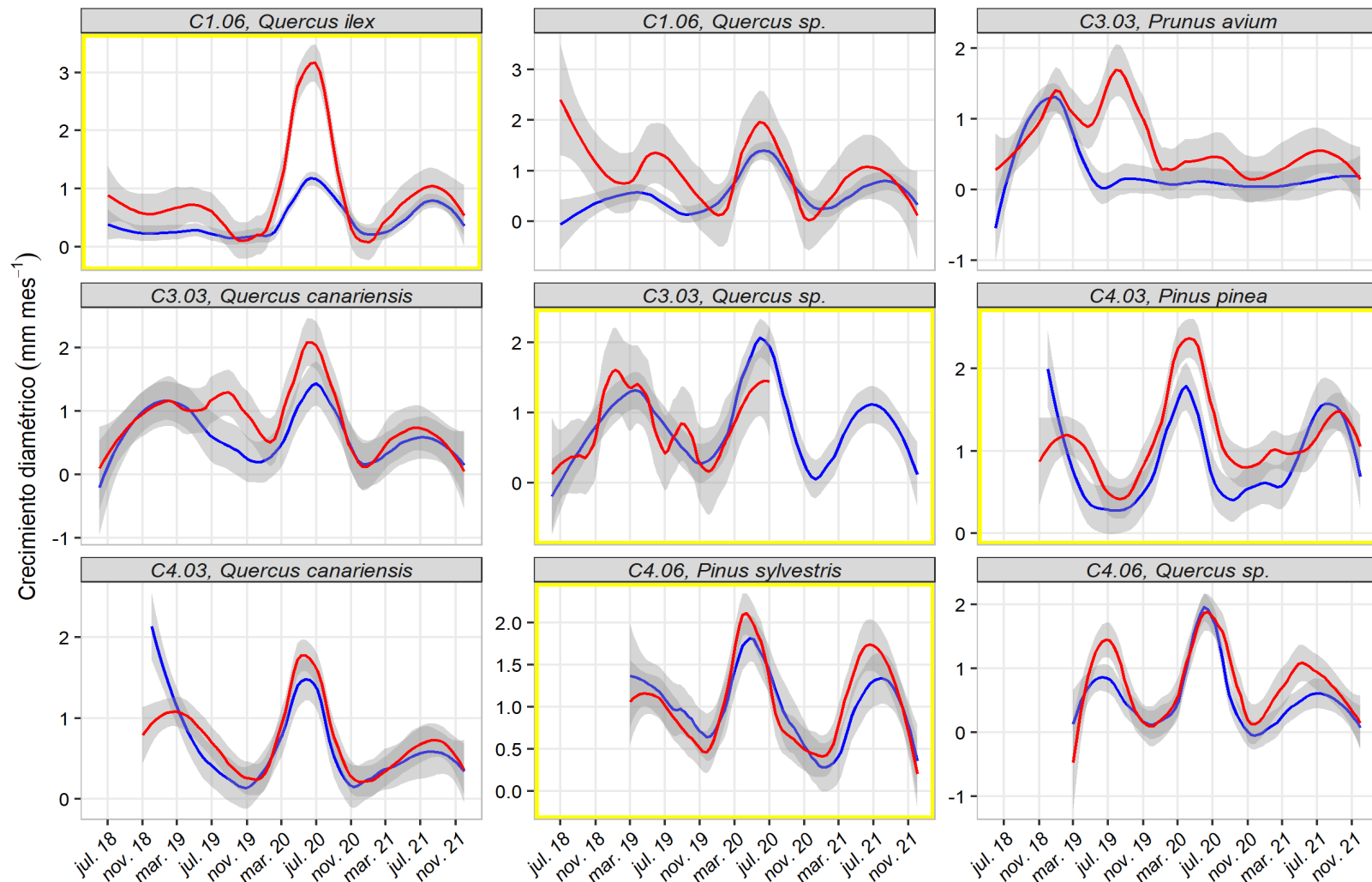
Avaluació de la silvicultura

Groc: espècie principal

Creixement
diamètric ($\approx$ vitalitat)

Resposta ràpida:
P. pinea, *P. avium*, *Q. ilex*

Resposta intermèdia:
Q. canariensis, *Q. pubescens*,
P. sylvestris





La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange

<https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Avaluació de la silvicultura

Biodiversitat (IBP; Larrieu & Gonin, 2008)

Aigua blava (MedFate; De Cáceres et al, 2022)

Alzinar

Castanyeda

Roureda

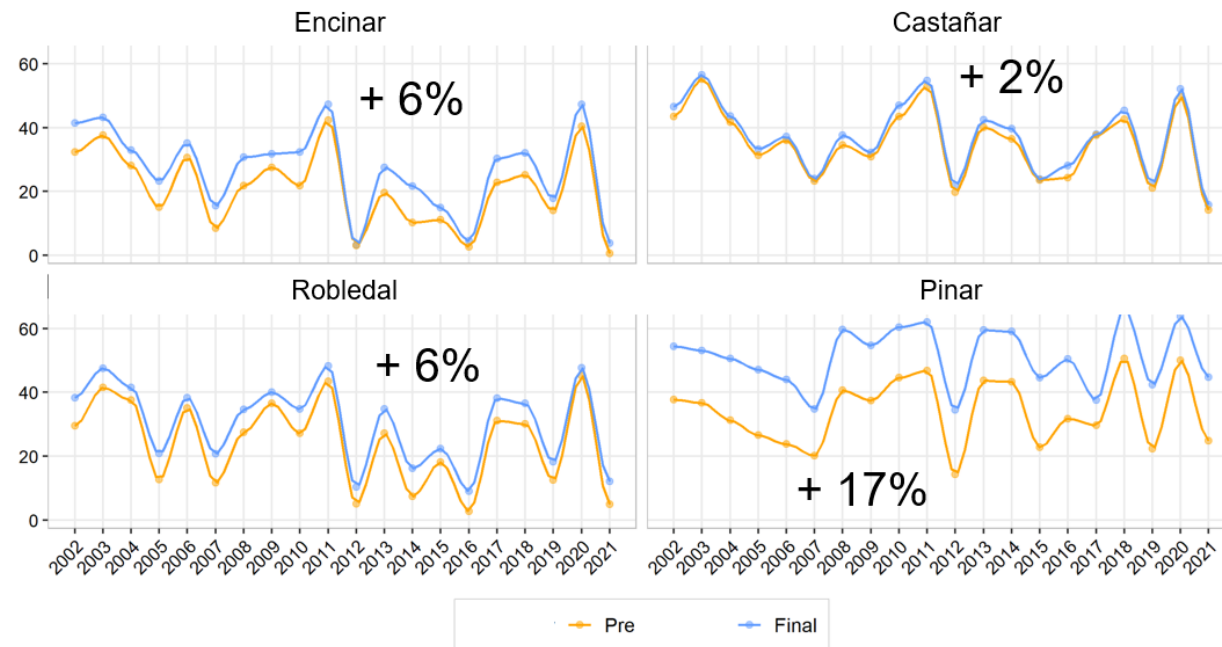
Pineda

Encinar

Castañar

Robledal

Pinar





La silvicultura naturalística i multifuncional

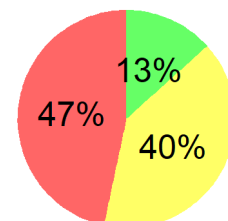
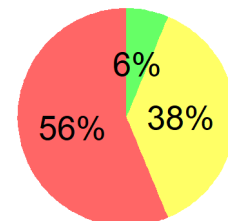
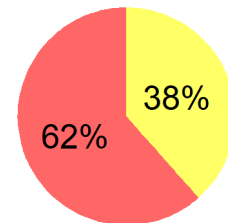
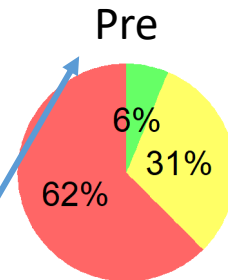
LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Avaluació de la silvicultura

Vulnerabilitat estructural
foc de capçades
(CVFoC; Piqué et al, 2011)

1 $\geq 50\%$ parcel·les
vulnerabilitat alta



Alzinar

Castanyeda

Roureda

Pineda

TVFoC

A
B
C

Vulnerabilitat



A (alta)



B (moderada)



C (baixa)



La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange

<https://mixforchange.eu>

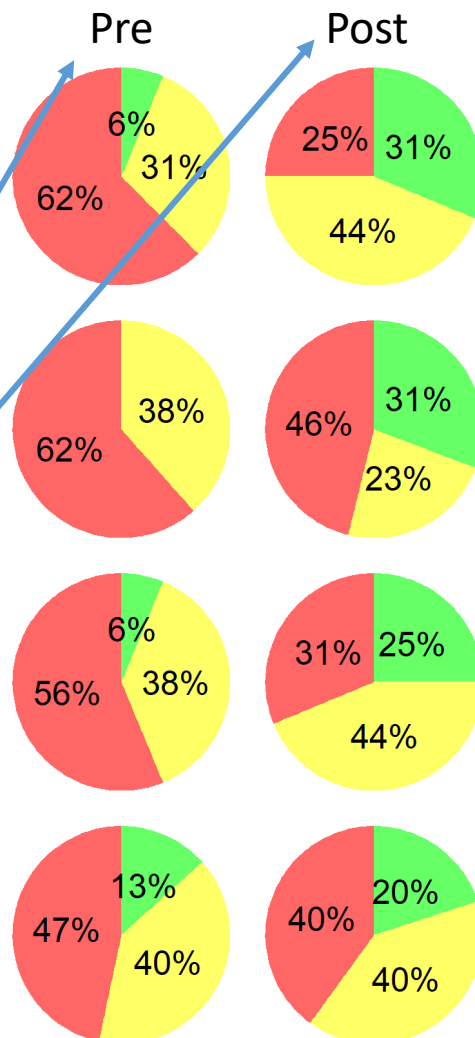
Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Avaluació de la silvicultura

Vulnerabilitat estructural
foc de capçades
(CVFoC; Piqué et al, 2011)

1 $\geq 50\%$ parcel·les
vulnerabilitat alta

2 Reducció de la
vulnerabilitat



Alzinar

Castanyeda

Roureda

Pineda

TVFoC

A
B
C

Vulnerabilitat



A (alta)



B (moderada)



C (baixa)

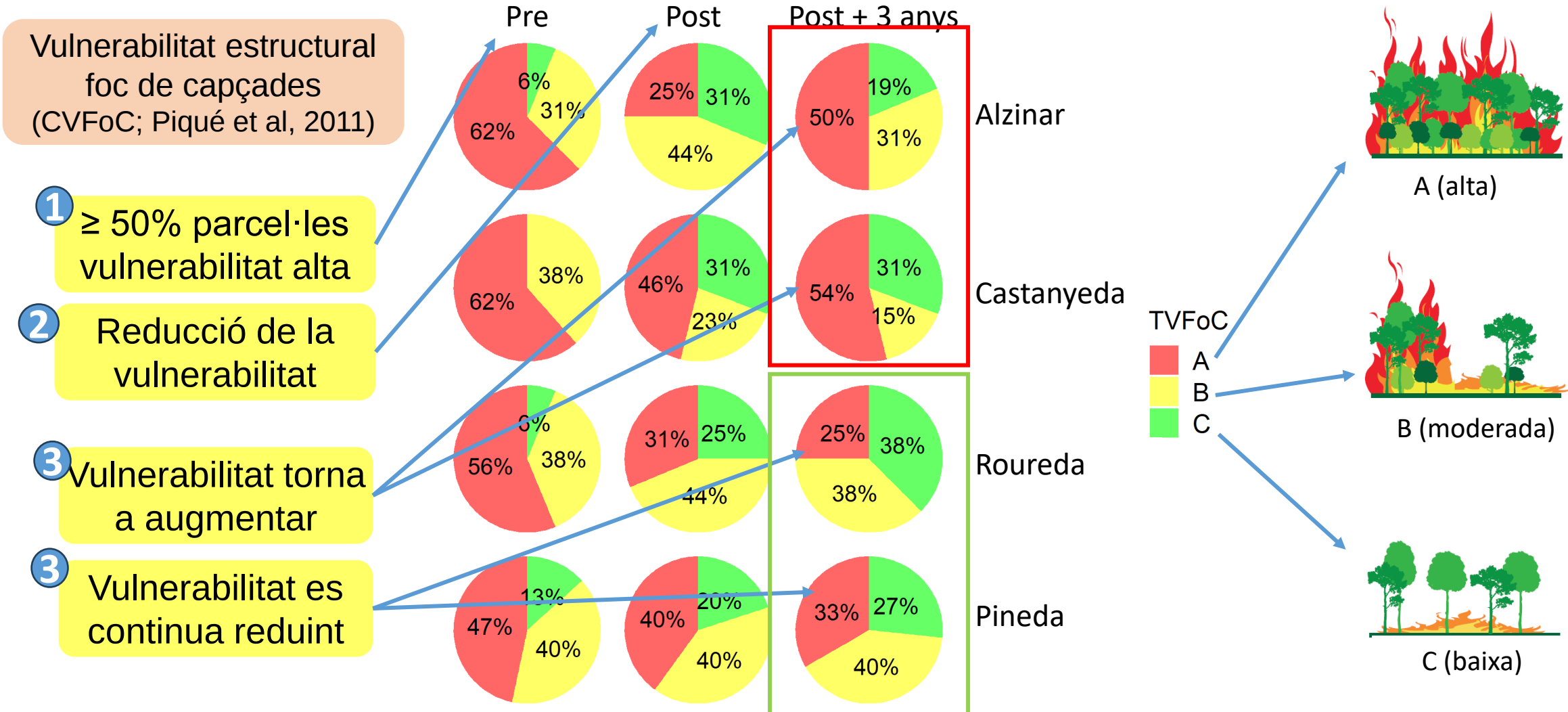


La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

Avaluació de la silvicultura





La silvicultura naturalística i multifuncional

LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

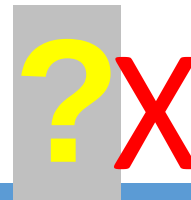
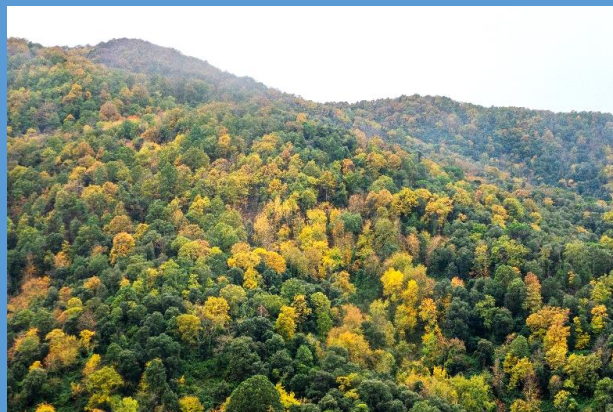
Conclusions



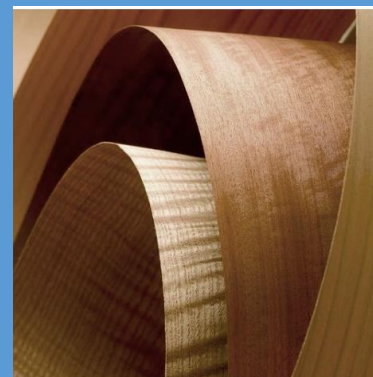
+ vitalitat



+ complexitat



+ rentabilitat



- vulnerabilitat



A (High)



C (Low)



La silvicultura naturalística i multifuncional

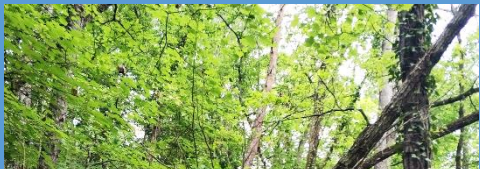
LIFE MixForChange <https://mixforchange.eu>

Silvicultura naturalística per promoure la multifuncionalitat del bosc mediterrani (sub)humit (2016-22)

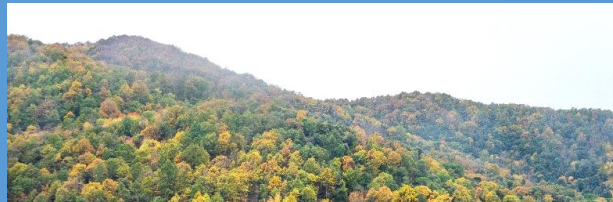
Conclusions



+ vitalitat



+ complexitat



+ rentabilitat



- vulnerabilitat



high)

Per al futur: ¿efectes de l'aplicació repetida d'aquesta silvicultura?



C (Low)



Boscós i aigua: planificació eco-hidrològica

Conveni Diputació Barcelona - CTFC 2021-22



Diputació
Barcelona

CTFC



Gestió forestal, vulnerabilitat a la sequera i provisió d'aigua blava al Moianès

Paràmetres objectiu: · # dies anuals amb estrès hídric > capacitat resistència espècie principal
· producció d'aigua blava



Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica

Conveni Diputació Barcelona - CTFC 2021-22



Diputació
Barcelona

CTFC



Gestió forestal, vulnerabilitat a la sequera i provisió d'aigua blava al Moianès

Paràmetres objectiu: · # dies anuals amb estrès hídric > capacitat resistència espècie principal
· producció d'aigua blava

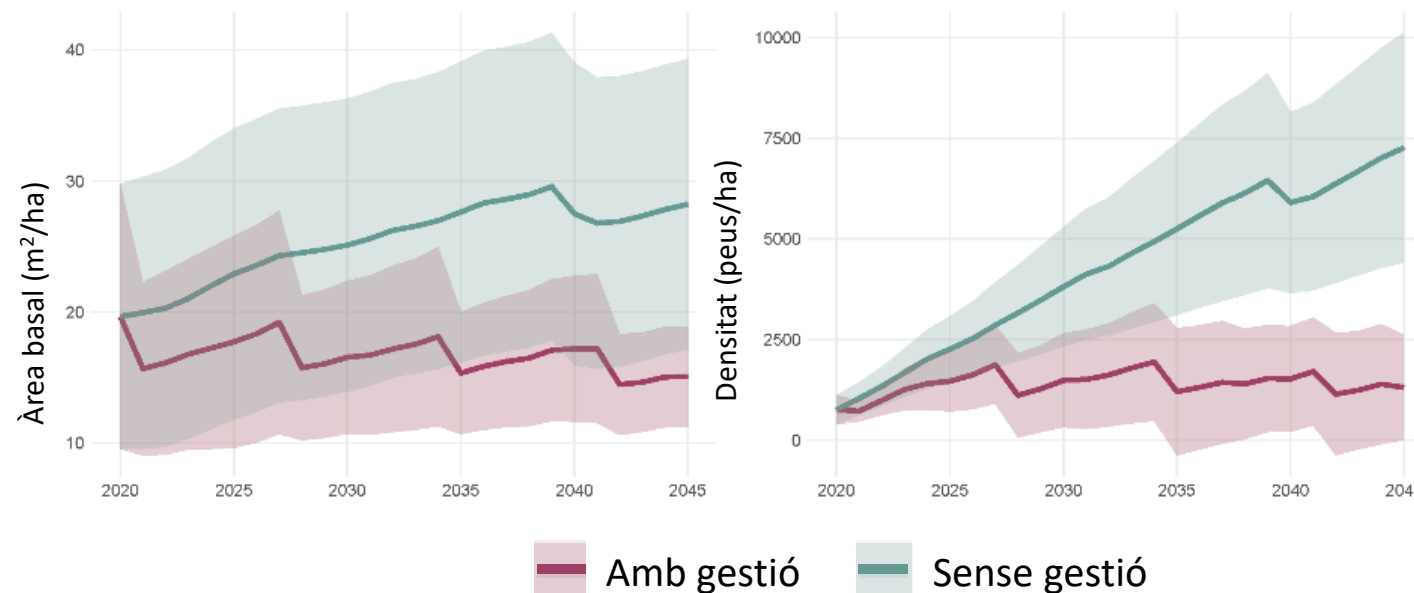
Dades actuals (2010-2020)

- Topografia & edafologia
- Estructura forestal (IOF, MFE, IFN4)



Modelització (2040-2050; RCP4.5)

- Silvicultura prevista IOFs (75% superfície)
- Creixement, mortalitat, regeneració





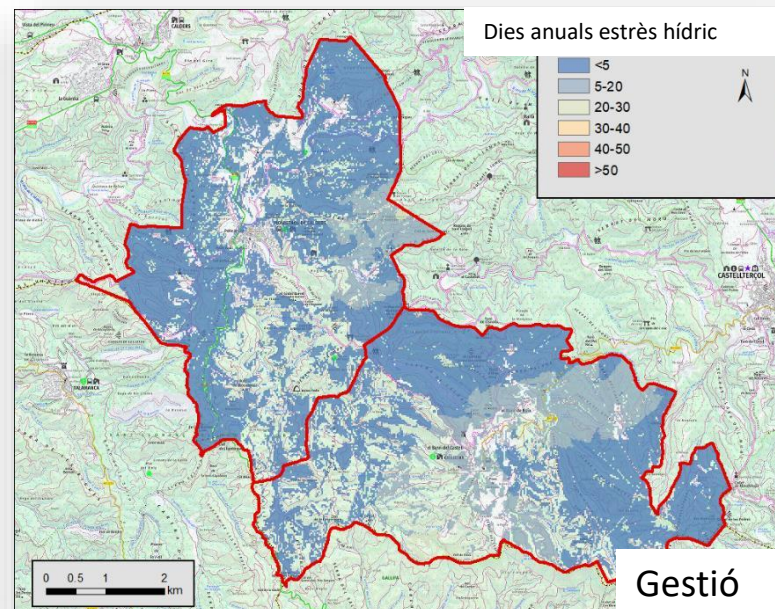
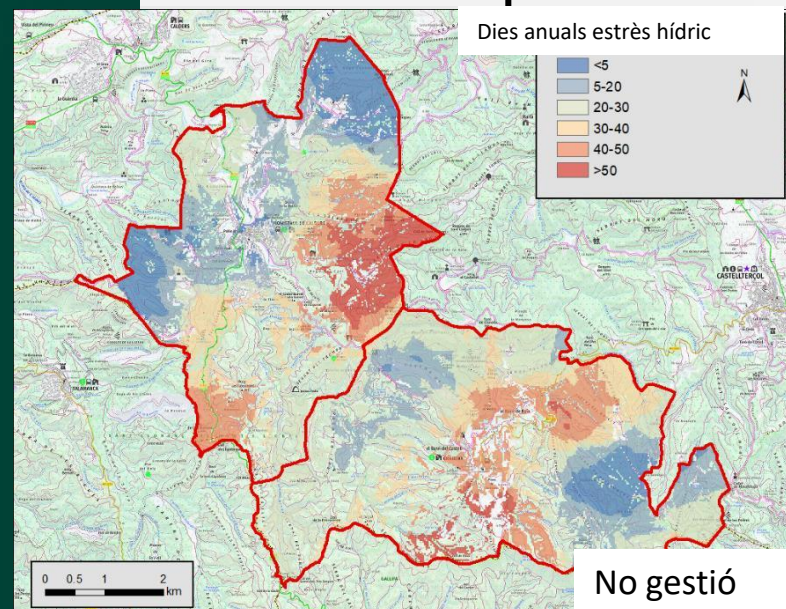
Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica

Conveni Diputació Barcelona - CTFC 2021-22



Diputació
Barcelona

CTFC



La gestió forestal permetrà...

...reduir l'estrès de la vegetació

espècies resistents: elimina risc de danys

espècies sensibles: menor risc



Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica

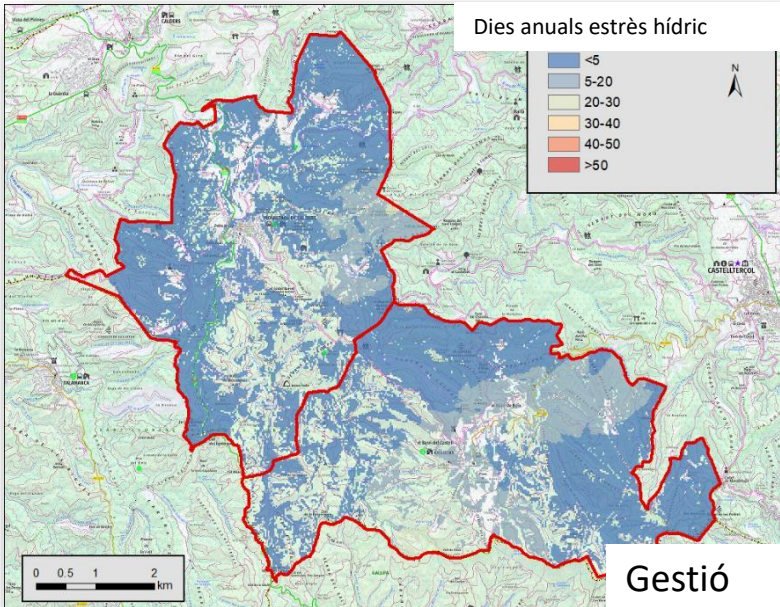
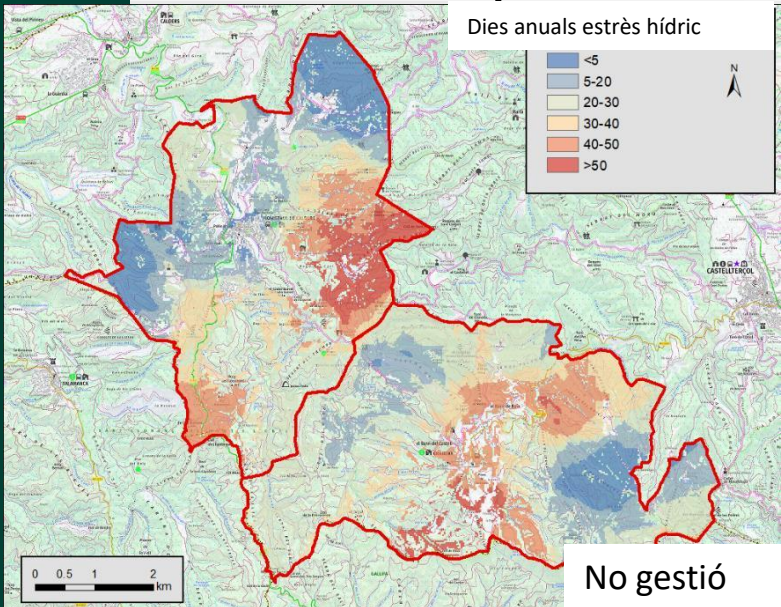


Diputació
Barcelona

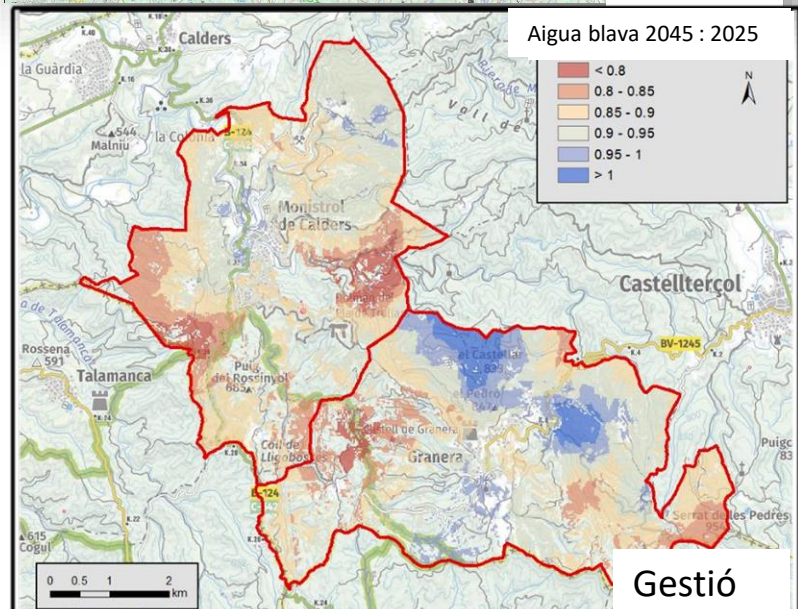
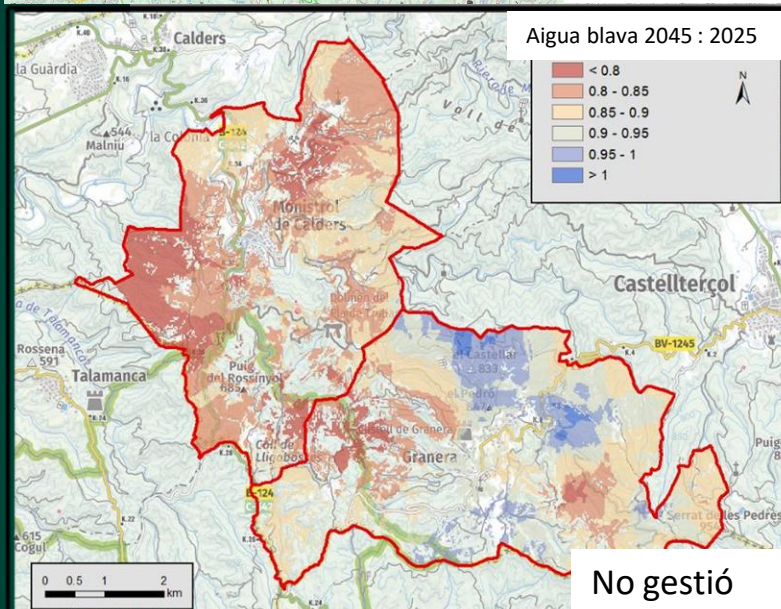
CTFC



Conveni Diputació Barcelona - CTFC 2021-22



La gestió forestal permetrà...
...reduir l'estrès de la vegetació
espècies resistents: elimina risc de danys
espècies sensibles: menor risc



...incrementar l'aigua blava
anys normals: +25%
anys extrems (humits/secs): poc efecte



Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica



Generalitat
de Catalunya

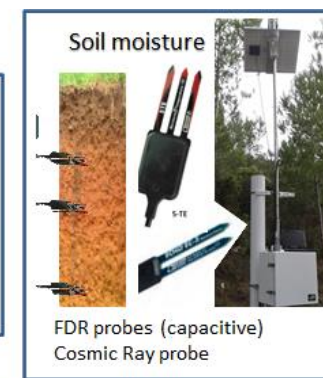
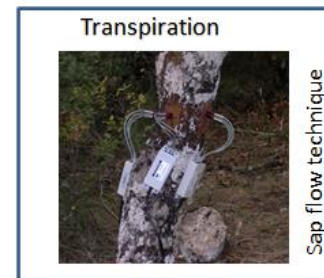
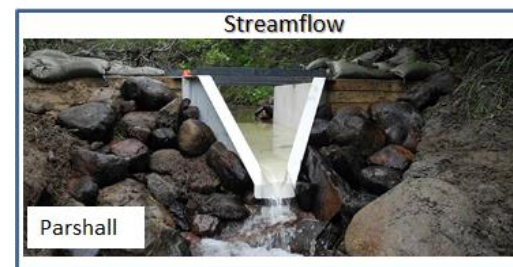
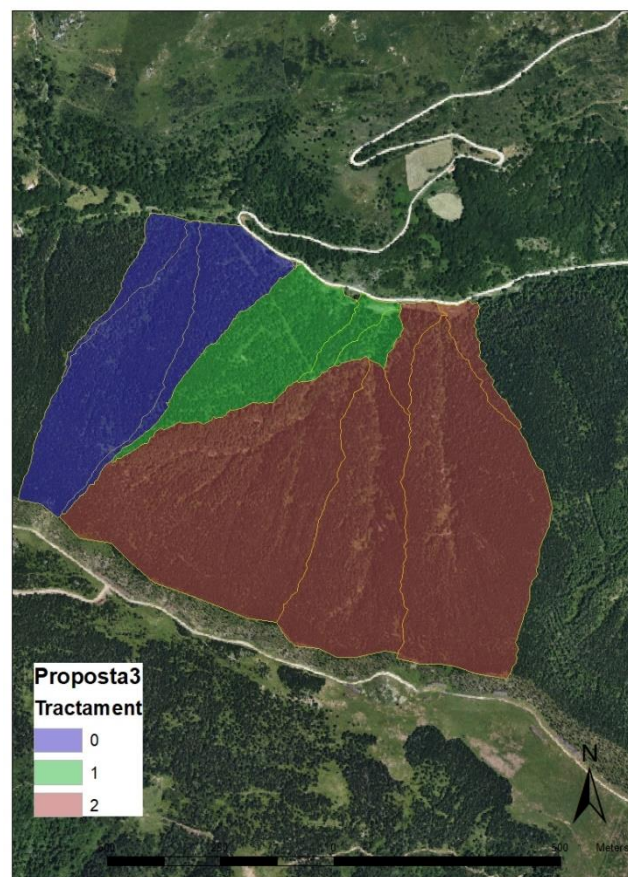
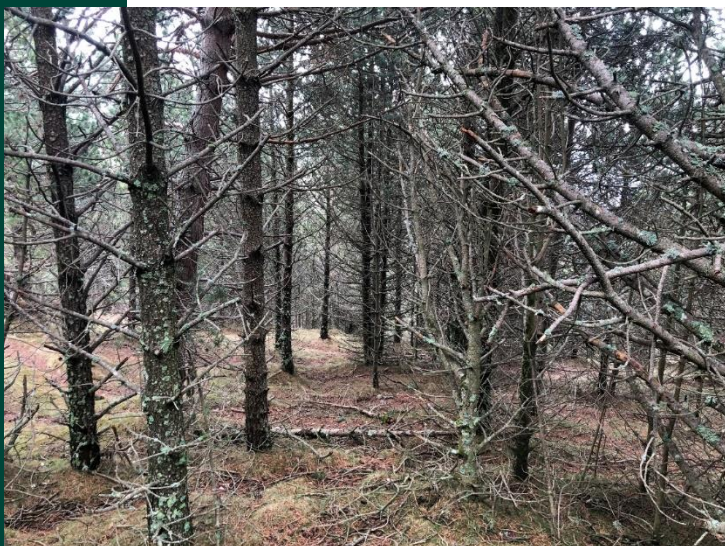


Projecte “Aigua Blava”

2024-25

Monitorització de conques per a l'estudi de l'efecte de la gestió forestal en el balanç hídric

MUP “Muntanya de Molló” (Girona)



paula.martin@ctfc.cat

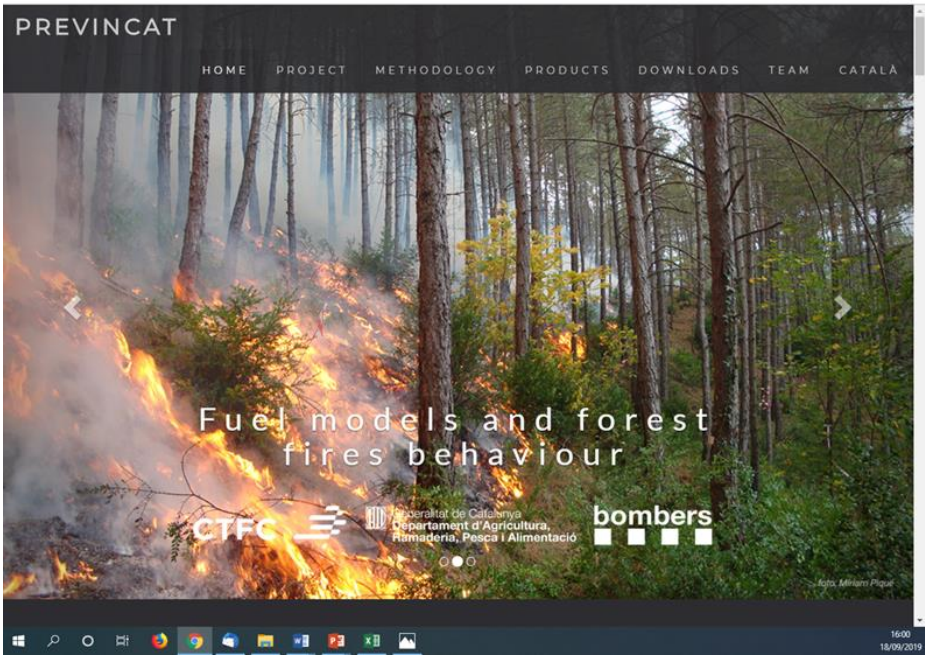
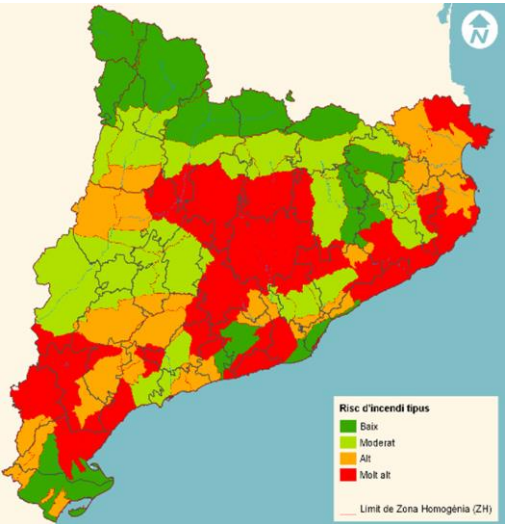
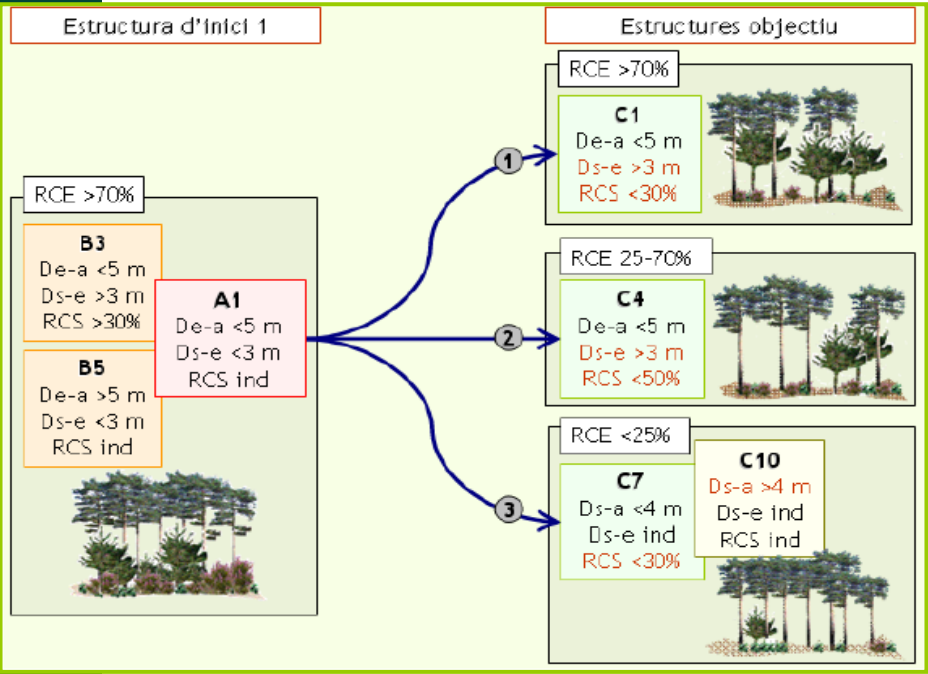


Col·laboració Bombers GenCat - CTFC 1999-2024

Gestió del territori per a la prevenció d'incendis

- CVFoC: Eina d'avaluació de la vulnerabilitat d'un bosc al foc de capçades. Piqué et al. (2011)
- PREVINCAT: identificació d'àrees vulnerables a l'inici i propagació de GIF & zones estratègiques de gestió

<https://previncat.ctfc.cat>



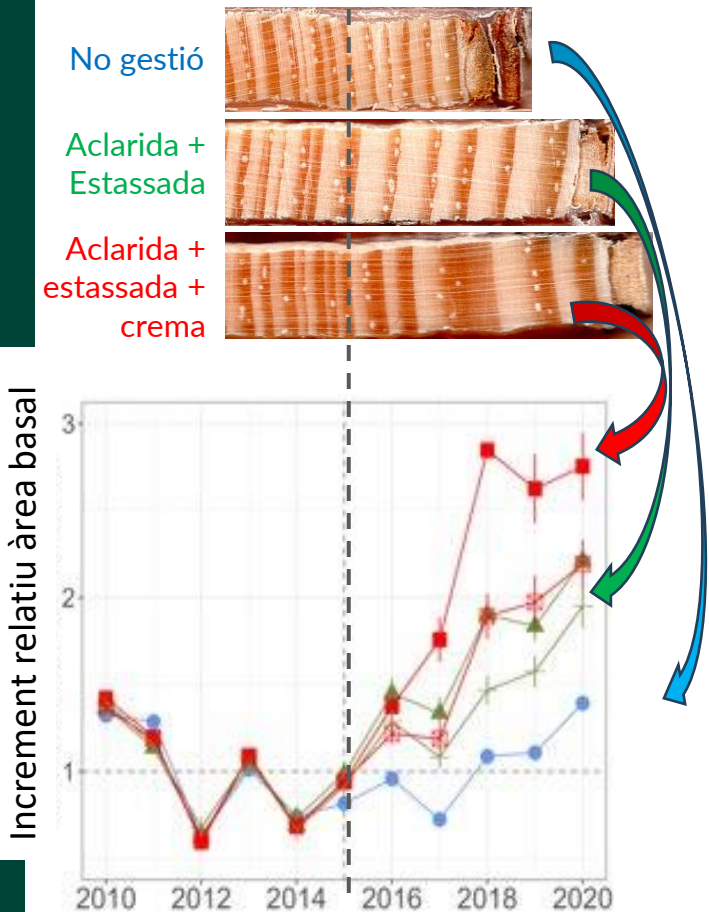


Bosc i foc: un enfocament integral

RTI ForRes 2019 - 2021

Foment de la resistència de pinedes submediterrànies davant múltiples pertorbacions mitjançant gestió forestal

Cremes prescrites & silvicultura: - vulnerabilitat estructural a incendis + increment del creixement (vitalitat)



Vilà-Vilardell et al. (2024) *Ecol. Appl.*



Jordi Oliveres

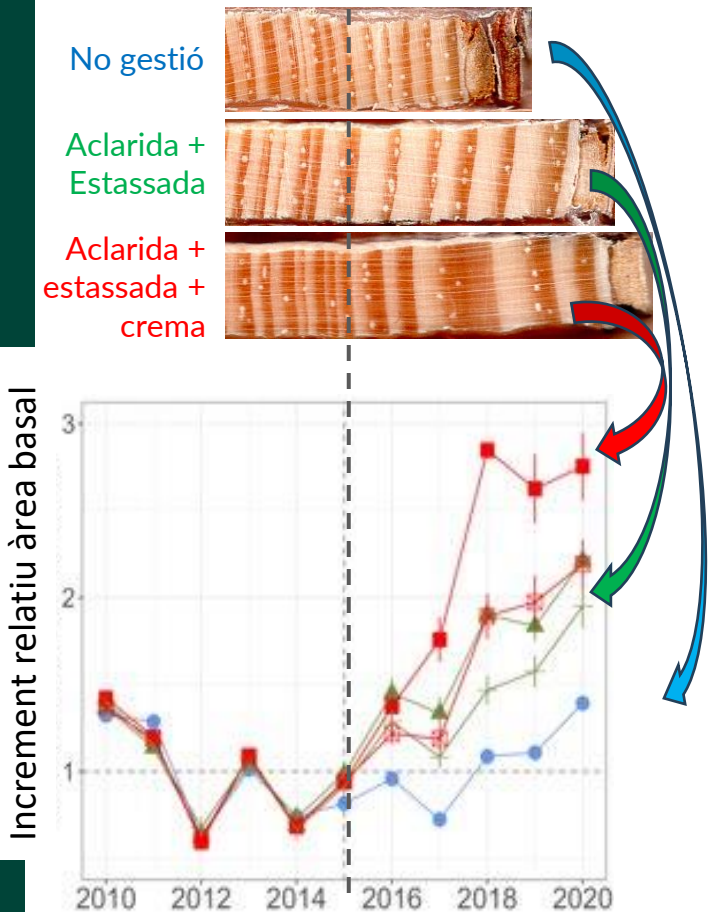


Bosc i foc: un enfocament integral

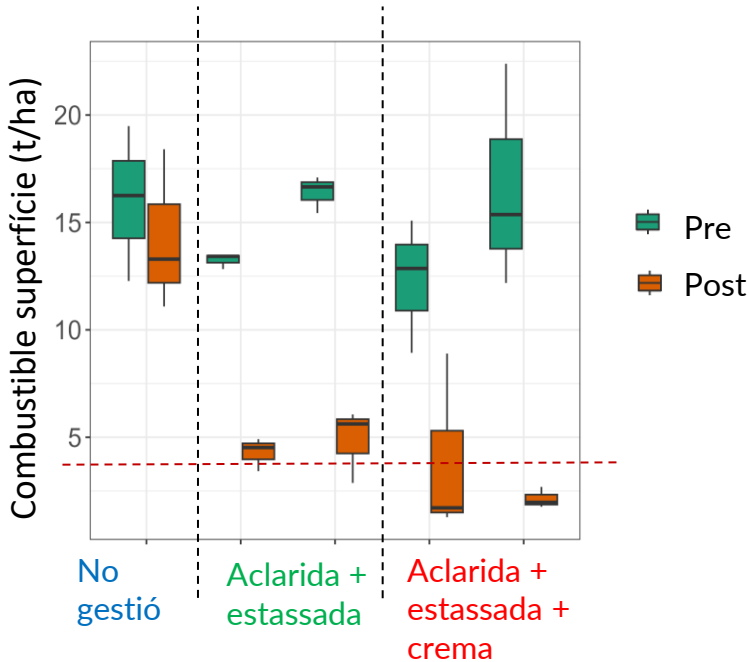
RTI ForRes 2019 - 2021

Foment de la resistència de pinedes submediterrànies davant múltiples pertorbacions mitjançant gestió forestal

Cremes prescrites & silvicultura: - vulnerabilitat estructural a incendis + increment del creixement (vitalitat)



Vilà-Vilardell et al. (2024) *Ecol. Appl.*



Vilà-Vilardell et al. (2023) *For. Ecol. Manage.*



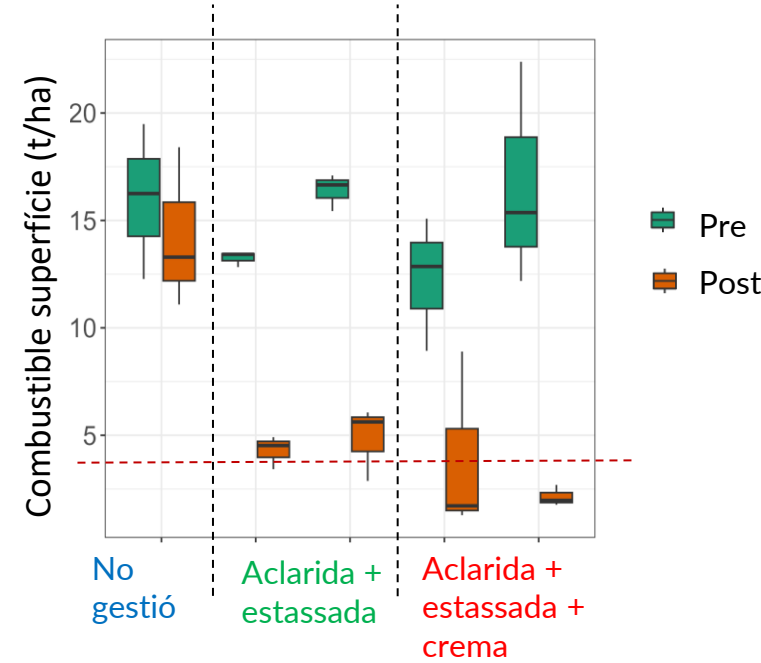
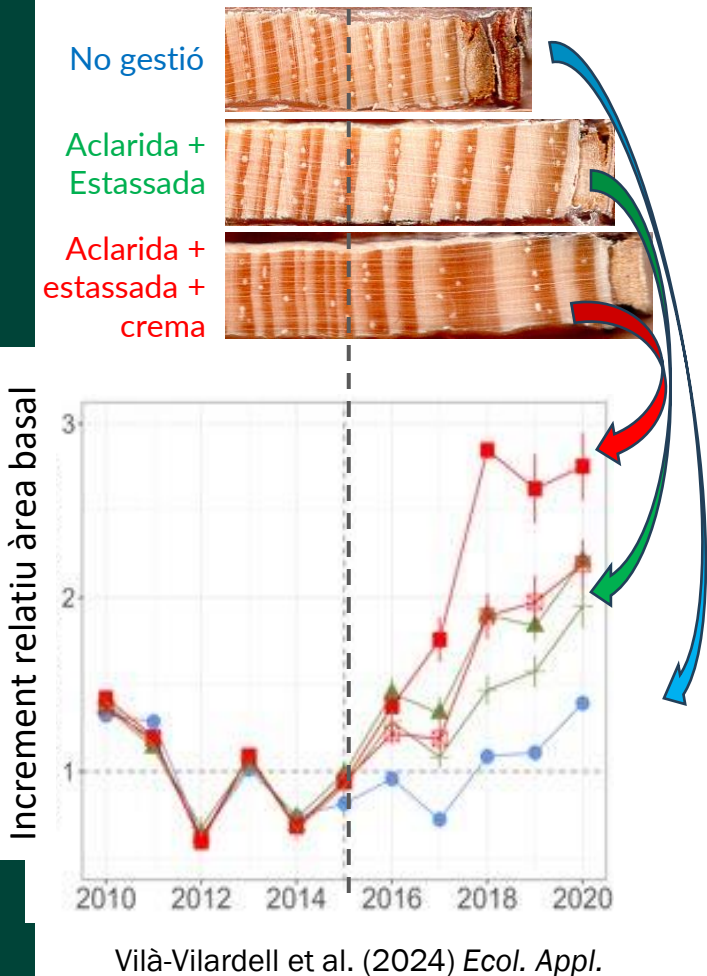


Bosc i foc: un enfocament integral

RTI ForRes 2019 - 2021

Foment de la resistència de pinedes submediterrànies davant múltiples pertorbacions mitjançant gestió forestal

Cremes prescrites & silvicultura: - vulnerabilitat estructural a incendis + increment del creixement (vitalitat)

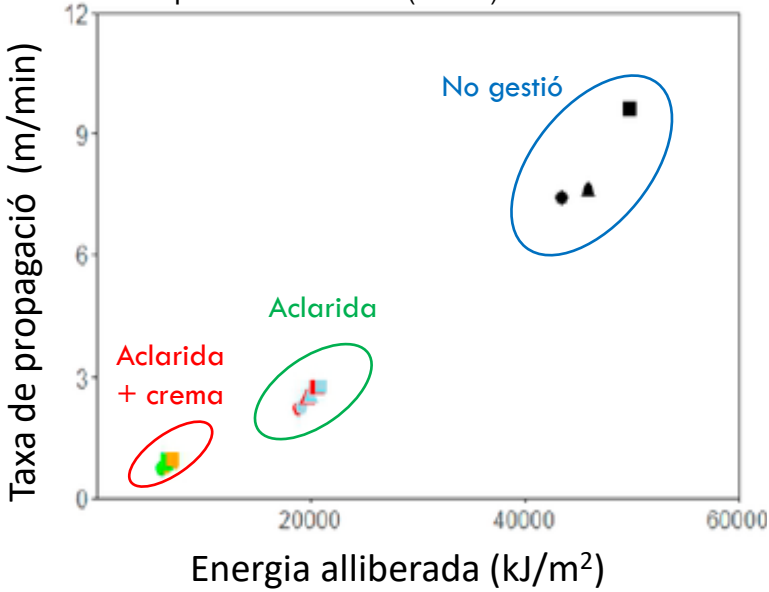


Vilà-Vilardell et al. (2023) *For. Ecol. Manage.*



Jordi Oliveres

Piqué & Domènech (2018) *Sci. Total Environ*





Bosc i foc: un enfocament integral

H2020 FIRE-RES

2020-2025

<https://fire-res.eu>



Innovació tecnològica i solucions socio-ecològiques-econòmiques per a una Europa resilient

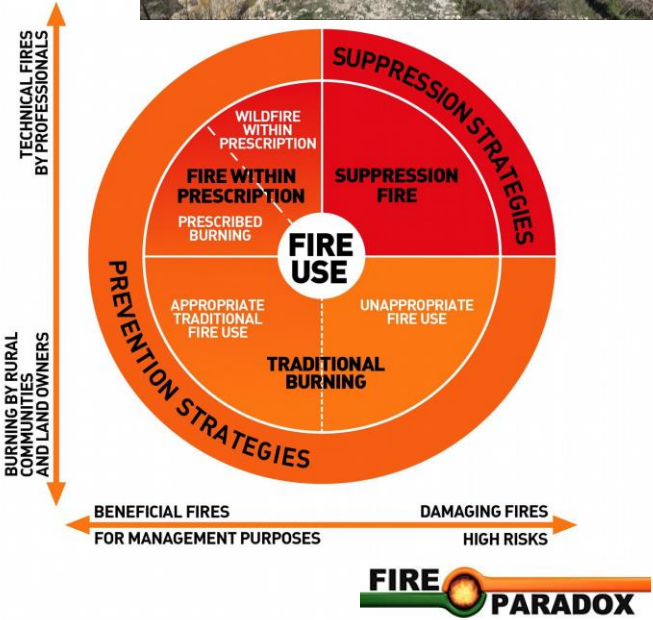
Abordar a diverses escales els reptes plantejats pels incendis extrems



Gestió Integral del Foc (IFM)



Jordi Oliveres





Bosc i foc: un enfocament integral

H2020 FIRE-RES

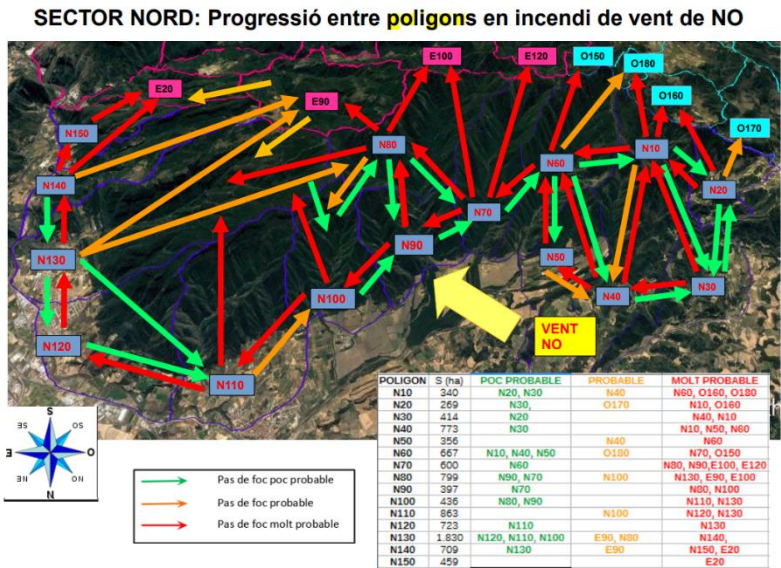
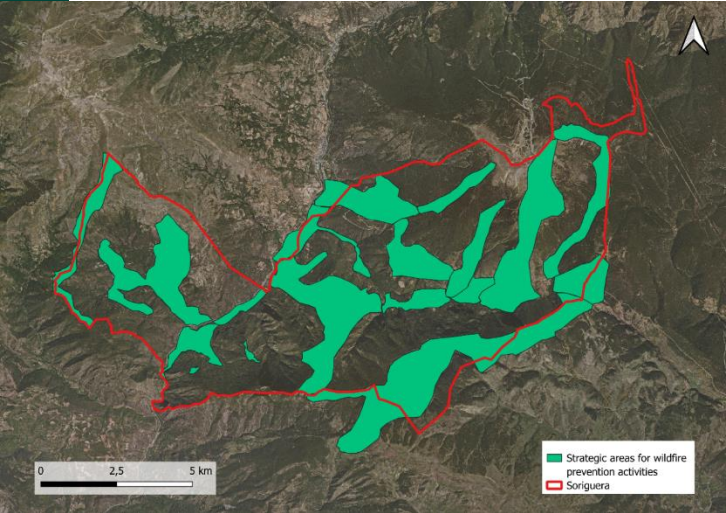
2020-2025

<https://fire-res.eu>



Innovació tecnològica i solucions socio-ecològiques-econòmiques per a una Europa resilient

Pla integral de gestió del combustible (abans/durant/després de l'incendi) per reduir risc d'incendi extrem



miriam.pique@ctfc.cat / lana.vila@ctfc.cat



Sistemes agroforestals combinats

LIFE AgroForAdapt

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies



Agroforestals
silvoarables





LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Silvopastorals en praderies





LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Silvopastorals en bosc





Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Paisatges agro-silvo-pastorals



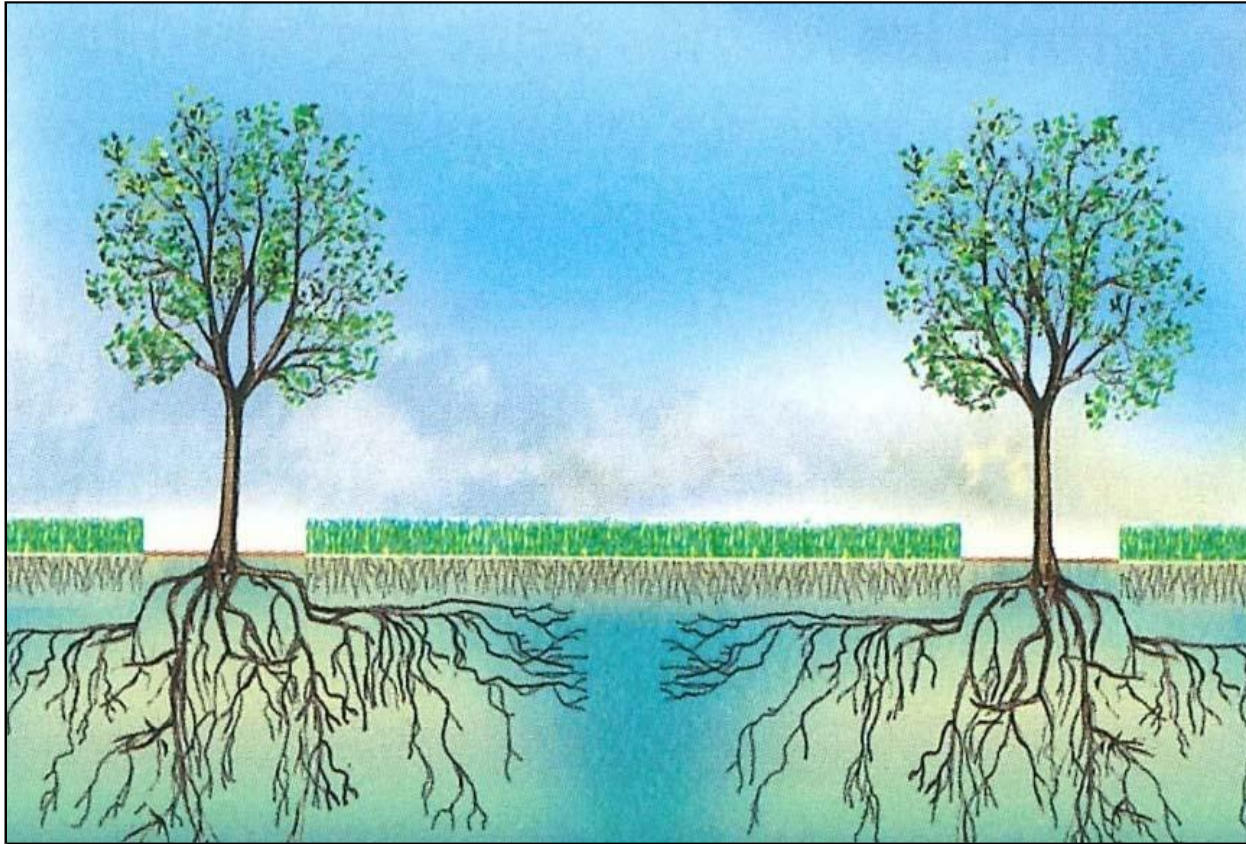
@Gabriela Hengeveld





Fonament dels sistemes agroforestals combinats

Dupraz i Liagre (2008)



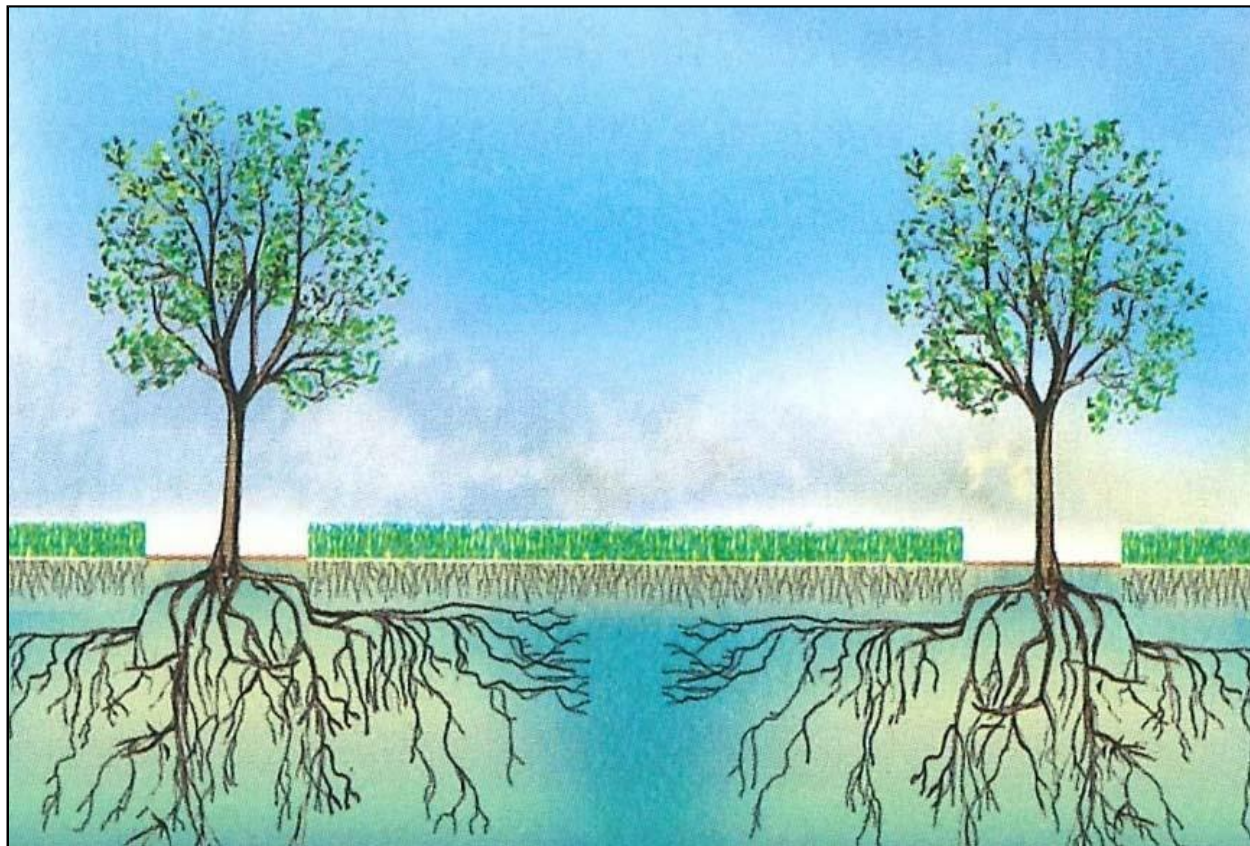
Complementarietat en l'ús dels recursos (llum, aigua, nutrients) en l'espai i el temps

Interaccions arbre-conreu: positives >> negatives



Fonament dels sistemes agroforestals combinats

Dupraz i Liagre (2008)



© G. Moreno

Complementarietat en l'ús dels recursos (llum, aigua, nutrients) en l'espai i el temps

Interaccions arbre-conreu: positives >> negatives



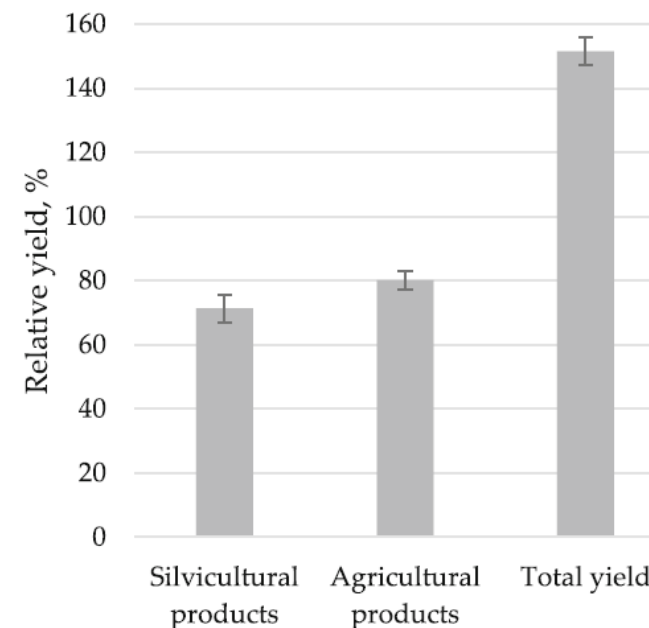
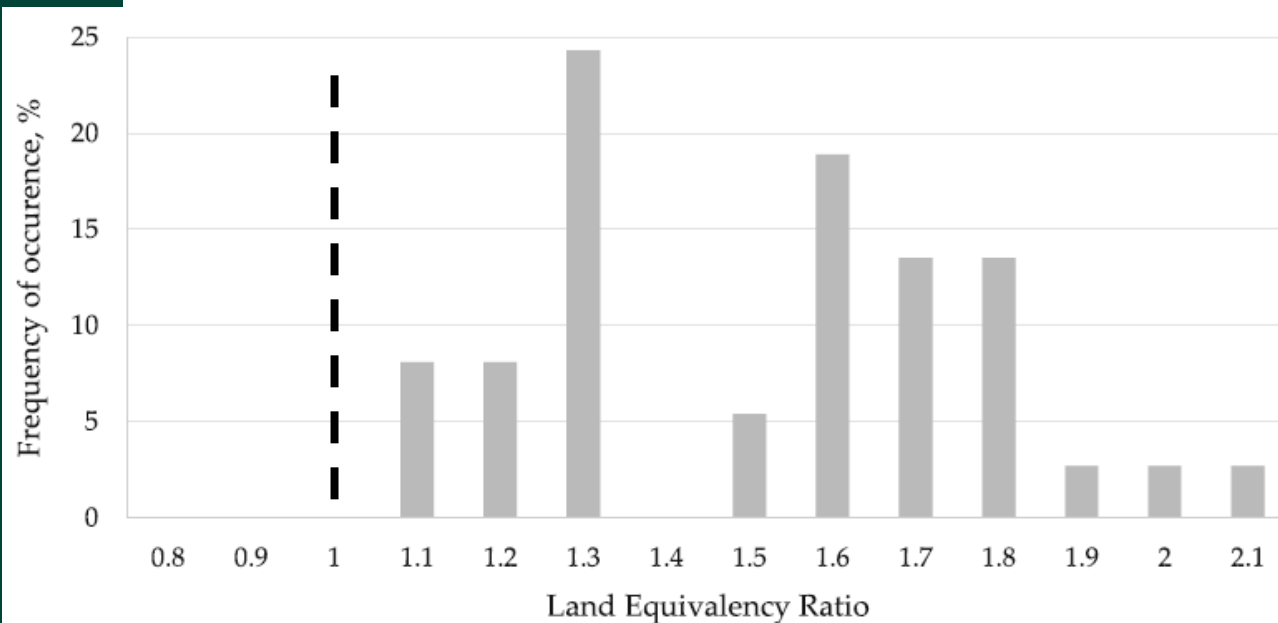
Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Avaluació dels sistemes agroforestals combinats

Més productivitat global per hectàrea

- + diversificació de productes
- + productes d'alt valor afegit
- + nous productes (agricultura del carboni?)

Estudi de 22 articles científics sobre silvopastoralisme en zones temperades



Rendiment en
farratge

Over-yielding in temperate silvopastures: a meta-analysis. Pent (2020)



LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



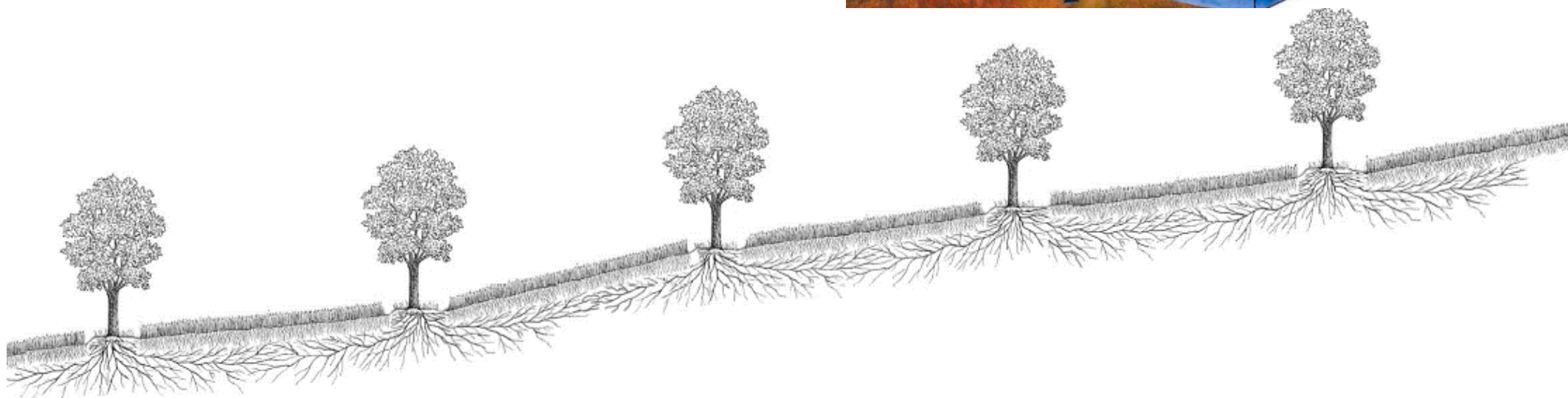
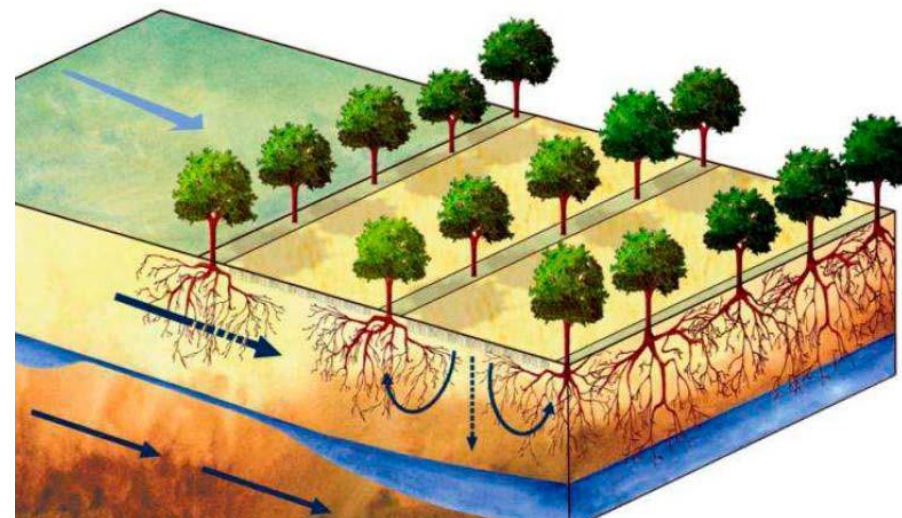
Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Avaluació dels sistemes agroforestals combinats

Més productivitat global per hectàrea

Filtratge lixiviats

- 45-50% nitrat (Palma et al, 2006; Dupraz, 2012)





LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>

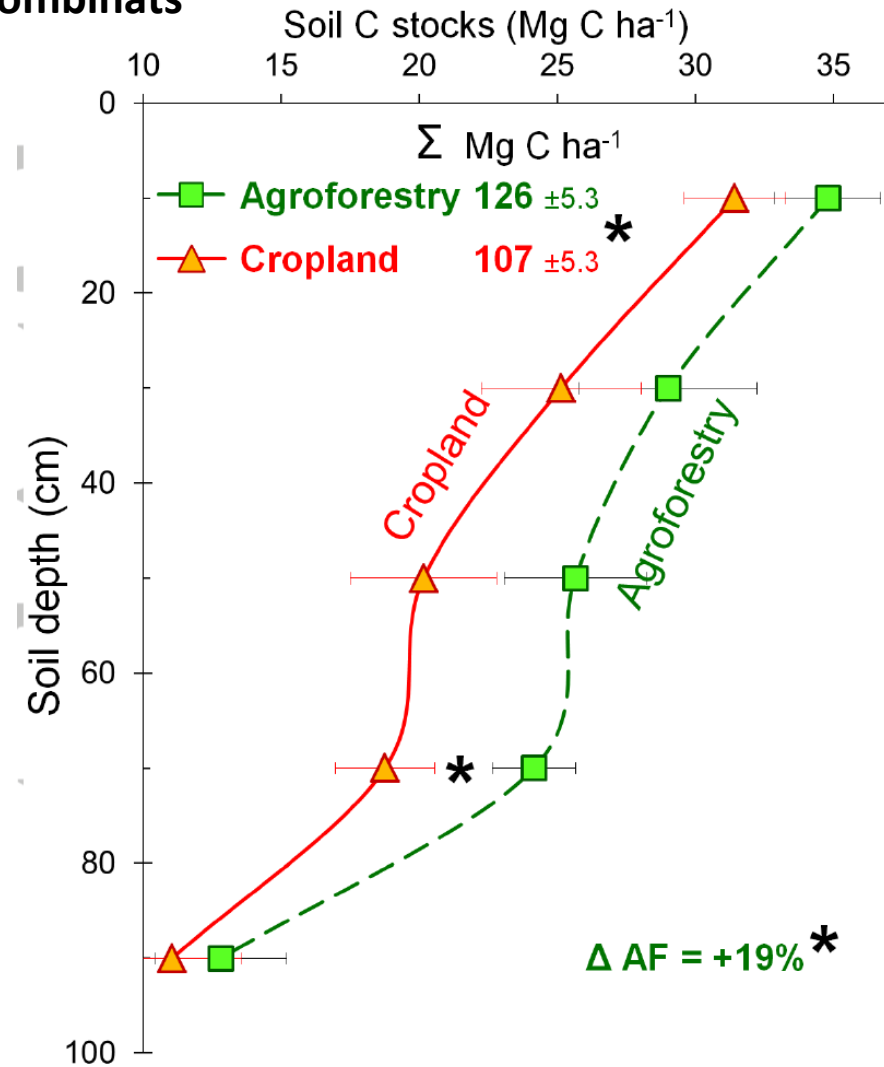


Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Avaluació dels sistemes agroforestals combinats

- Més productivitat global per hectàrea
- Filtratge lixiviats
- Més carboni al sòl

Shi et al (2018)
427 estudis (món) comparant C al sòl
SAF vs. agrícola o pastura





Sistemes agroforestals combinats

2021-26

<https://agroforadapt.eu>



LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Avaluació dels sistemes agroforestals combinats

Més productivitat global per hectàrea

Filtratge lixiviats

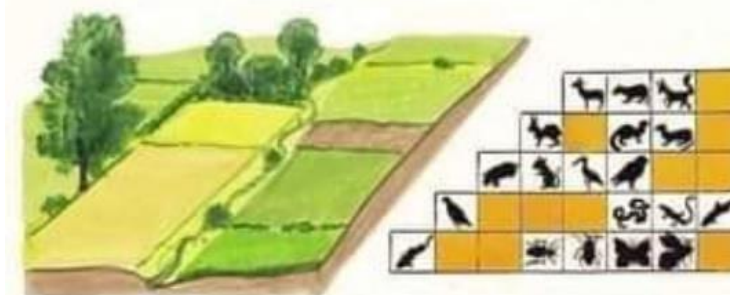
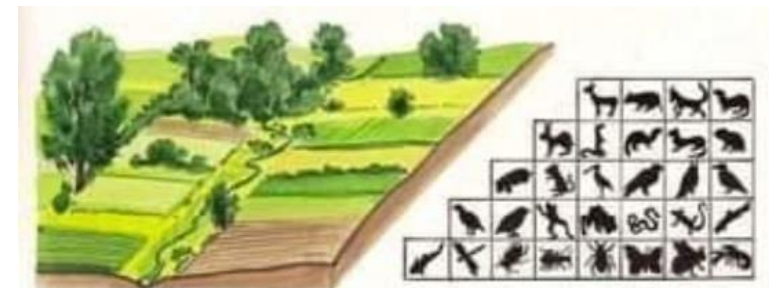
Més carboni al sòl

Més biodiversitat

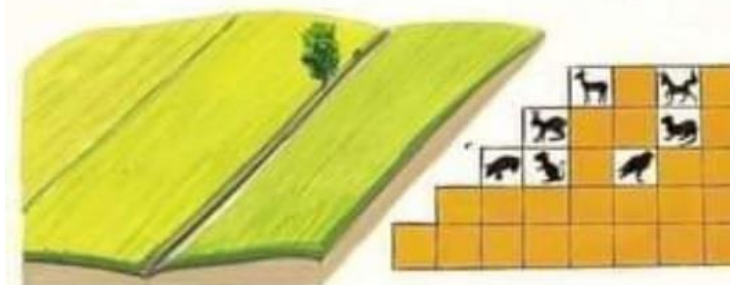
Més valor patrimonial terreny

Menys erosió

Menys risc d'incendis (bosc)



Fischesser & Dupuis-Tate, 1996





LIFE AgroForAdapt

Sistemes agroforestals combinats

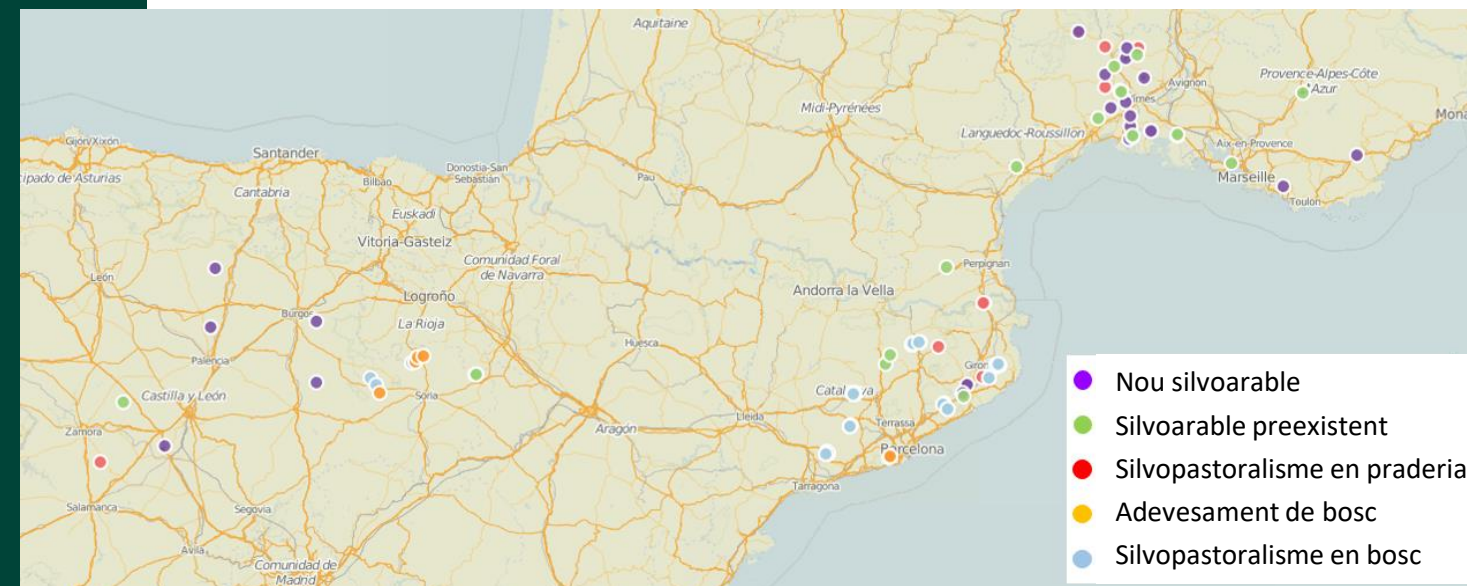
2021-26

<https://agroforadapt.eu>



Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic de les àrees agrícoles i forestals mediterrànies

Sistemes demostratius del projecte (76 sistemes, 854 ha)



38x silvoarables
(226 ha)



11x silvopasto
en praderia
(144 ha)



27x silvopasto
en bosc
(483 ha)

- **Avaluació** multifuncional dels sistemes demostratius
- **Noves eines** (tècniques, comercials) per promoure SAF
- Anàlisi **polítiques i normatives** - <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.11071948>
- **Replicació**: 2.500+ ha
- **Associacionisme**: *Comunidad de sistemas agroforestales* (150+ membres, webinars trimestrals)
- Viatges tècnics, formació, transferència



Intercanvi de bones pràctiques entre actors i sectors

H-Europe ResAlliance

2022-25

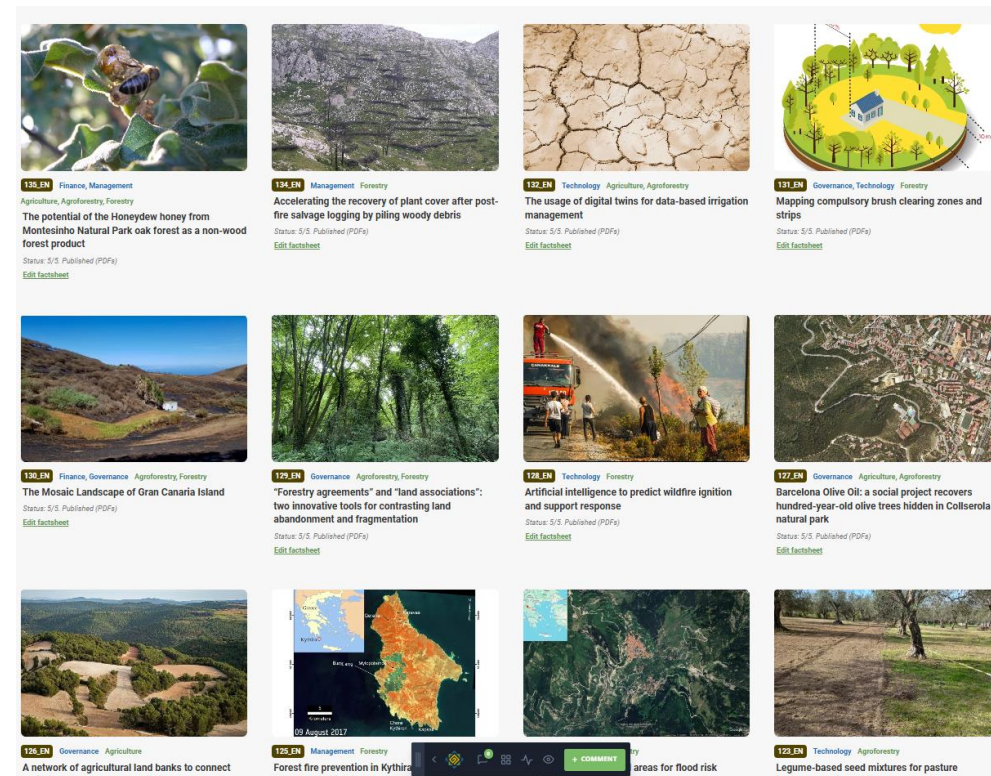
www.resalliance.eu/es/landnet



Aliança de coneixement sobre resiliència del paisatge agrari i forestal mediterrani

Repositori de:

- 121 fitxes inèdites amb innovacions agrícoles, ramaderes, forestals
- Vídeo de 30 minuts
- Fòrum de discussió i debat
- Taller de 2 dies (maig'25) – solucions de resiliència des del territori



LandNet



We believe that only by working together we can achieve meaningful impact. That is why we created the LandNet and the LandLabs.



En resum, proposem...

Silvicultura naturalística i multifuncional

Bosc i foc: un enfocament integral

Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica

Sistemes agroforestals combinats

Intercanvi de bones pràctiques entre actors i sectors

No hi ha solucions senzilles per a un context molt complex



En resum, proposem...

Silvicultura naturalística i multifuncional

Bosc i foc: un enfocament integral

Bosc i aigua: planificació eco-hidrològica

Sistemes agroforestals combinats

Intercanvi de bones pràctiques entre actors i sectors

No hi ha solucions senzilles per a un context molt complex

Moltes gràcies

jaime.coello@ctfc.cat / mario.beltran@ctfc.cat

<https://mixforchange.eu>

<https://agroforadapt.eu>

<https://fire-res.eu>

www.resalliance.eu/es/landnet

CTFC



SCIENCE FOR FOREST MANAGEMENT,
BIODIVERSITY & BIOECONOMY

Change the future, today

El projecte LIFE MixForChange (LIFE15 CCA/ES/000060) està finançat pel programa LIFE de la Unió Europea

El projecte LIFE AgroForAdapt (LIFE20 CCA/ES/001682) està finançat pel programa LIFE de la Unió Europea

ResAlliance (HORIZON-CL6-2022-GOVERNANCE-01-101086600) has received funding from the European Union

Fire-Res has received funding from the European Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101037419