

Primeres Jornades sobre Canvi Climàtic a les Illes Balears
Mallorca 25-26 Octubre 2018

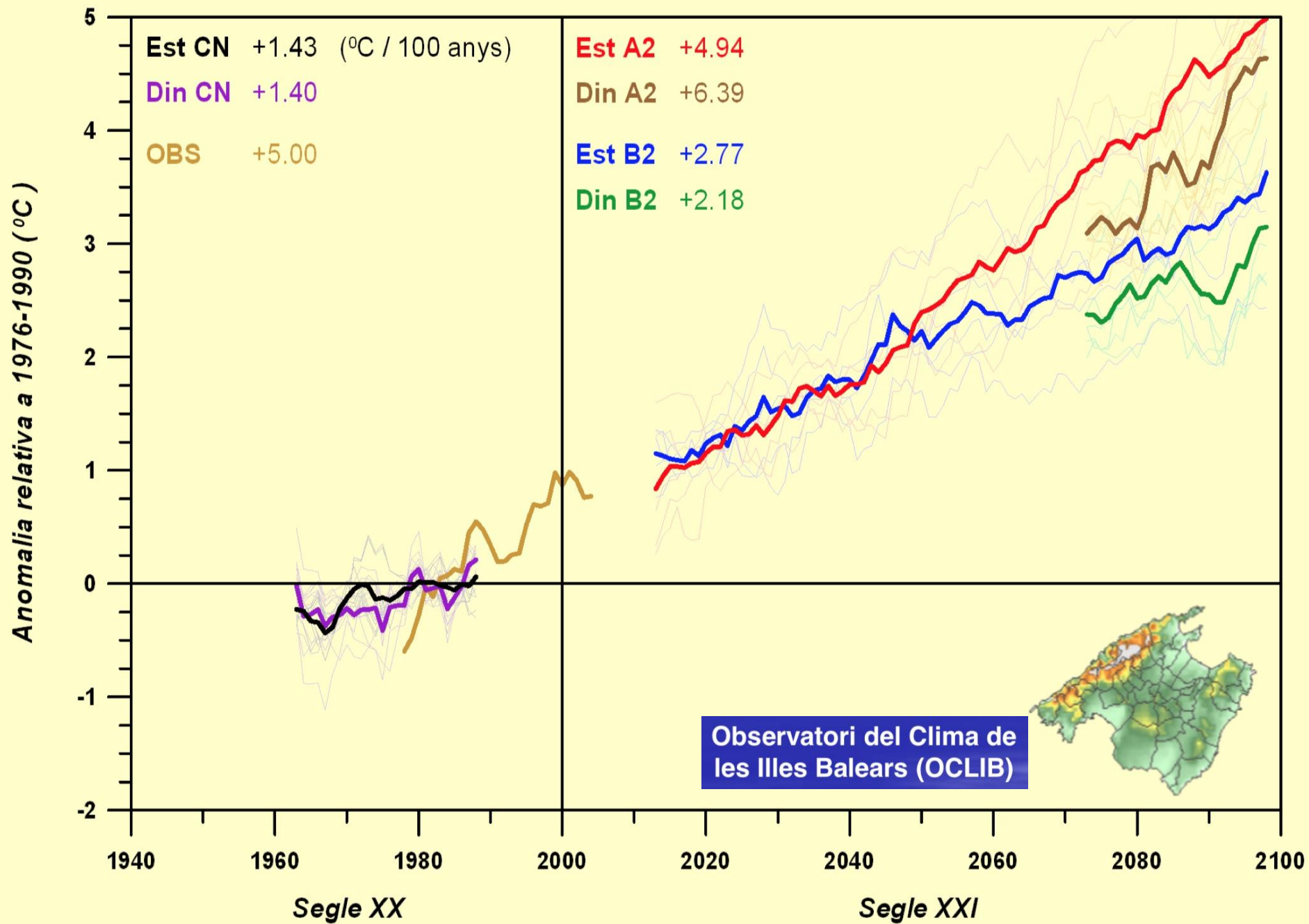
El bosc mediterrani davant el canvi climàtic

Francisco Lloret

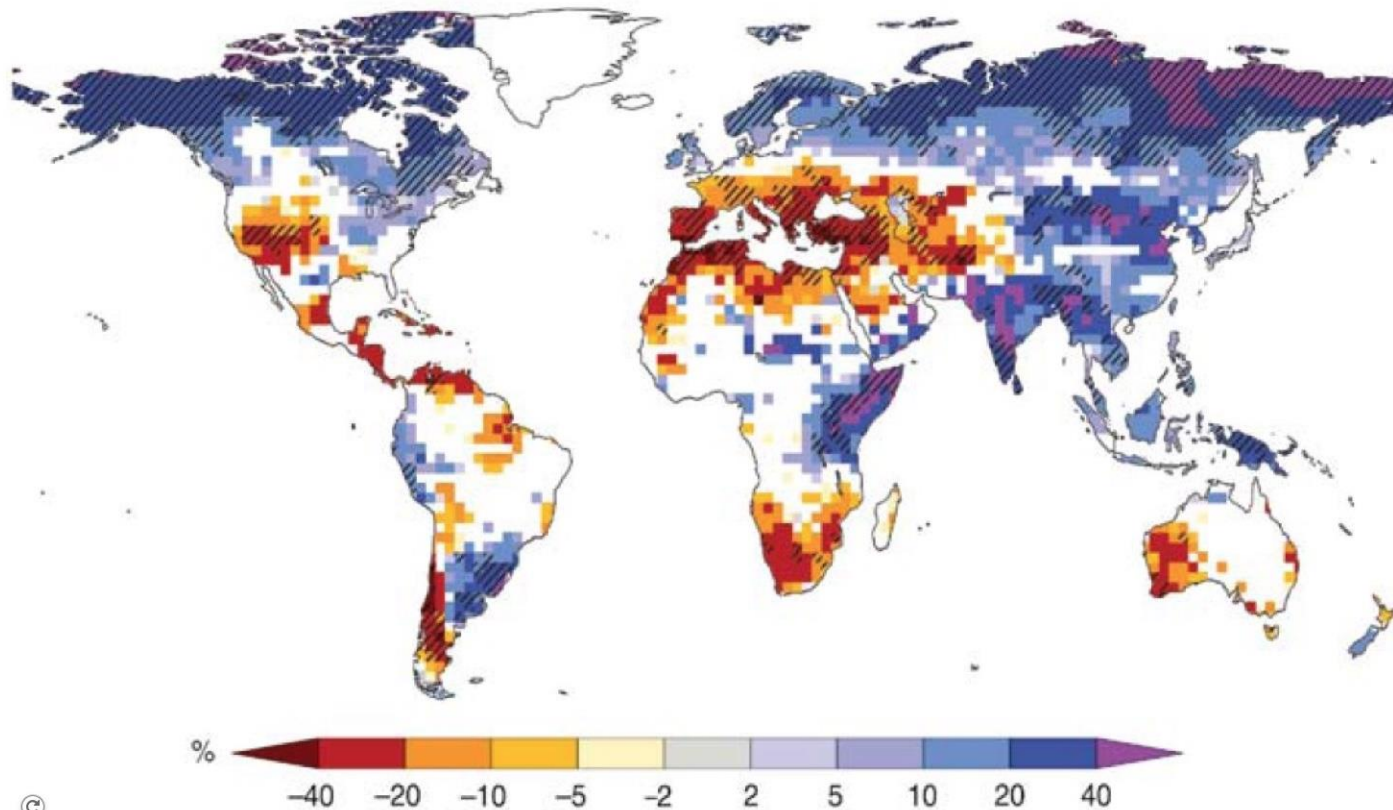


Universitat Autònoma de Barcelona

TEMPERATURA MÀXIMA - mitjana ANUAL (suavització 5 anys)



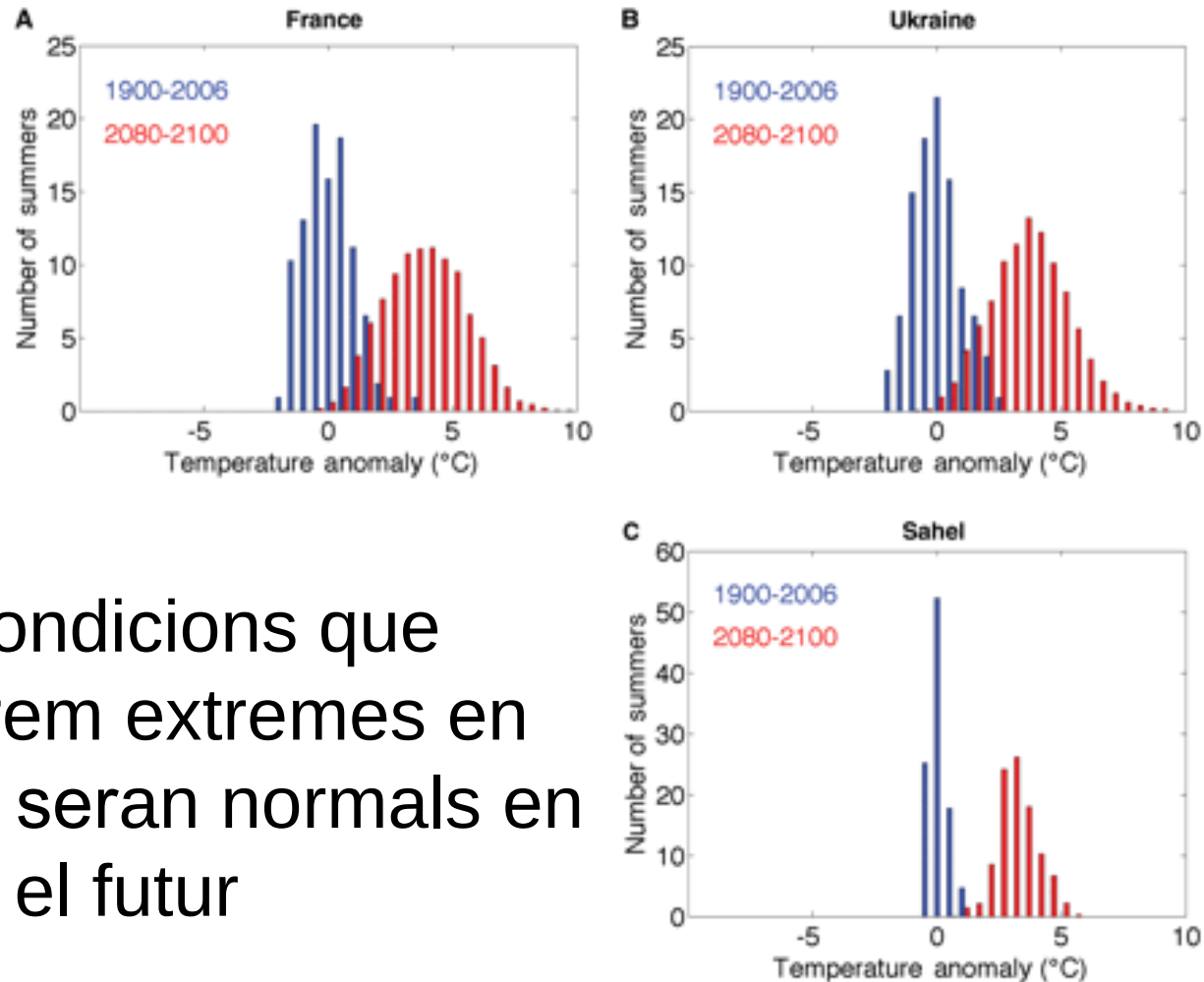
El clima s'està fent més sec



Aigua
disponible a
finals de segle

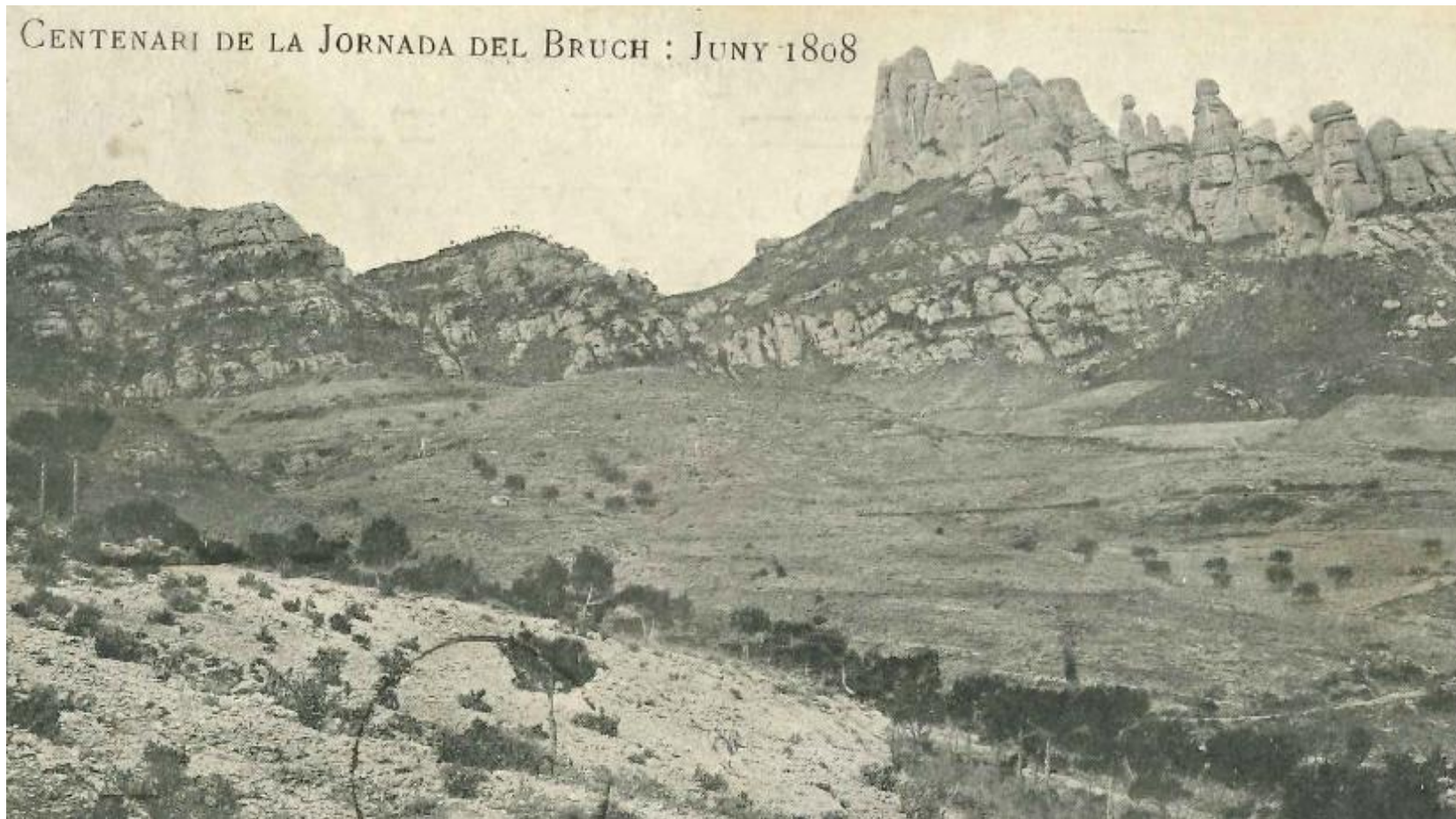
IPCC (2008)

En algunes regions les condicions climàtiques futures no tenen anàlegs en l'actualitat



Les condicions que
considerem extremes en
l'actualitat seran normals en
el futur

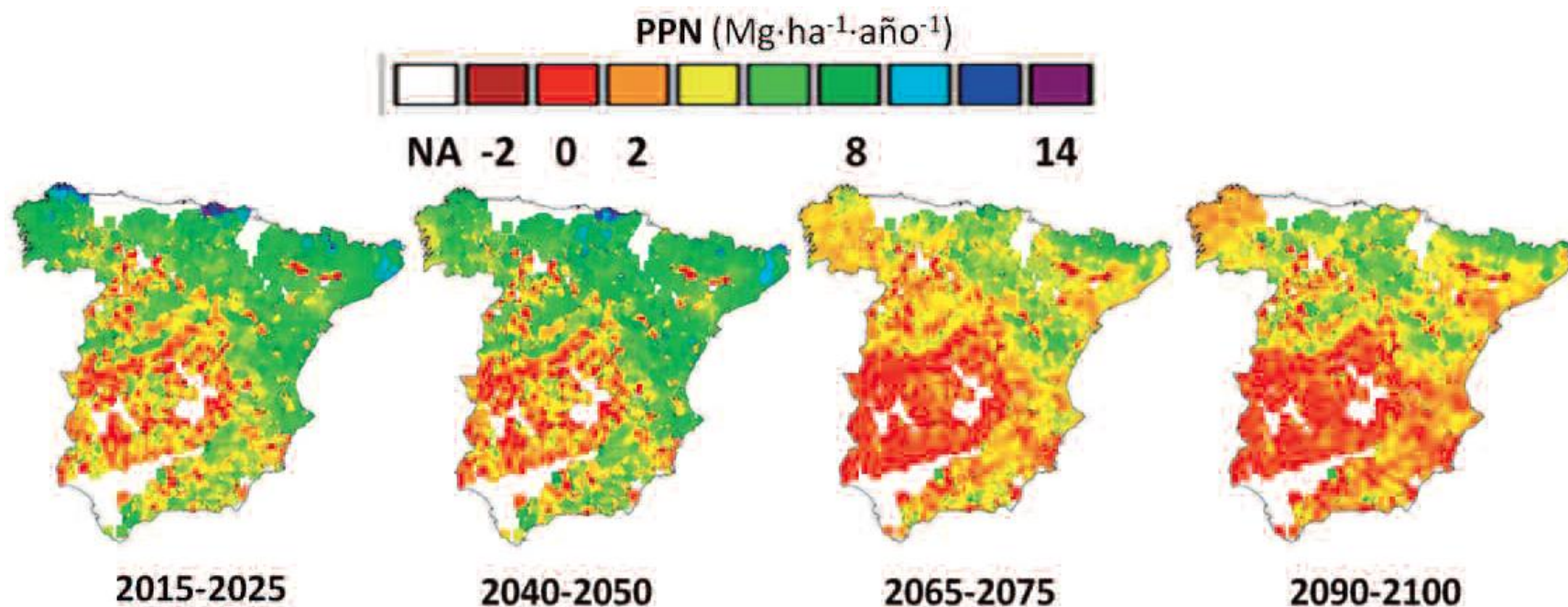
CENTENARI DE LA JORNADA DEL BRUCH : JUNY 1808



Augment de la superfície forestal amb altes densitats i masses joves com a resultat de l'abandonament del món agrícola



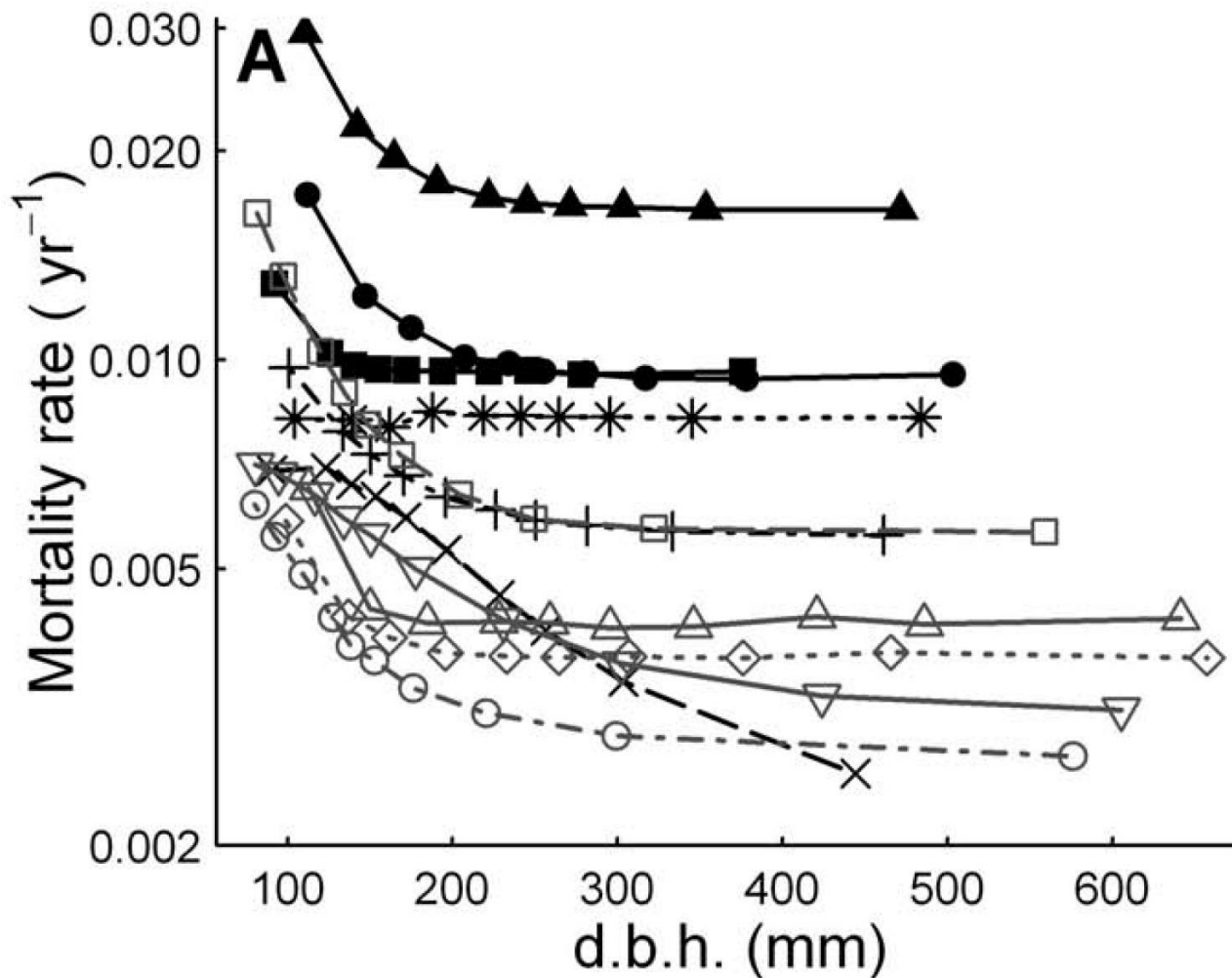
Els boscos de la conca mediterrània experimentaran més limitació pel déficit hídric



Nadal-Sala et al. (2013) GOTILWA+

L'increment de la densitat en els boscos augmenta la seva vulnerabilitat a llarg termini

La mortalitat dels boscos mediterranis afecta a poblacions joves → aclarida



- Canvis en la distribució d'espècies

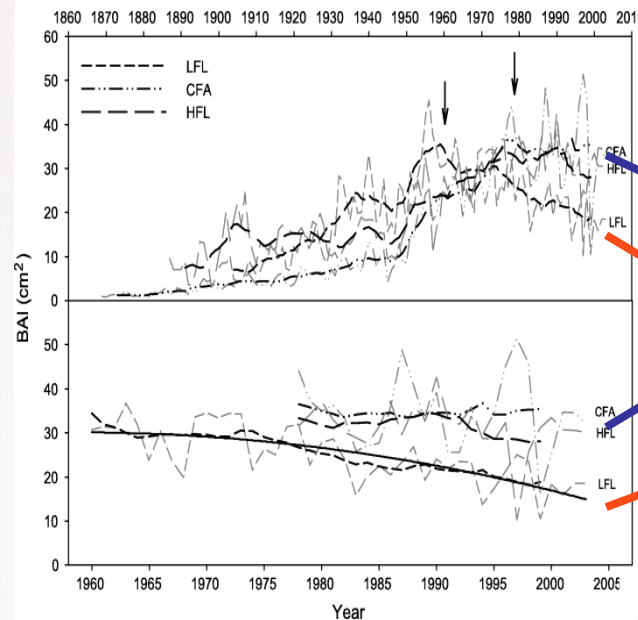
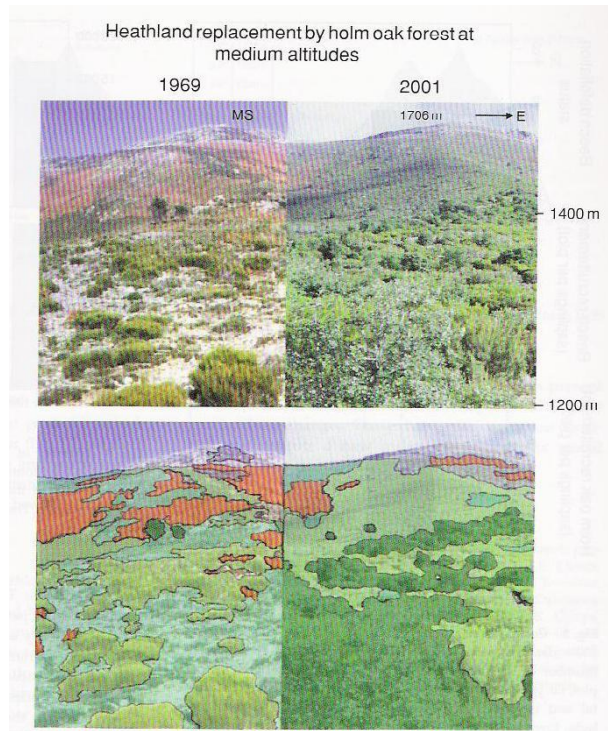
Canvis altitudinals

Es difícil distinguir efectos del clima i dels canvis d'usos!!!

Montseny (Barcelona)

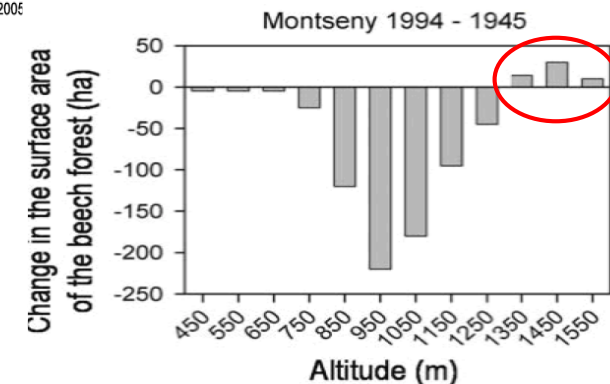
Fagus sylvatica (faig)

Patrons de creixement reclutament



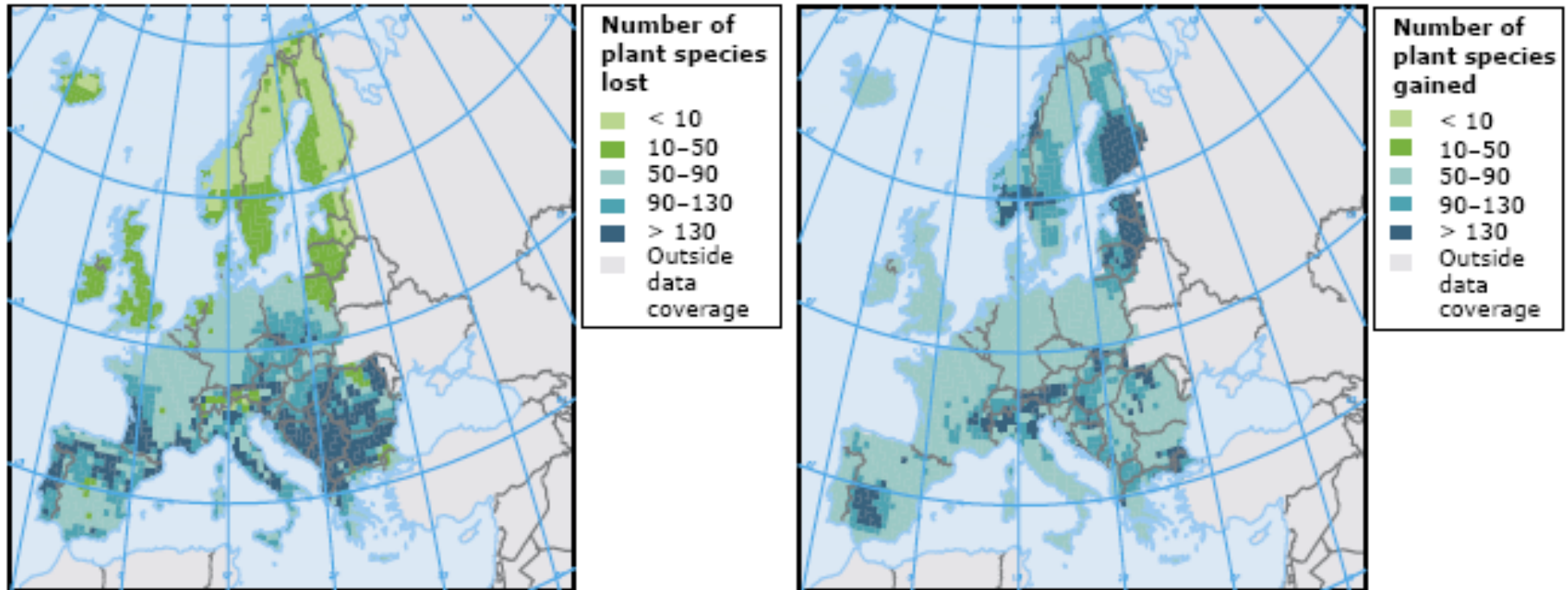
Límit superior

Límit inferior



Peñuelas et al.
Glob Chan Biol 2003, 2006

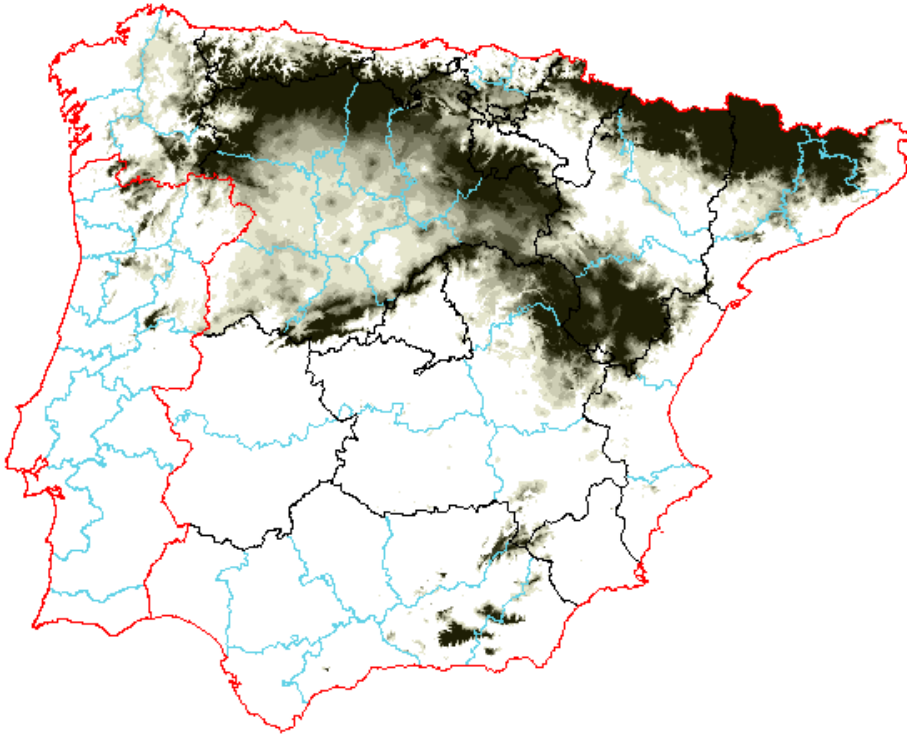
Models bioclimàtics



La regió mediterrani és particularment vulnerable als canvis en la distribució de les espècies

Més del 50% de les espècies de plantes d'Europa (n = 1350) poden ser vulnerables en 2080

Models de distribució d'espècies



Pinus sylvestris

S'utilitzen correlacions estadístiques per predir la probabilitat de presència d'una espècies en relació a predictors ambientals, com el clima

Es poden fer servir per projectes condicions climàtiques **futures**

present
T: 13.6°C

2050-2080
T: 16.8°C

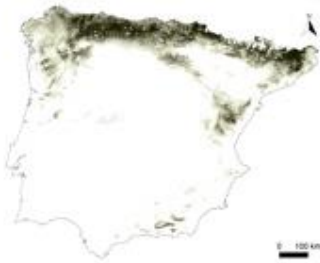
Hadley Center
escenari A1F1



Pinus halepensis

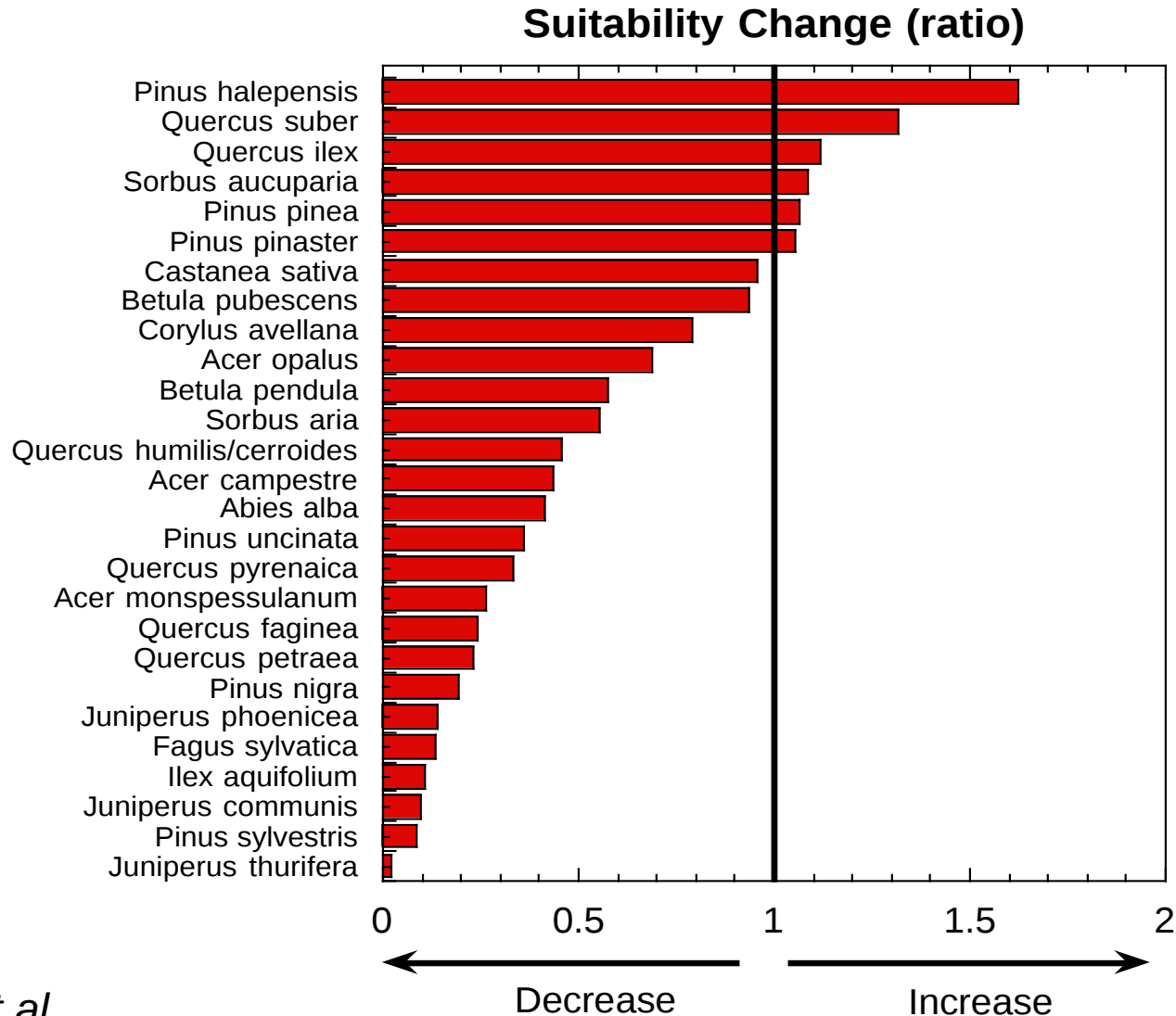


Quercus faginea

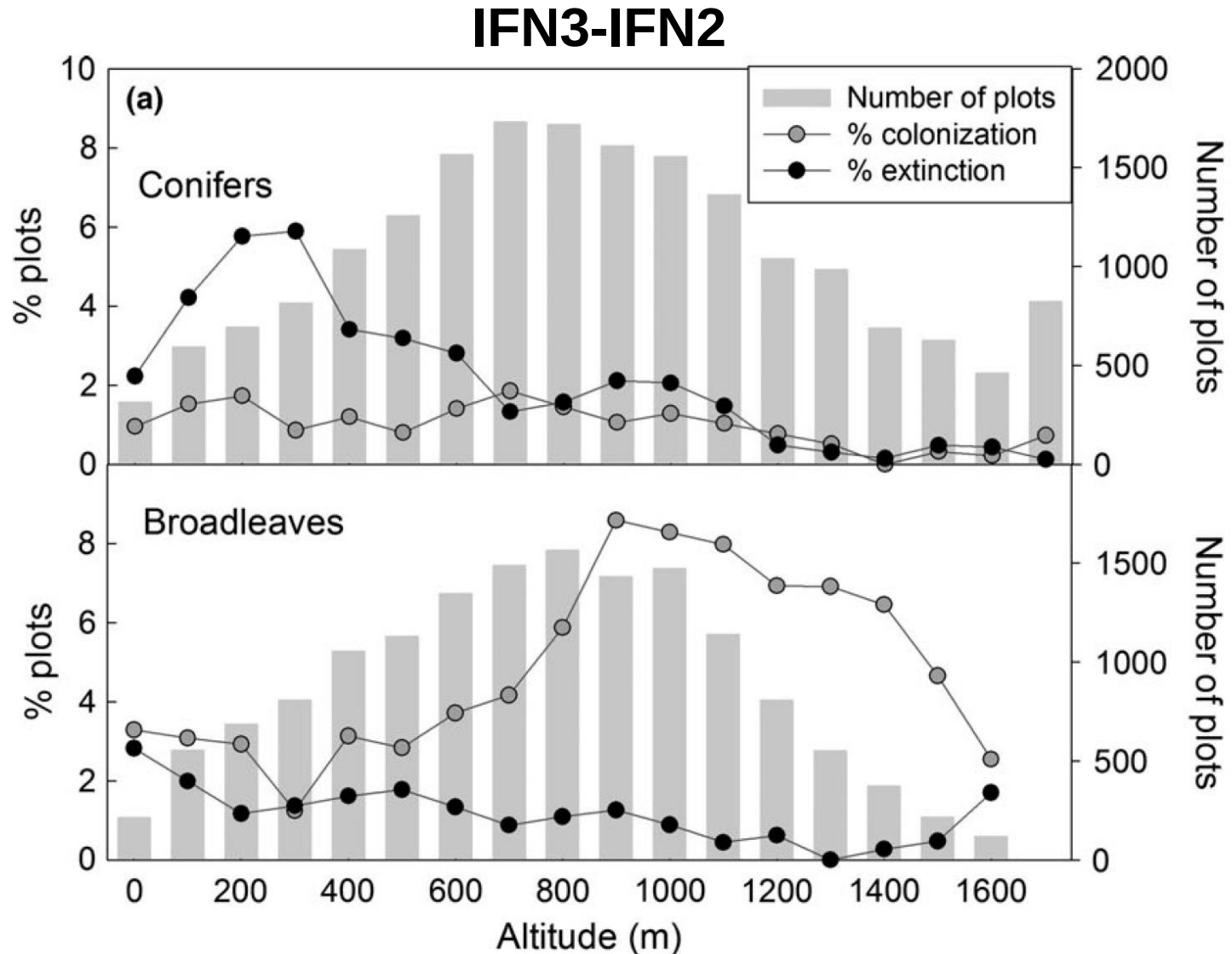


Quercus petraea

La idoneïtat climàtica disminuirà per la majoria d'espècies, excepte per les més mediterrànies



La tendència actual és un augment dels plannifolis (quercínees) en detriment de coníferes

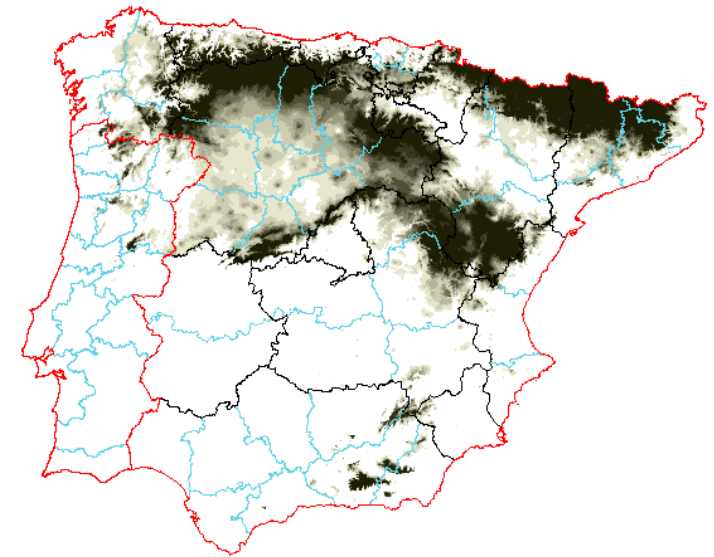
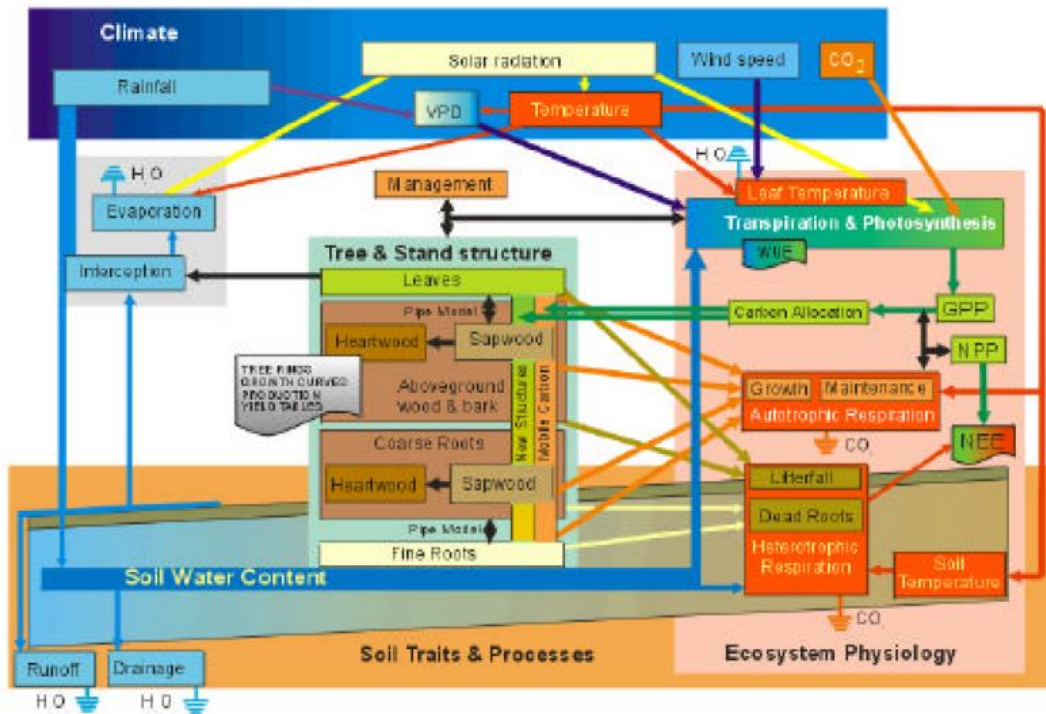


- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica

Resposta funcional vs Models de distribució

GOTILWA+

Models de distribució



Model mecanicista de creixement forestal, basat oen clima, processos fisiològics, sòl, i estructura del bosc



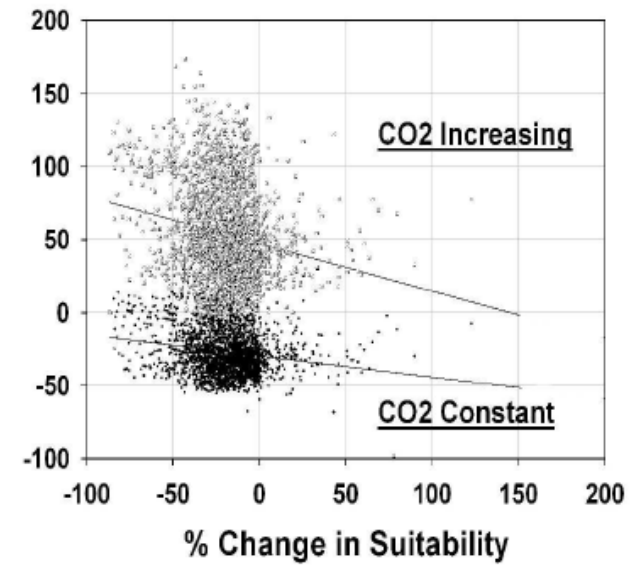
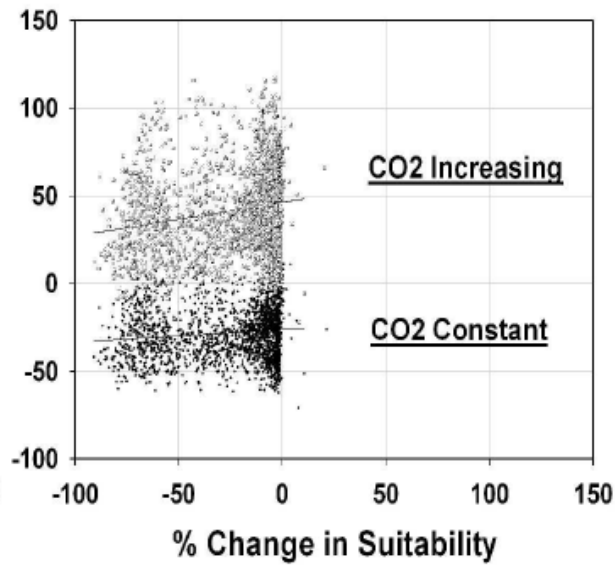
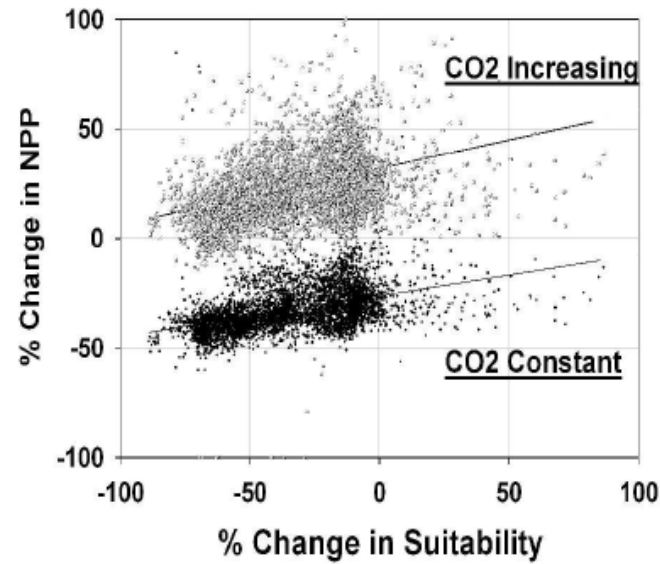
Quercus ilex



Pinus sylvestris

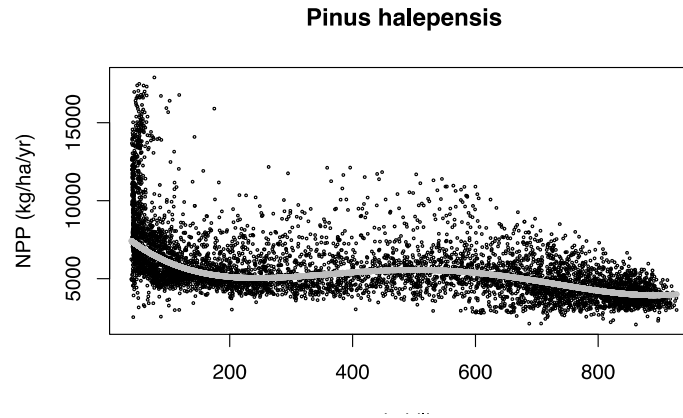


Pinus halepensis



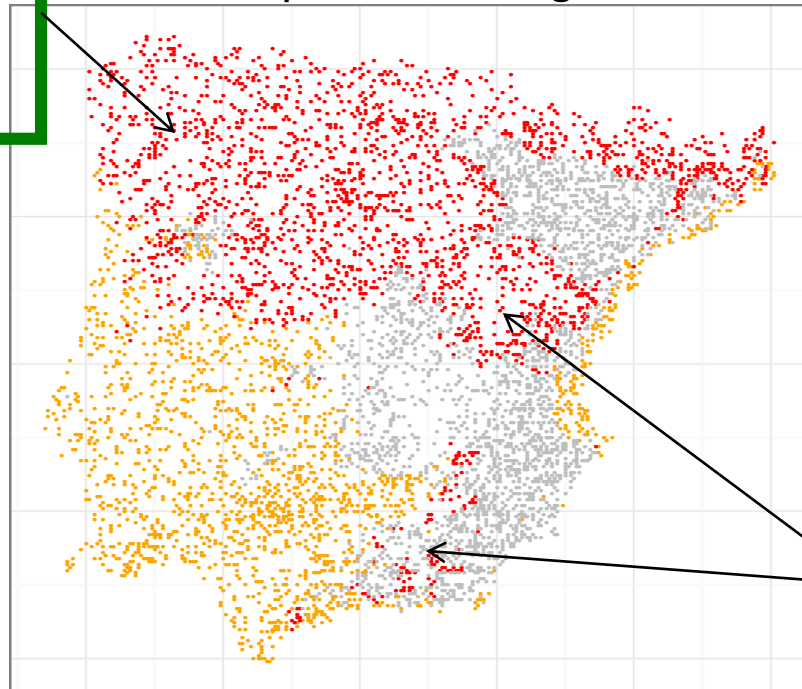
Pinus halepensis

NPP
VS
Idoneïtat
climàtica



Competència?

Pinus halepensis. MLL gradient



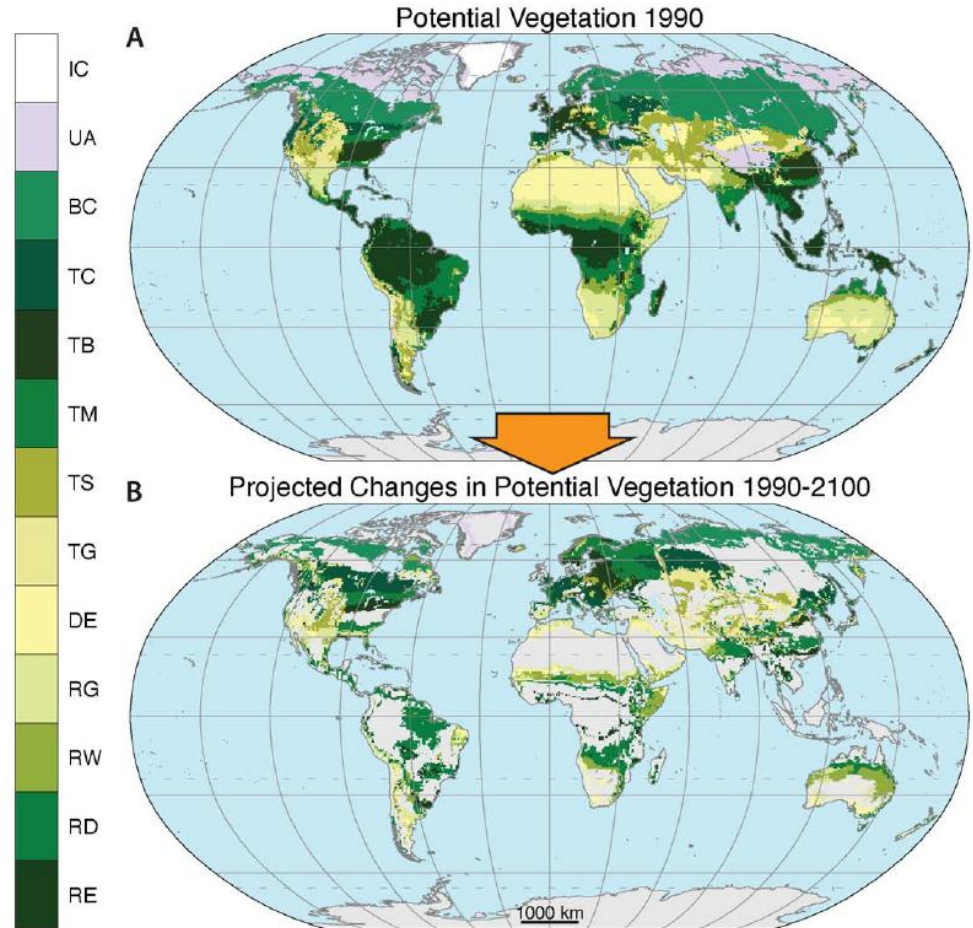
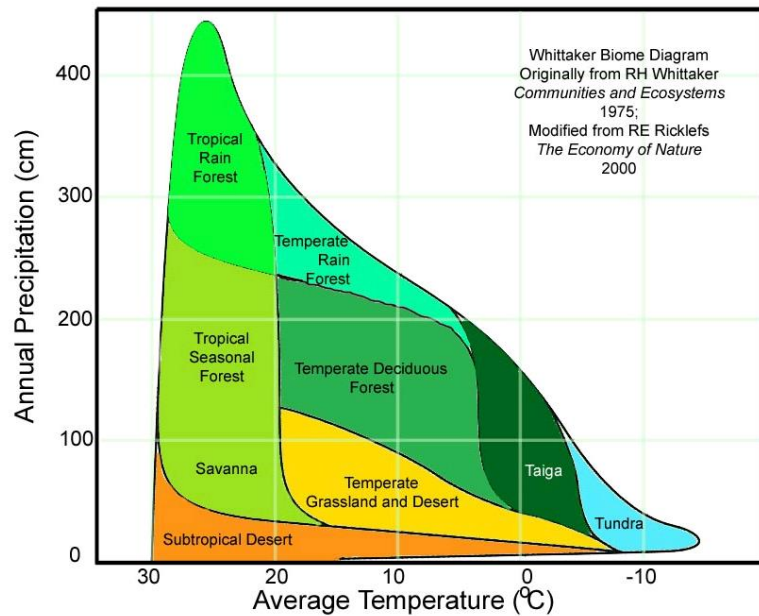
gradient

- congruent gradient
- incongruent gradient
- undefined

Foc?
Gestió, plantacions?

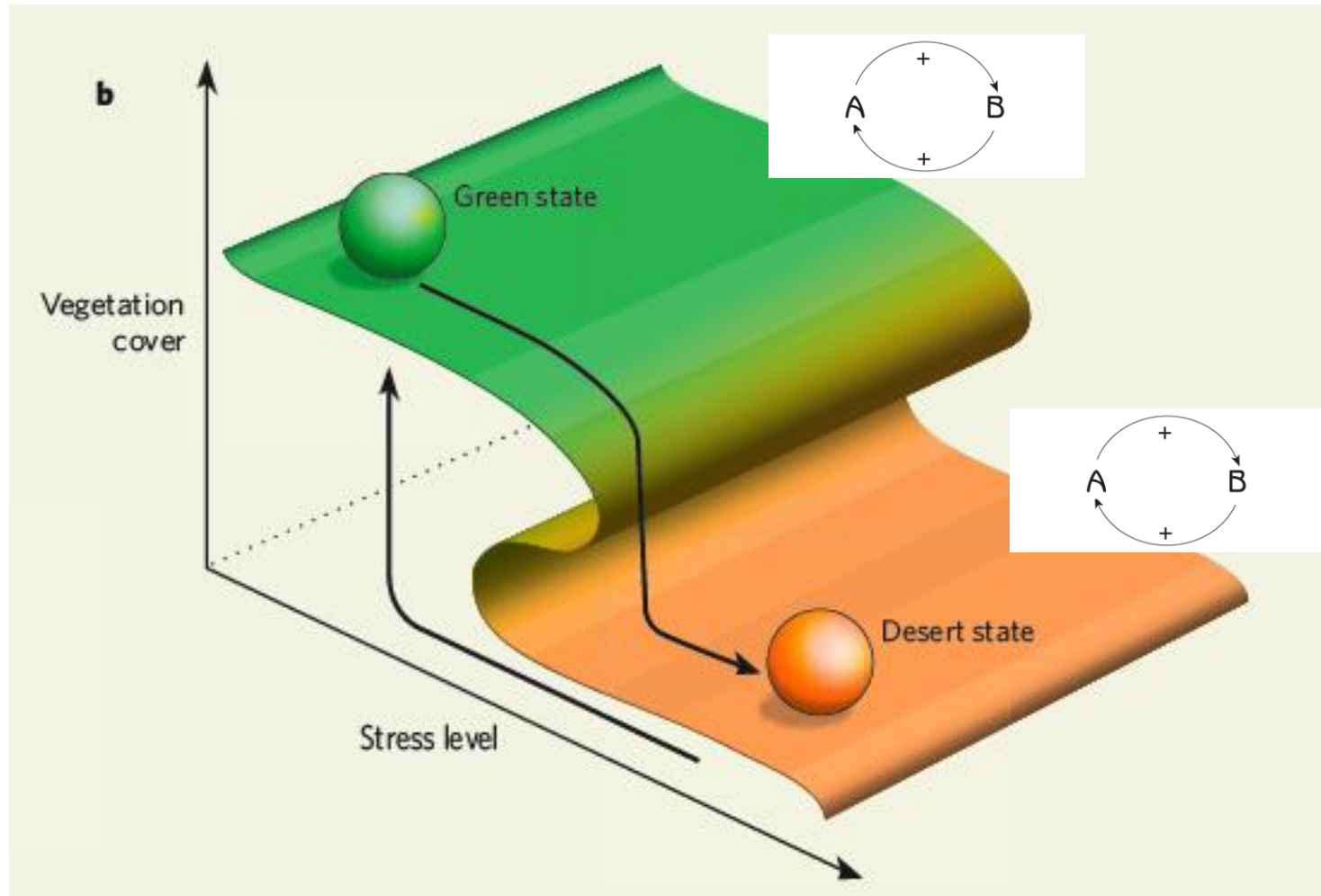
- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica
- Transició gradual vs sobtada

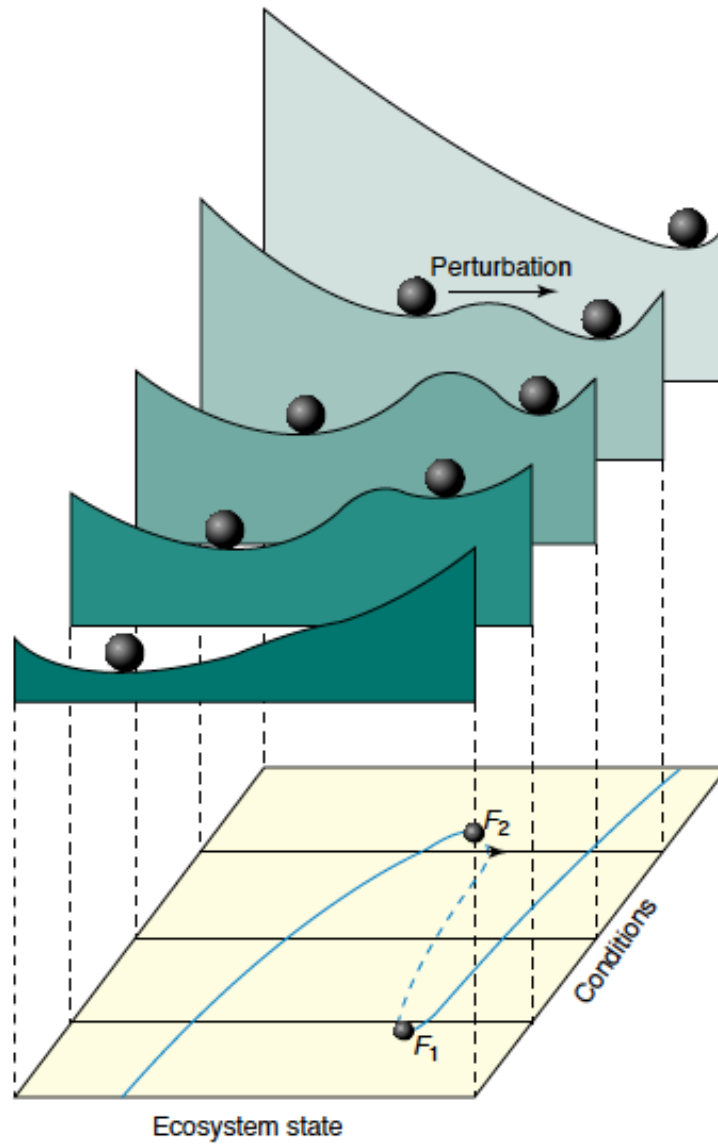
La tendència a llarg termini sembla evident



Teories de no-equilibri

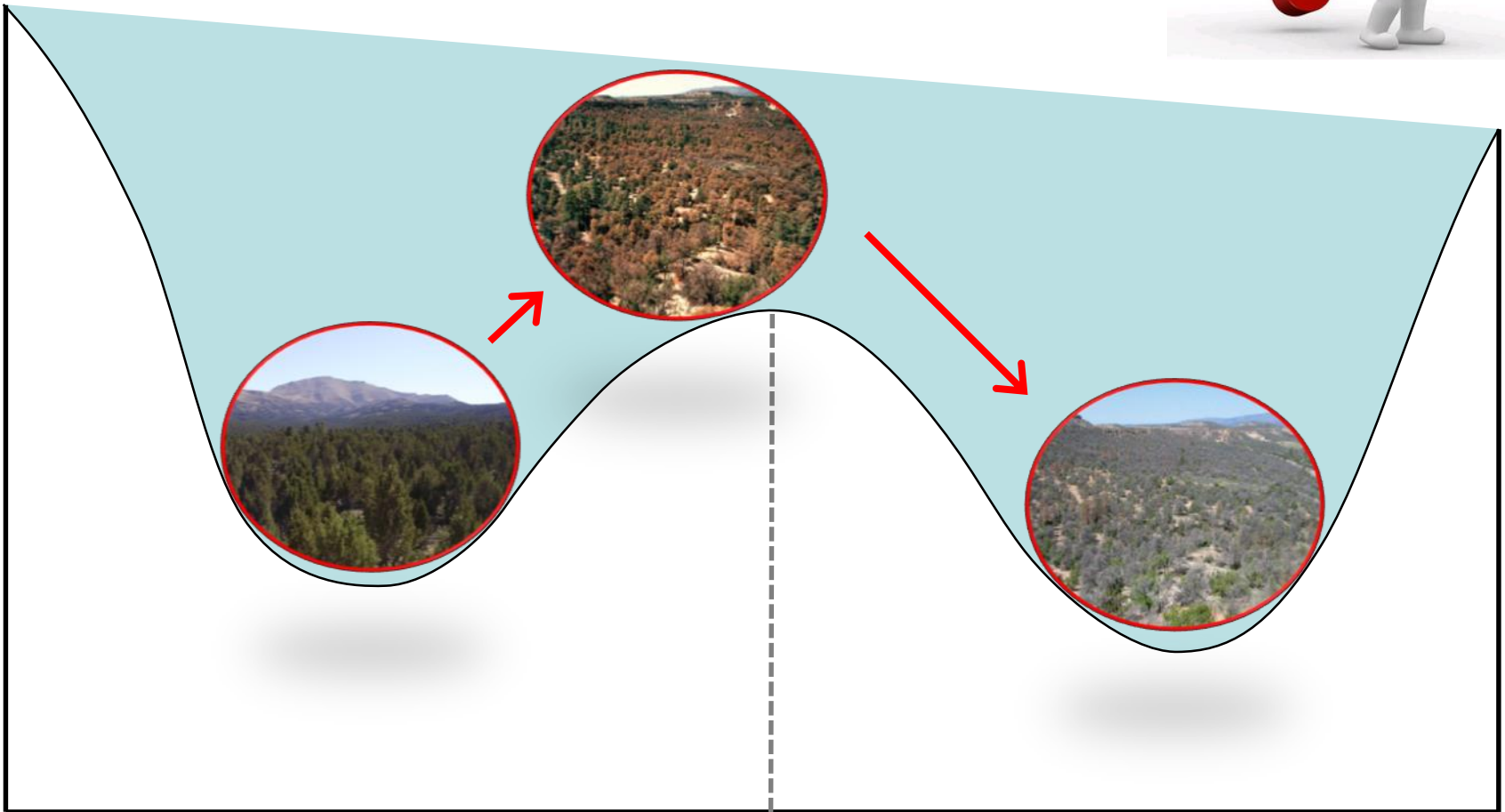
Però condicions ambientals semblants poden portar a comunitats (ecosistemes) funcionalment diferents

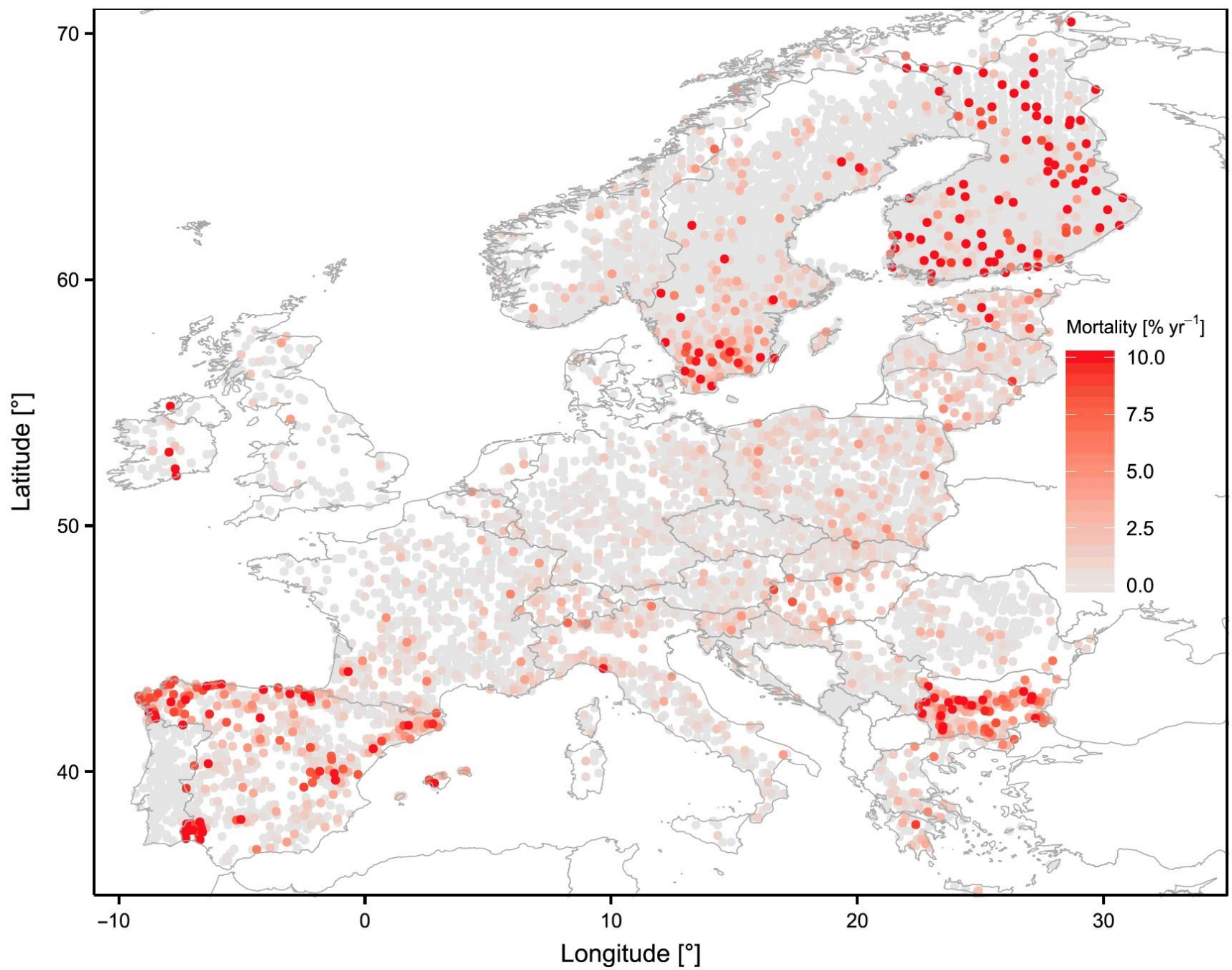


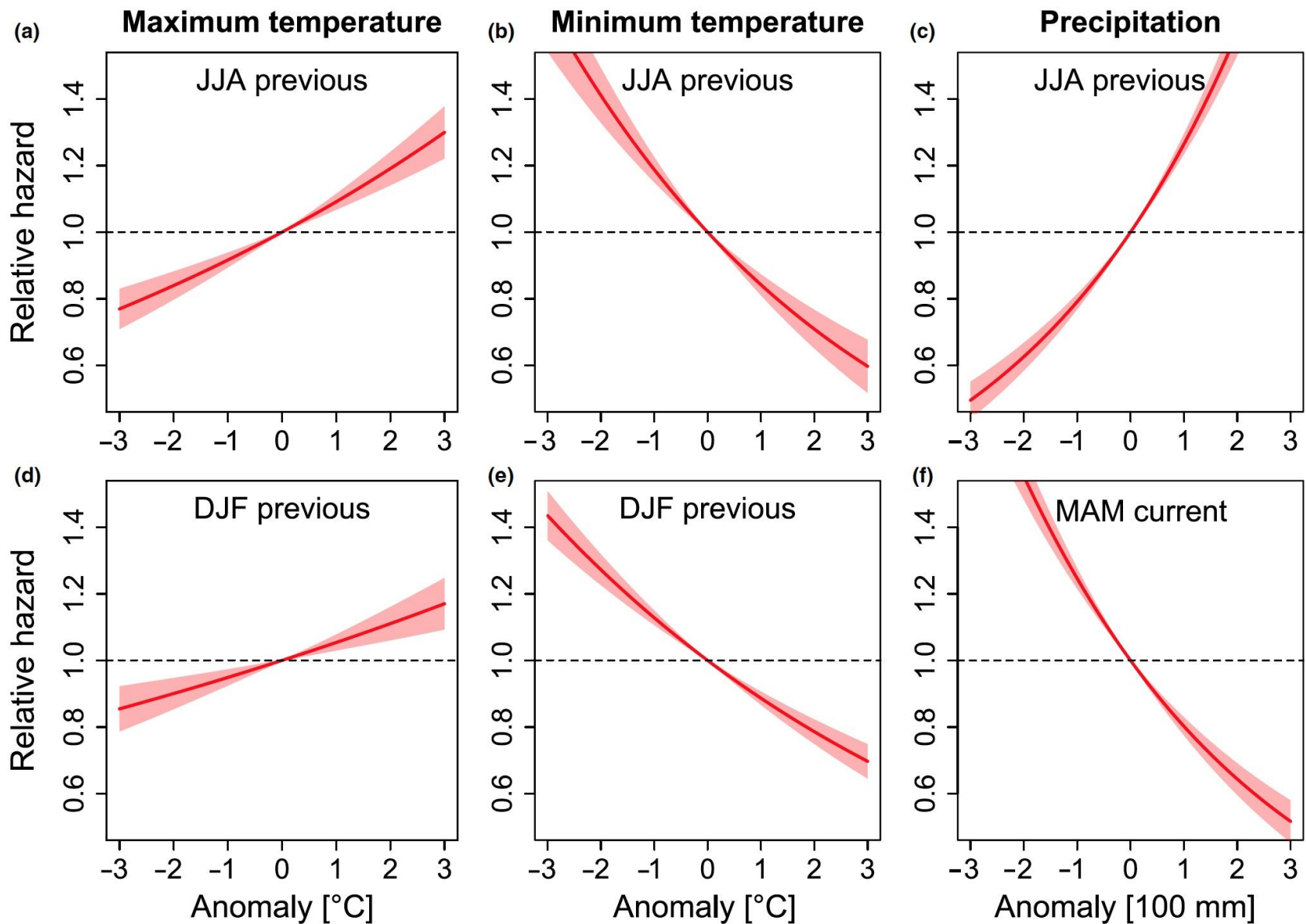


TRENDS in Ecology & Evolution

... estem a prop d'un "turning point"?

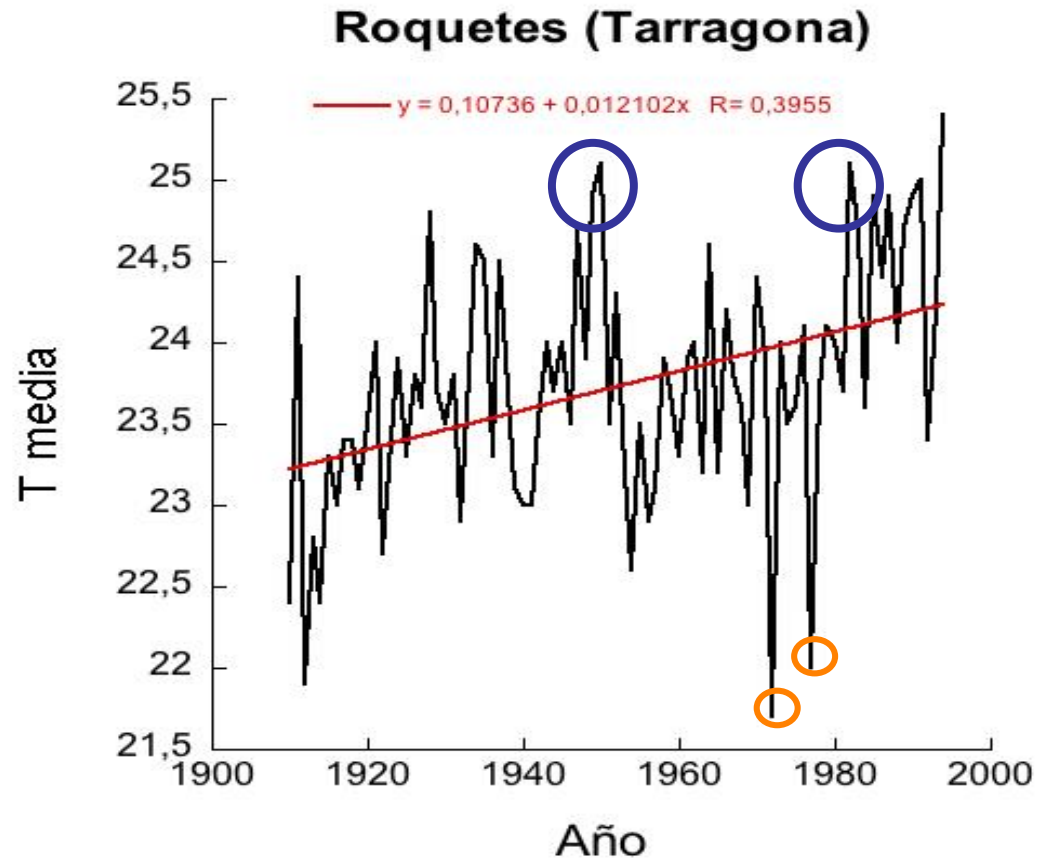






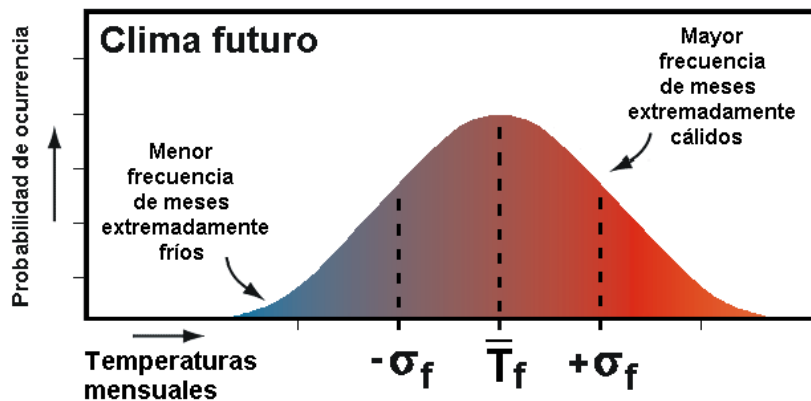
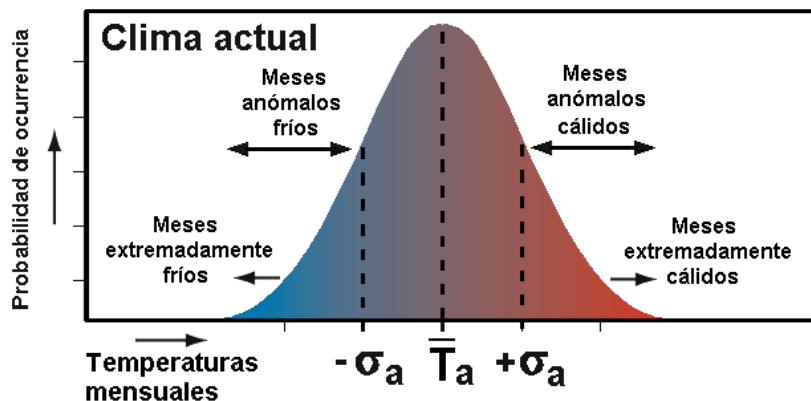
- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica
- Transició gradual vs sobtada
- Episodis climàtics extrems

Episodis climàtics extrems



Proyecciones d'episodis extrems

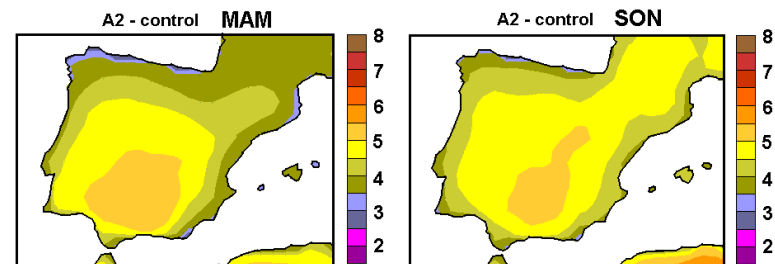
Promes Model (UCLM) “nested” in HadAM3



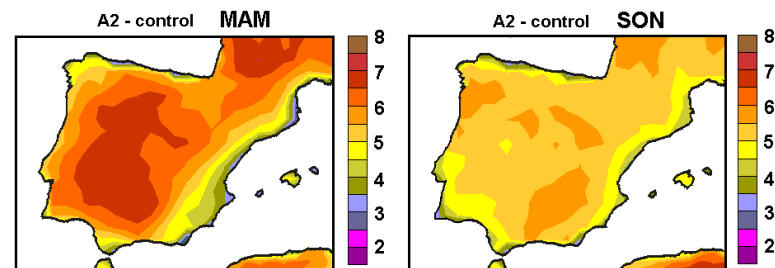
Cambio de temperaturas medias : $\bar{T}_f - \bar{T}_a$

Cambio de variabilidad : $\sigma_f - \sigma_a$

CAMBIO EN TEMPERATURAS MÁXIMAS (°C)

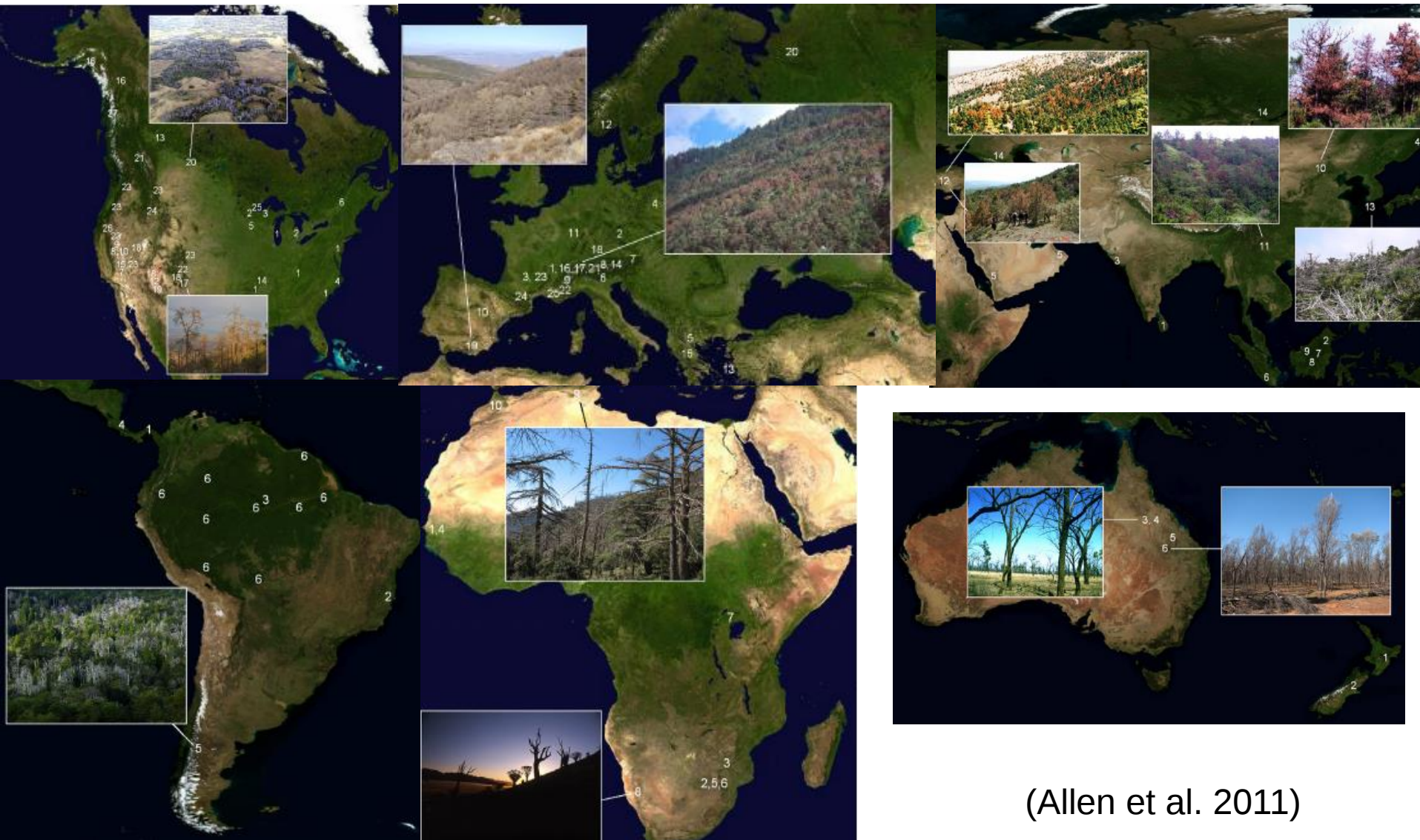


CAMBIO EN PERCENTIL 90 DE TEMPERATURAS MÁXIMAS (°C)



Sánchez et al. *Glob Plan Change* (2004)

Episodis de mortalitat forestal lligats a episodis de sequera arreu del món

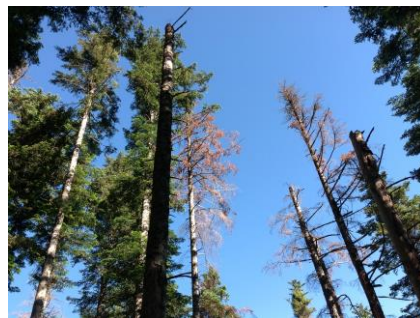


(Allen et al. 2011)



Quercus petraea / *Q. robur*

Abies alba
A. pinsapo



Pinus uncinata



Pinus sylvestris

Pinus pinaster

Pinus pinea



Quercus faginea
Quercus ilex



Pinus halepensis



matollars



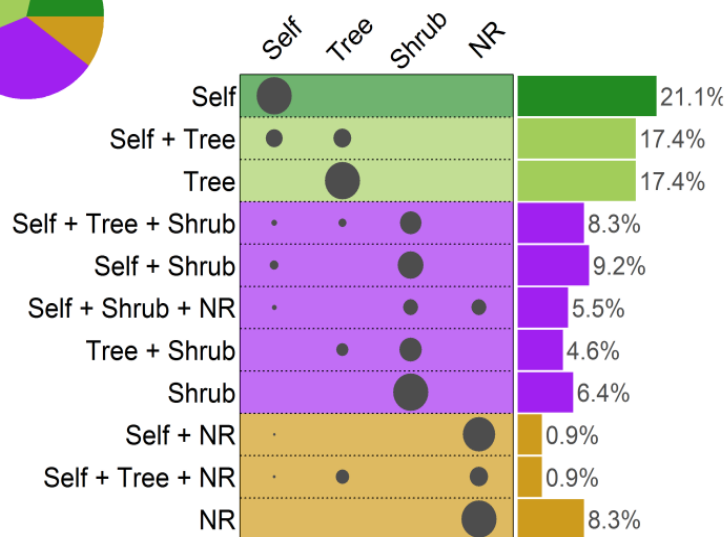
Quercus suber



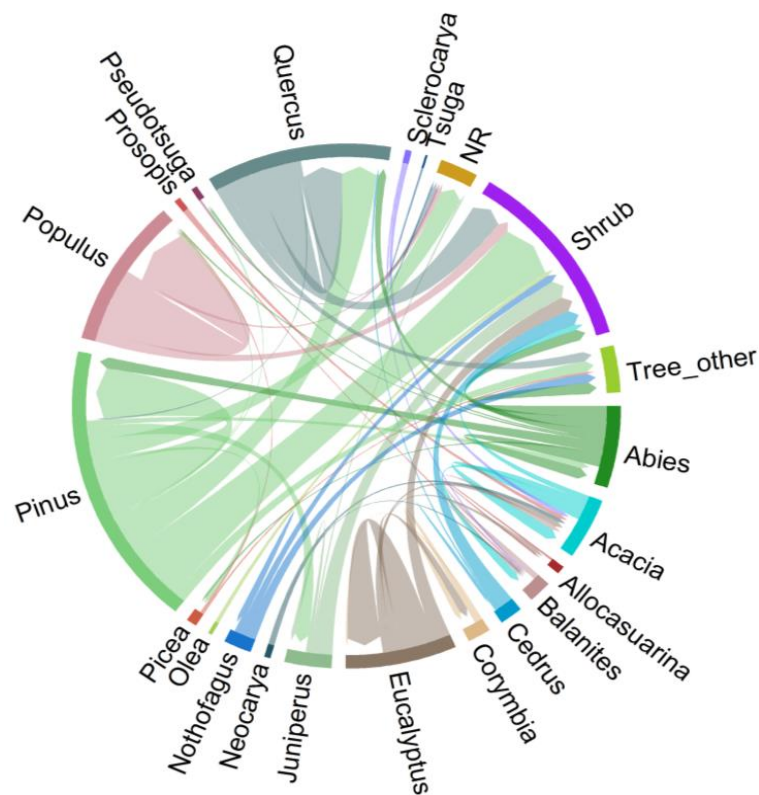
Pinus nigra

Juniperus phoenicea

Patrons globals de reemplaçament

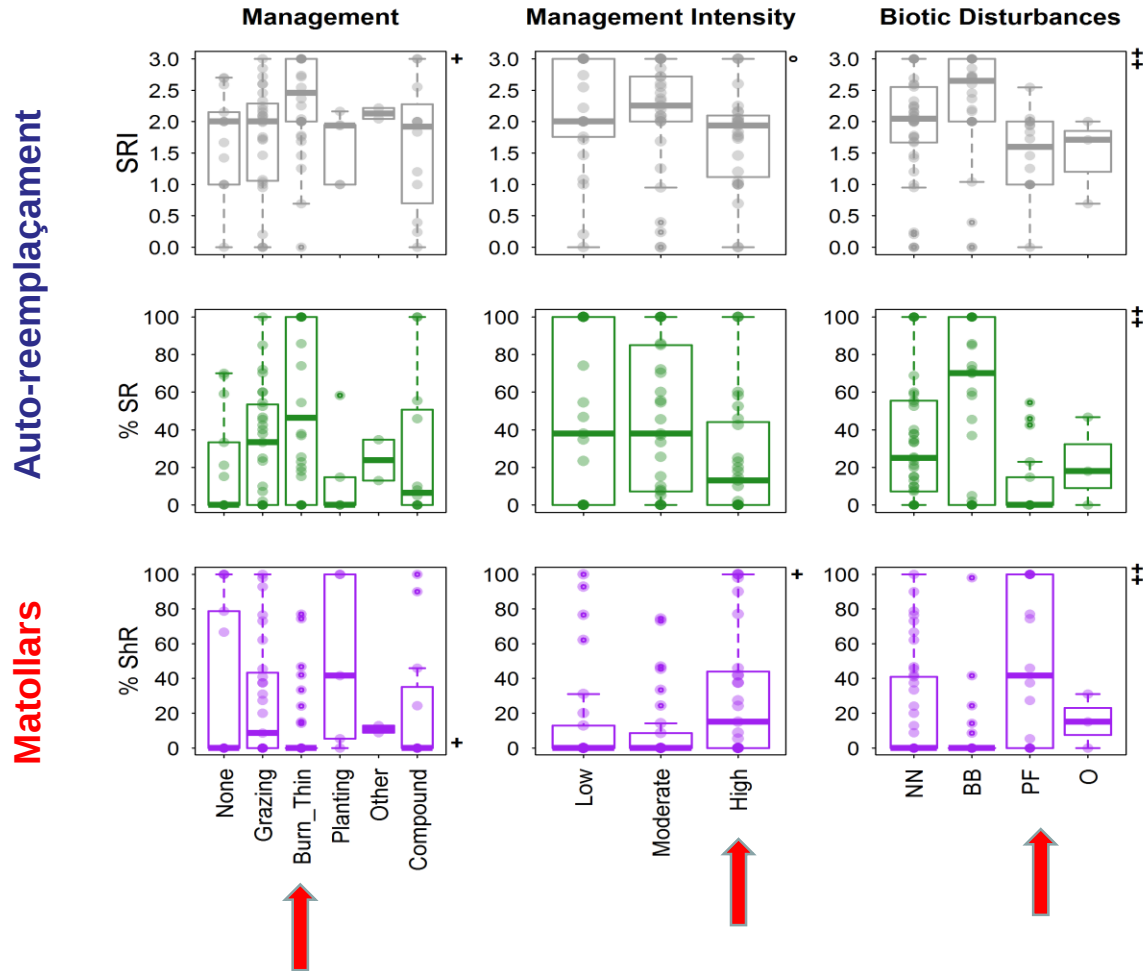


pattern intensity ● 100% ● 75% ● 50% ● 25%



- ✓ Per espècies de distribució més xèrica
- ✓ Canvis successional
 - avançament
 - regressió

Patrons globals de reemplaçament



MECANISMES ESTABILITZADORS

- a nivell fisiològic/estructural: àrea foliar, cobertura
- a nivell demogràfic: supervivència, reclutament
- a nivell de comunitat: diversitat, interaccions
- a nivell de paisatge: connectivitat

Leaf senescence (LS)

Partial dieback (PD)

Tree mortality (TM)



Leaf browning

Premature leaf drop



Marginal twig dieback

Stem dieback



Complete topkill

Belowground death

Mild drought

Small biomass/carbon cost

Small module drop

Fast response

Rapid recovery



Jump et al. (2017)

Severe drought

Large biomass/carbon cost

Large module sacrifice

Slow response

Slow recovery

Mecanismes demogràfics estabilitzadors

A. Atenuació de la mortalitat

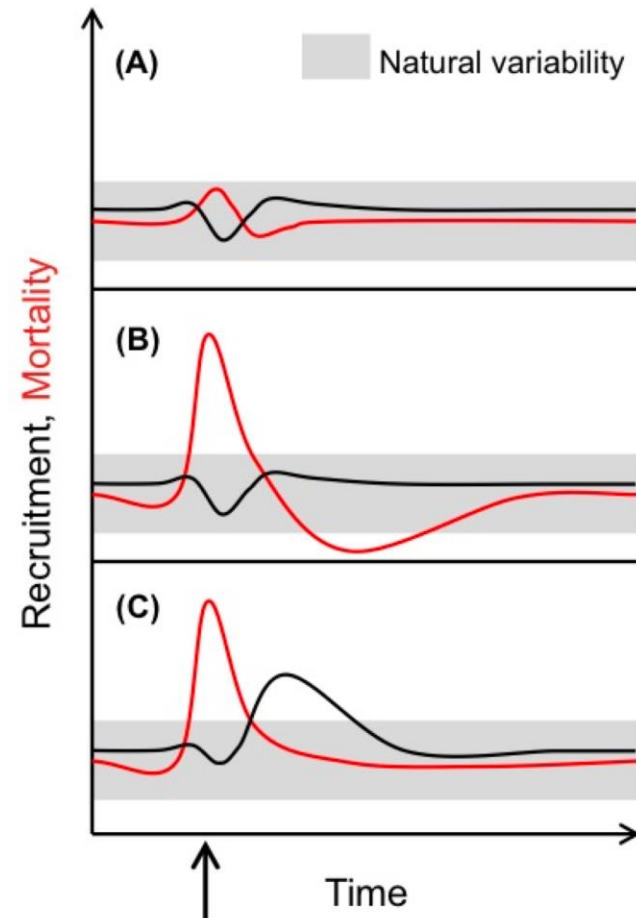
- + qualitat del lloc
- + tolerància,
- + plasticitat, variabilitat fenotípica

B. Compensació de la mortalitat augmentant la supervivència futura

- + induïda pel clima
- + menor competència

C. Compensació de la mortalitat augmentant el reclutament futur

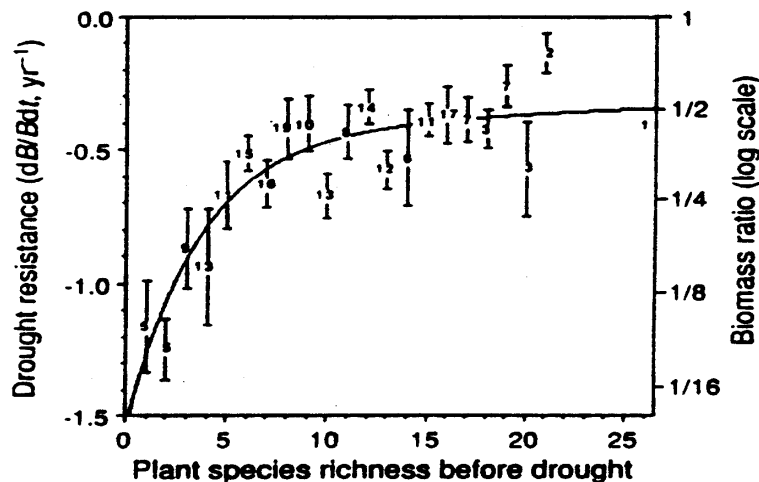
- + induït pel clima
- + auto-reemplaçament
- + relaxació de la competència
- + interaccions antagonistes, mutualistes, facilitació



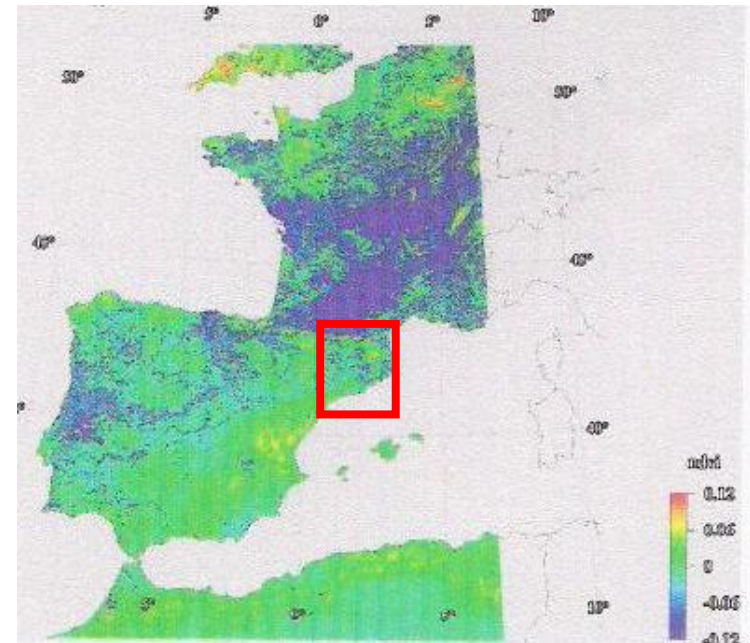
Diversitat i resistència a episodis climàtics extrems

Temperate grasslands

Biomass



Species richness



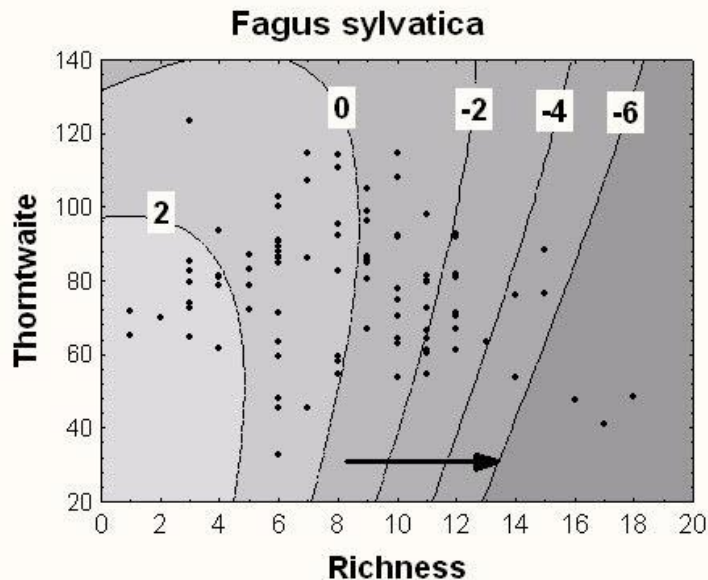
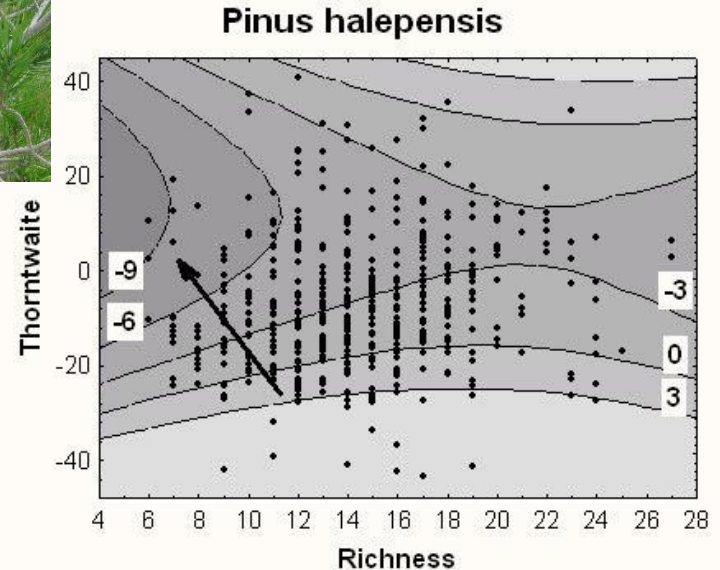
2003 NDVI anomaly

(Tilman et al. 1996)

La riquesa proporciona complementarietat de respostes i més probabilitat de trobar espècies seleccionades



La hipòtesis funcionaria en
ecosistemes mediterrànis:
l'impacte és més gran en
boscós més pobres

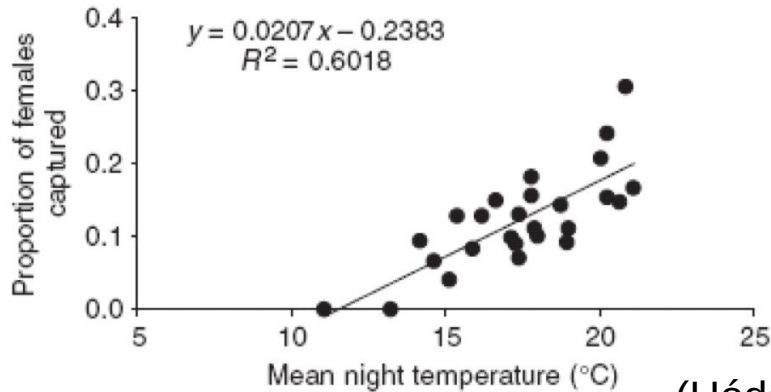


Però no en formacions de
distribució centro-europea, on
l'impacte és més gran en
boscós més rics en espècies

- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica
- Transició gradual vs sobtada
- Episodis climàtics extrems
- Interaccions entre canvi climàtic i plagues

Plagues: expansió d'insectes fitòfags

Processionària (*Thaumetopoea pityocampa*)



(Hódar *et al.*, 2003)

Sierra Nevada



Les poblacions presenten cicles de varis anys regulats per baixes temperatures, depredadors, parasitoids i resistència dels arbres

Les poblacions són vulnerables al fred hivernal, quan migren de les bosses al sòl, però les temperatures d'hivern estan augmentant

La combinació letal es produeix quan els arbres están estressats per sequera i pateixen una forta infecció

Interacció amb sequera (Múrcia)



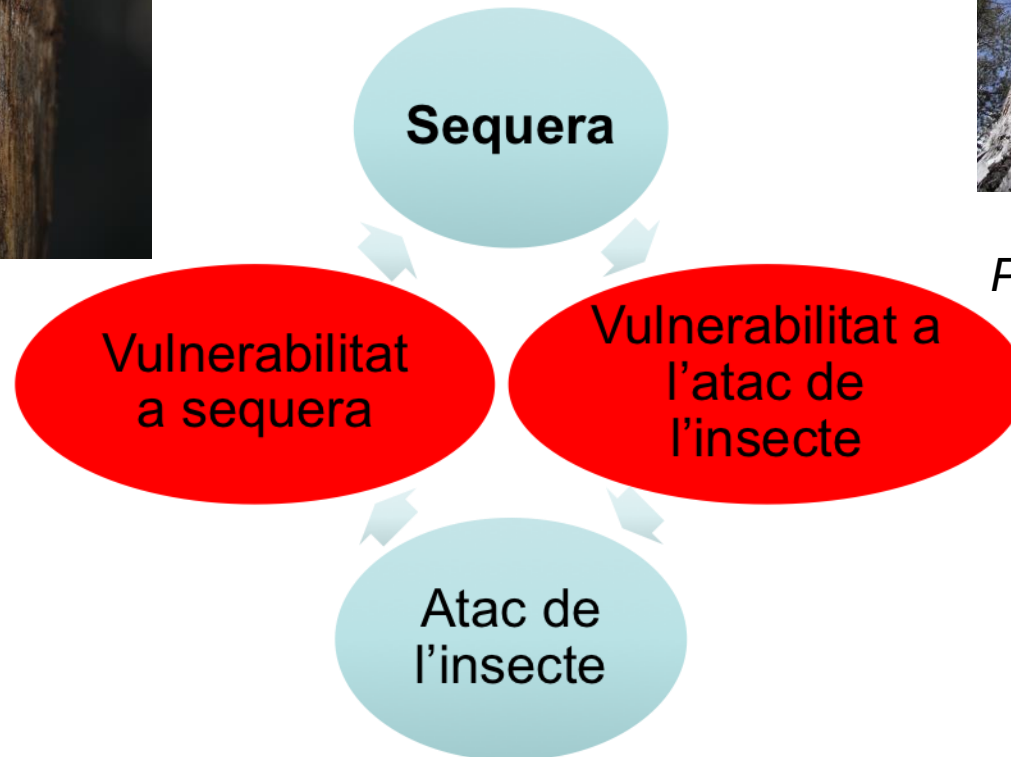
Plagues per insectes barrinadors (escolítids)



Escolitidae



Pinus sylvestris



Feed-back positiu entre estrés abiòtic i plaga

Interacció amb fongs i patògens: la seca



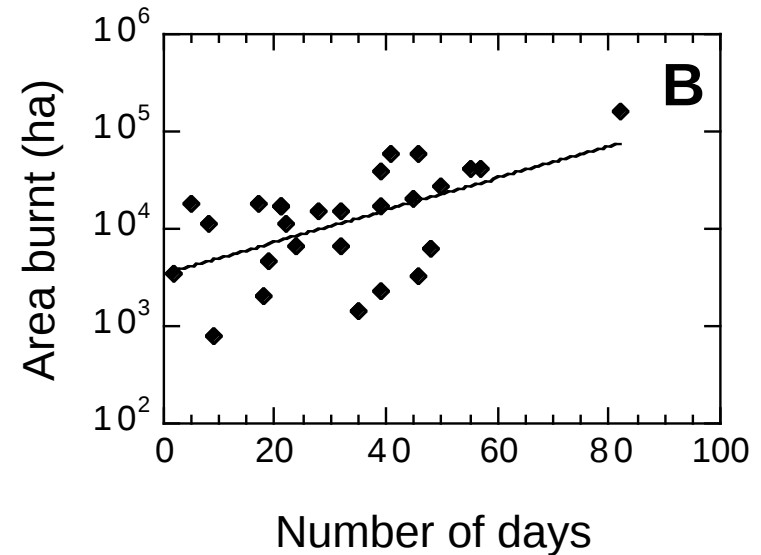
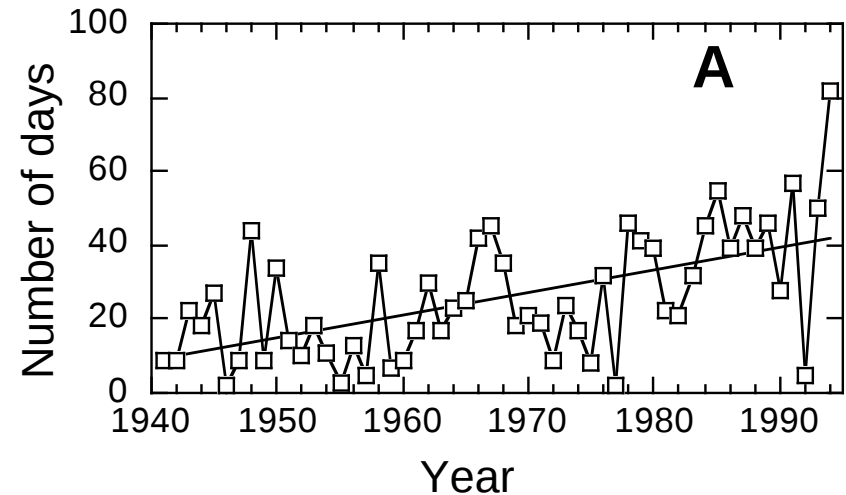
- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica
- Transició gradual vs sobtada
- Episodis climàtics extrems
- Interaccions entre canvi climàtic i plagues
- Interacció entre sequera i incendis

Els incendis es concentren en dies amb condicions climàtiques concretes:

temperature elevades
humitat relativa baixa
velocitat del vent alta

El nombre de dies d'alt risc climàtic d'incendis ha augmentat al llarg del segle XX

Catalunya



nombre de días superant un valor pre-establert de l'índex 187mod (Canadá)

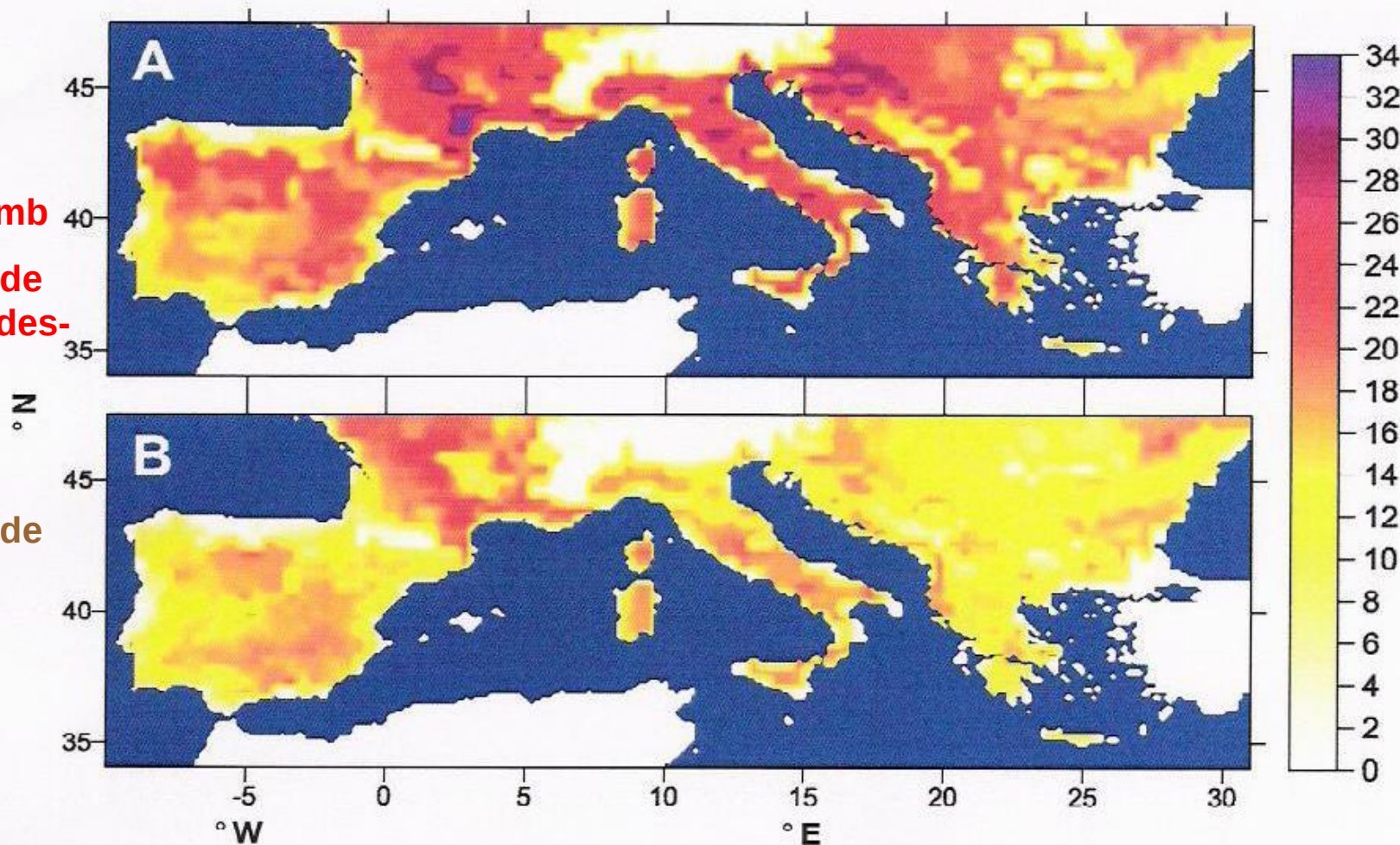
Piñol et al 1998

Projeccions futures (2071-2100)

Augmentaran els episodis llargs d'alt risc d'incendi

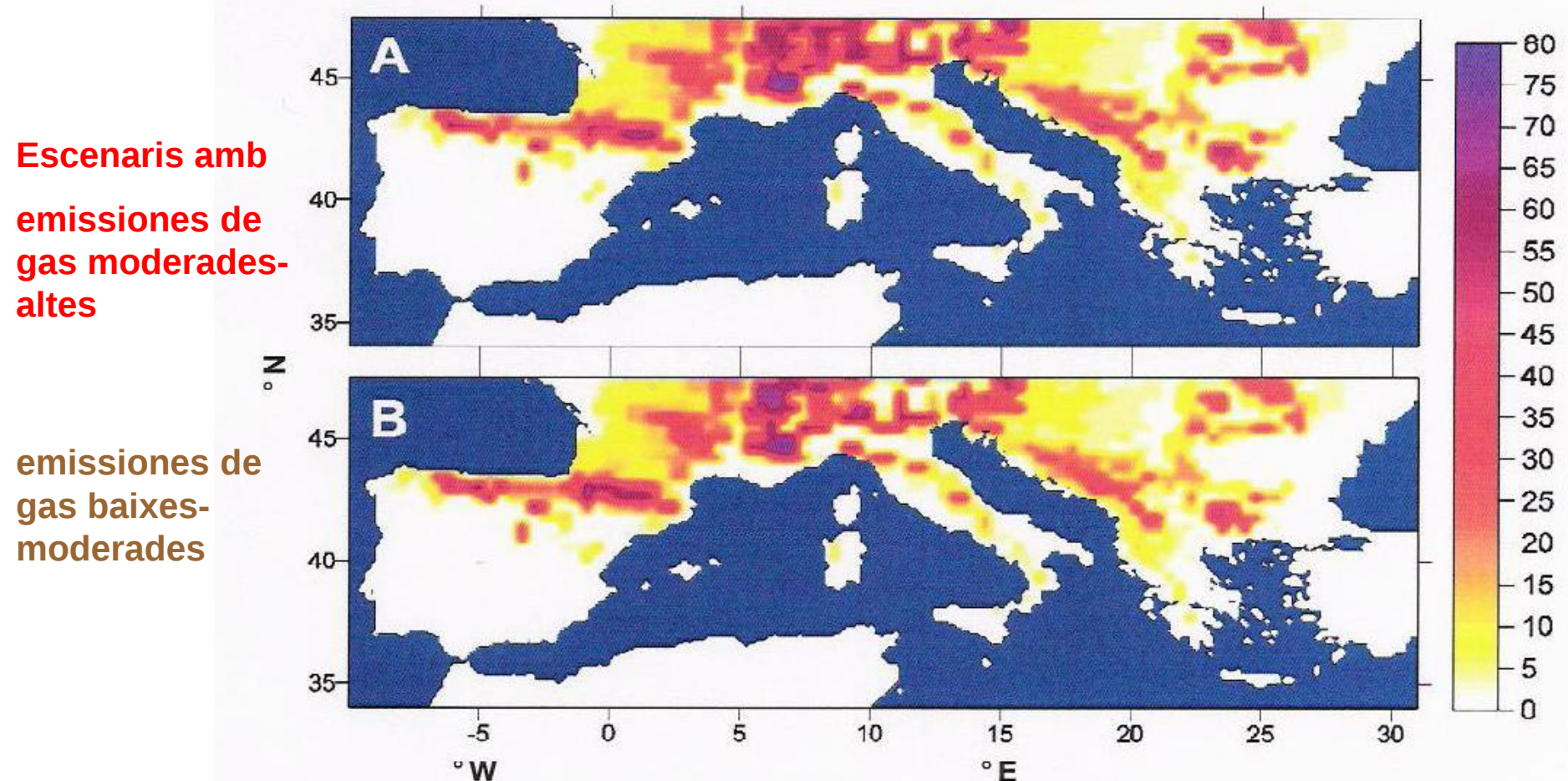
Escenaris amb
emissions de
gas moderades-
altes

emissions de
gas baixes-
moderades

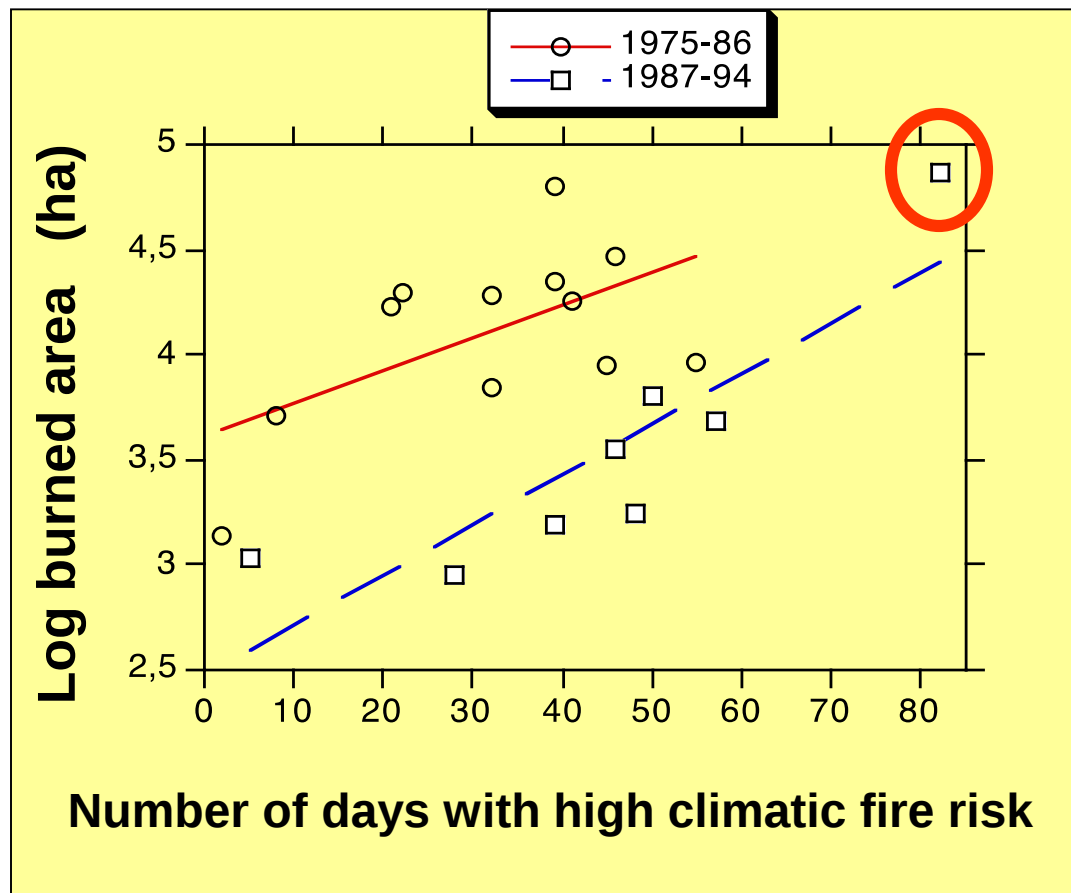


Proyecciones futuras (2071-2100)

Augment del risc en **zones de muntanya** que fins ara tenien risc baix



Importància dels episodis climàtics extrems en les estratègies de gestió



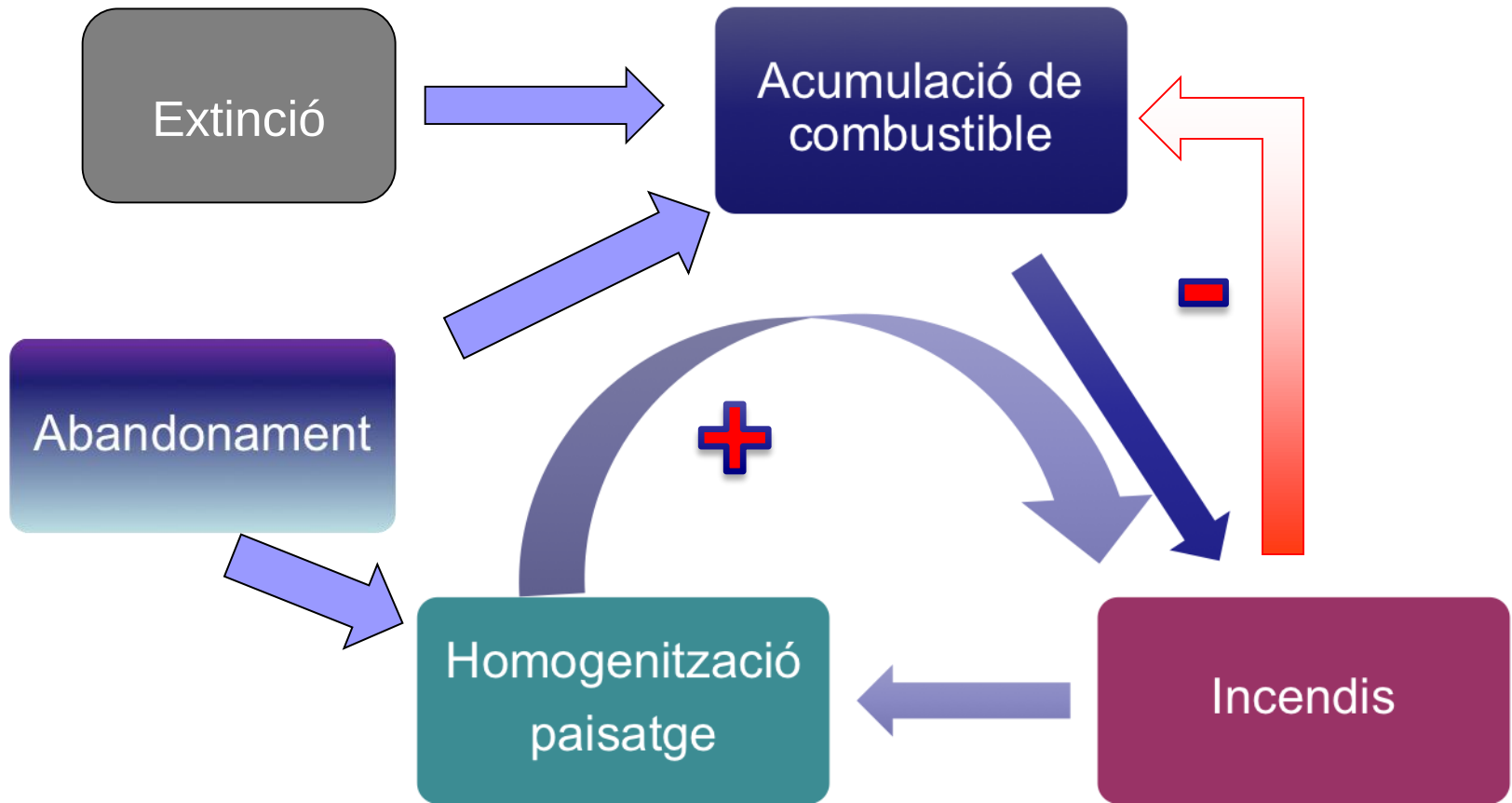
Les estratègies d'extinció d'incendis poden ser efectives, fins que apareixen condicions climàtiques extremes

*Múltiples focus d'ignició
Molt alta intensitat del foc*

La reforestació ha
augmentat el
combustible

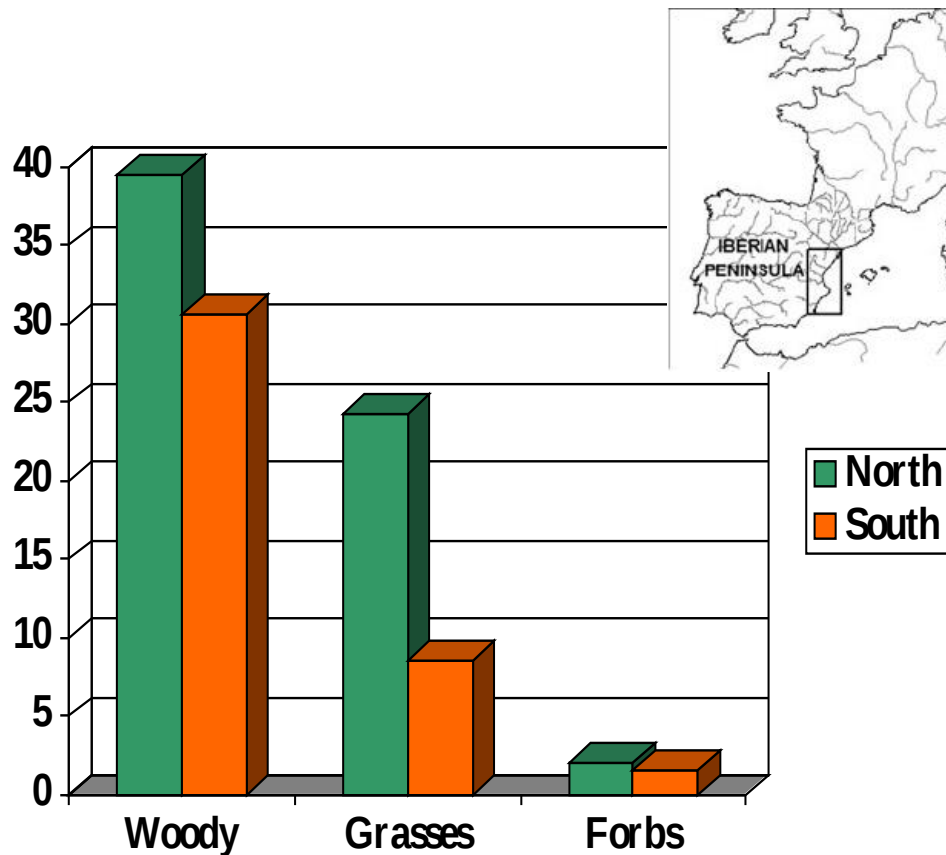


Retroalimentacions Incendis - Combustible



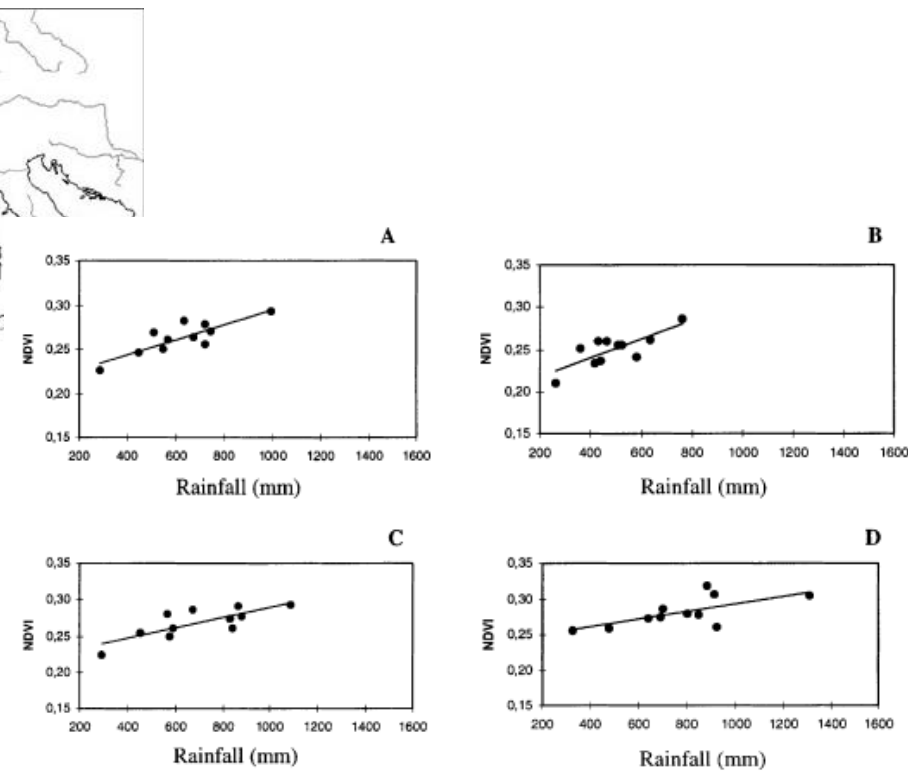
Les condicions àrides limiten el creixement de la vegetació després d'incendi

Cobertura vegetal (%) València



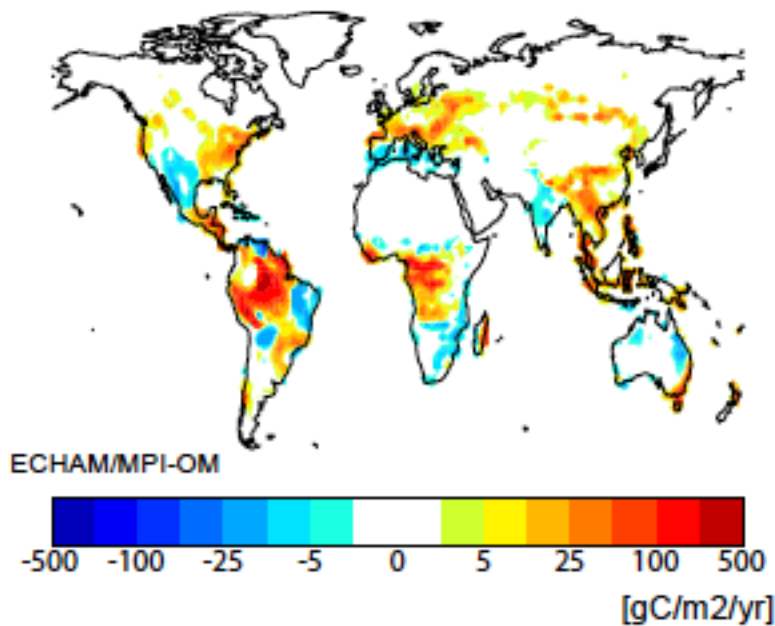
Pausas et al. 1999

Cobertura vegetal (NDVI) Alacant



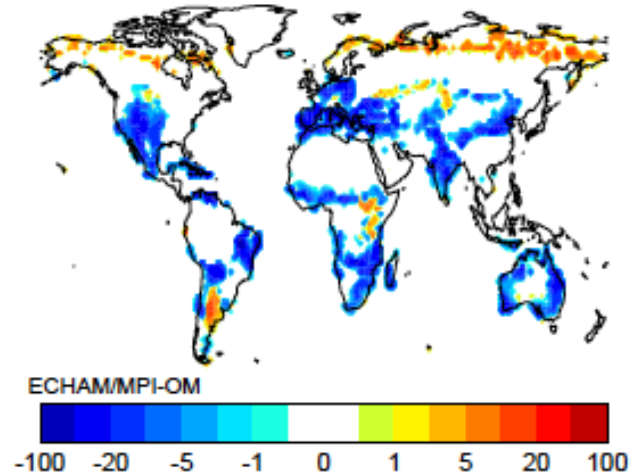
Belda & Melia 2000

Model de projecció futura d'incendis a escala global

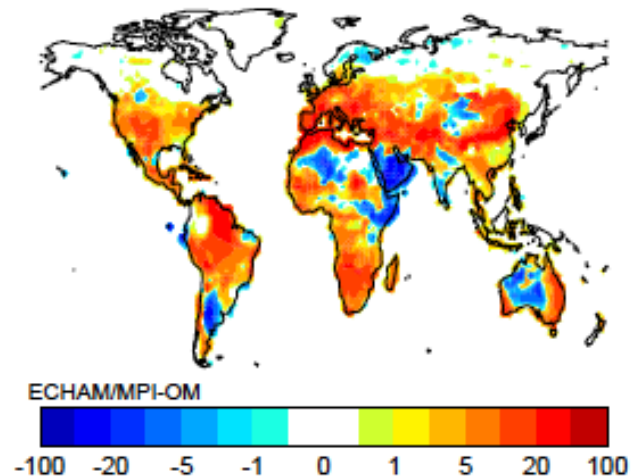


Canvi en les emissions de C degudes als incendis (2075-2099)

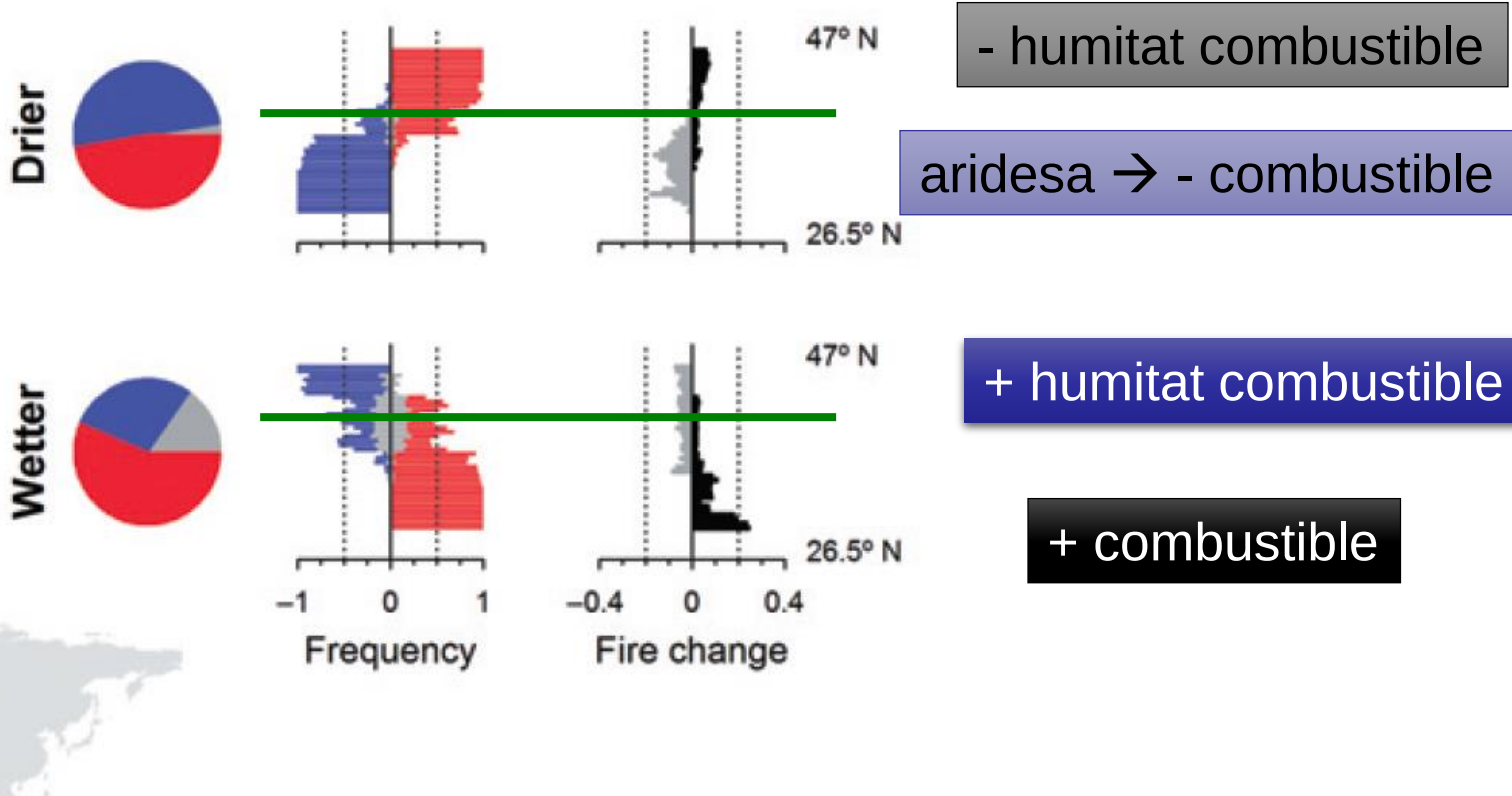
(a) biomass probability of fire occurrence



(b) moisture probability of fire occurrence

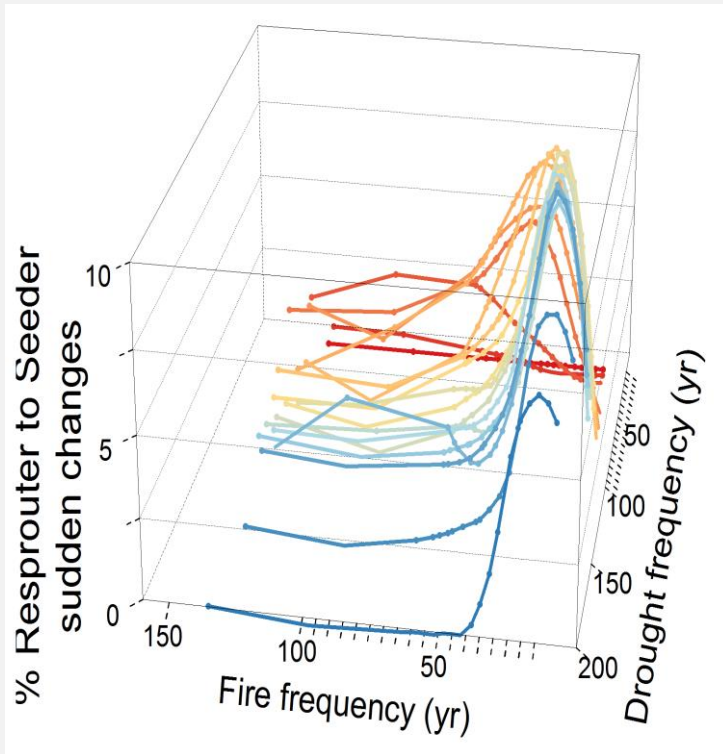


Ens trobem en una zona de transició on petits canvis en el règim de precipitacions pot portar a una pèrdua de coberta vegetal per aridesa o a un increment dels incendis

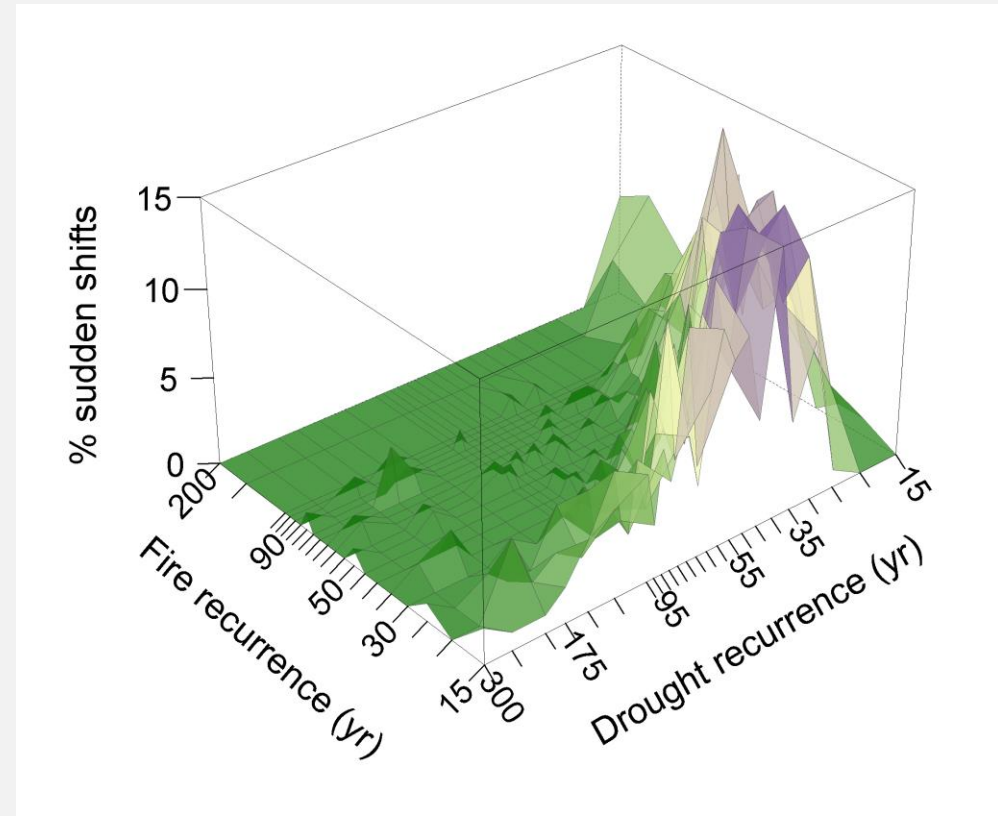


Interacció entre sequera i incendis

Canvi sobtat d'espècie dominant
rebrotadora (alzina) a germinadora (pi)



Canvi sobtat de bosc a matollar



- Canvis en la distribució d'espècies
- Canvis funcionals: disponibilitat hídrica
- Transició gradual vs sobtada
- Episodis climàtics extrems
- Interaccions entre canvi climàtic i plagues
- Interacció entre sequera i incendis
- Paper de la gestió

Cómo gestionar si el resultado final és el declivi forestal?



CONCLUSIONS

- Les condicions dels boscos del futur seran diferents a les condicions que els s'han originant
- La composició d'espècies i l'estructura del bosc canviarà cap a una major presència d'espècies tolerants a la sequera i boscos menys densos
- Major prevalència de formacions arbustives
- El clima s'està tornant més propici als incendis
- El canvi climàtic apunta a una disminució de la capacitat de regeneració post-incendi

CONCLUSIONS

- Risc de canvis sobtats per combinació d'episodis de sequera extrema, plagues, incendis i altres pertorbacions, en combinació amb la gestió i els canvis d'usos

- Incrementar els mecanismes de resiliència: composició, demografia, estructura

- Aprofitar la variabilitat espacial i els gradients per generar mosaics