

## Webinar

Secondo incontro della *»Comunità di pratiche su adattamento delle foreste di faggio al cambiamento climatico»*.

---

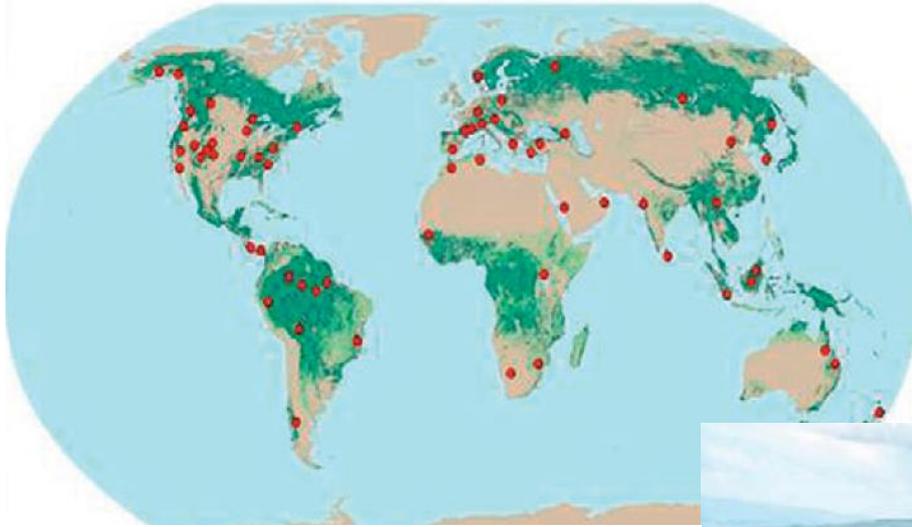
# Cambiamenti climatici e monitoraggio degli impatti sui sistemi forestali

**Francesco Ripullone**

Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed  
Ambientali  
Università degli Studi della Basilicata



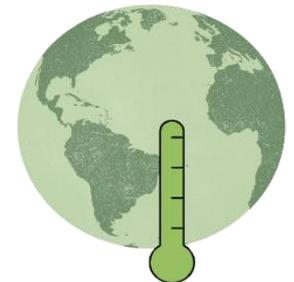
# Fenomeni di deperimento forestale sono stati ampiamente segnalati in tutto il mondo



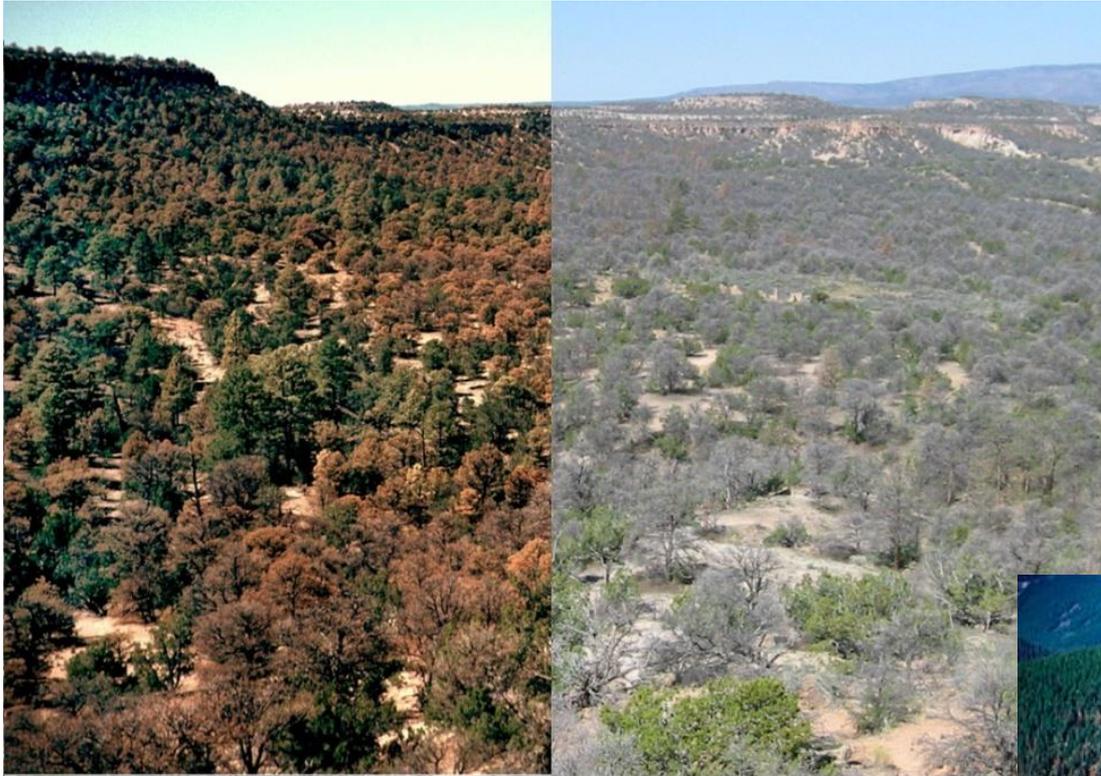
Distribuzione geografica (punti rossi) su copertura forestale globale (aree verdi)



**Aumento della suscettibilità e ridotta capacità di adattamento dei popolamenti forestali ad eventi di stress climatico**



# Fenomeni di deperimento forestale sono stati ampiamente segnalati in tutto il mondo

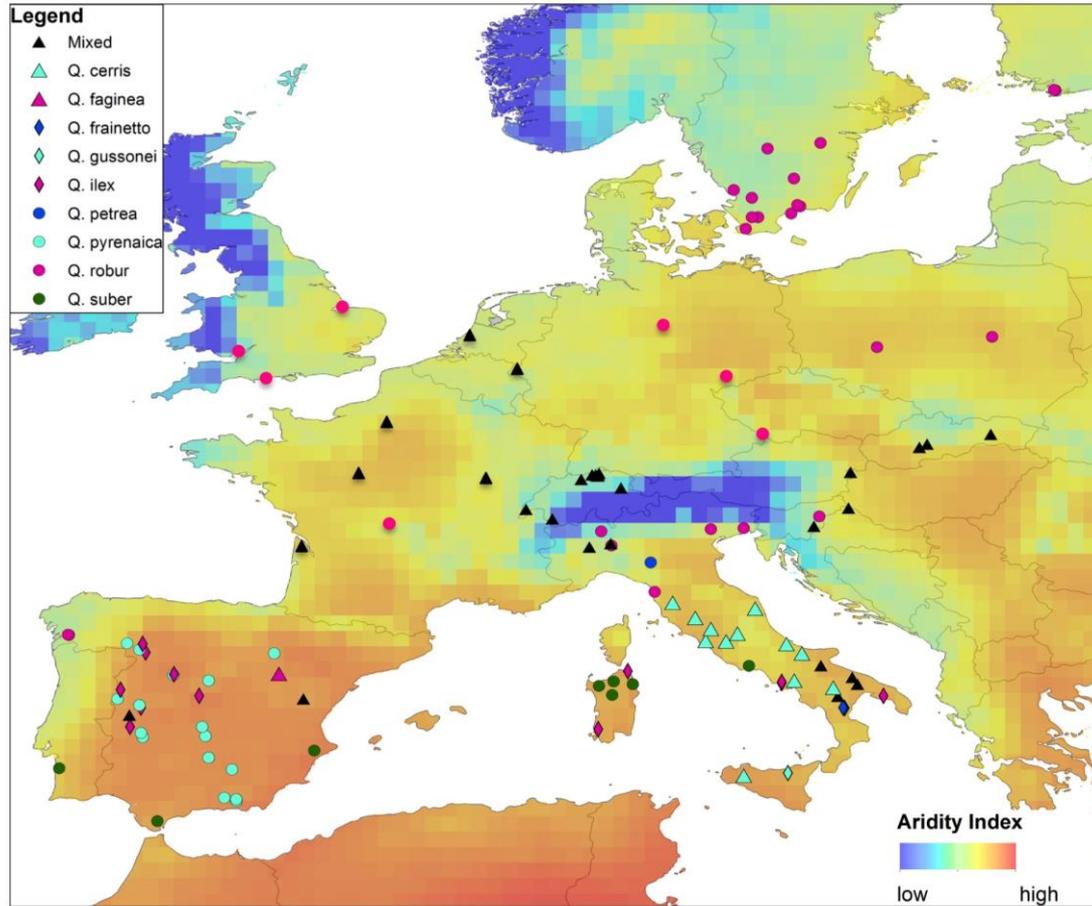
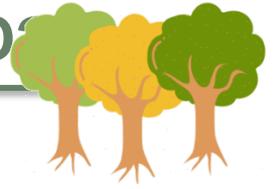


Impatto su composizione, struttura e funzionamento degli ecosistemi forestali

**Los Alamos, New Mexico** (Craig D. Allen 2010)



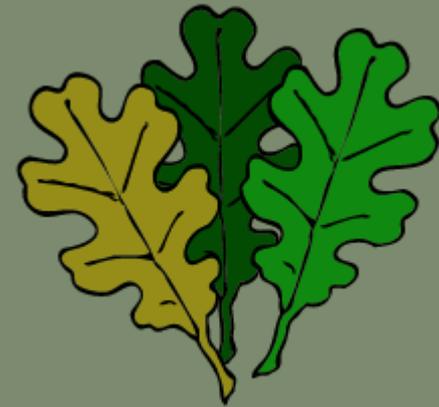
# Fenomeno del declino delle querce in Europa



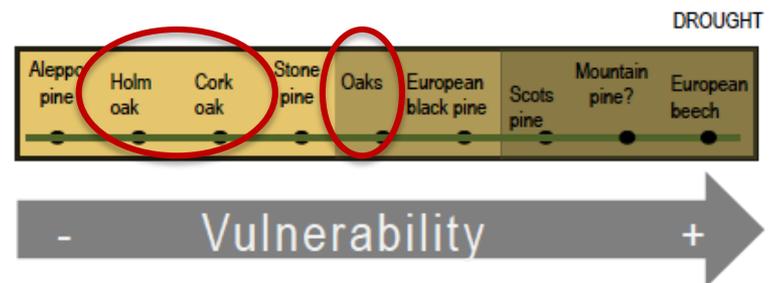
- Popolamenti misti di querce (30 siti)
- *Q. robur* (30 siti)
- *Q. pyrenaica* (16 siti)
- *Q. ilex* (12 siti)
- *Q. cerris* (12 siti)
- *Q. suber* (8 siti)
- *Q. frainetto* (2 siti)
- *Q. gussonei* (1 sito)
- *Q. petraea* (1 sito)

Gentilesca T., Camarero J.J., Colangelo M., Nolè A., Ripullone F. (2017). "**Oak decline**: an overview on current evidences, mechanisms and management options to improve the resilience of stands". iForest

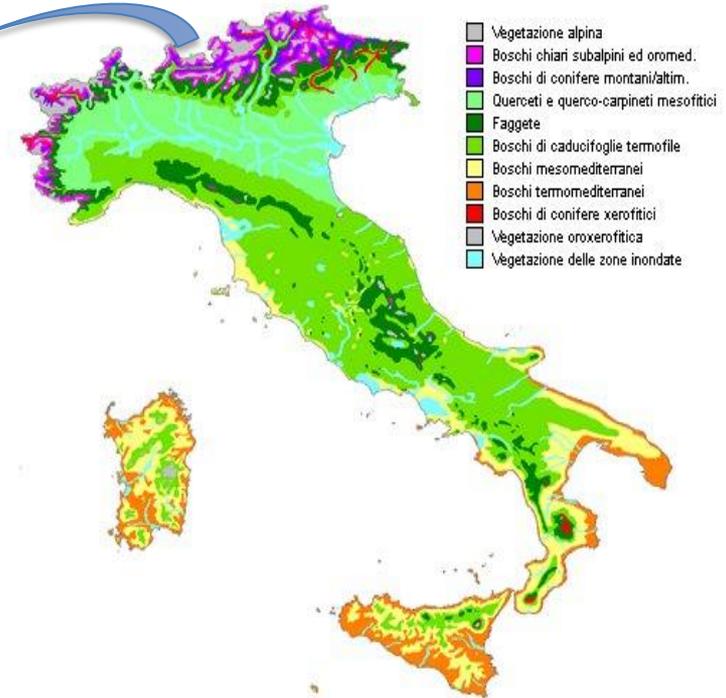
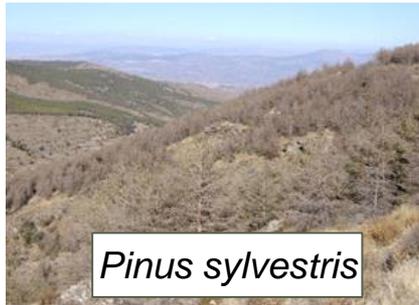
Brasier C.M. (1992) "**Oak tree mortality in Iberia**". *Nature*, 360: 539



# I sintomi più comuni del deperimento delle querce



# Fenomeni di deperimento forestale in Italia



Global Change Biology

Global Change Biology (2016) 22, 2125–2137, doi: 10.1111/gcb.13227

## Wood anatomy and carbon-isotope discrimination support long-term hydraulic deterioration as a major cause of drought-induced dieback

ELENA PELLIZZARI<sup>1</sup>, J. JULIO CAMARERO<sup>2</sup>, ANTONIO GAZOL<sup>2</sup>, GABRIEL SANGÜESA-BARRERA<sup>2</sup> and MARCO CARRER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dip. TeSAF, Università degli Studi di Padova, Agripolis I-35020, Legnaro, Italy, <sup>2</sup>Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Avda Montañana 1005, Zaragoza 50059, Spain

# Declino delle querce in Italia – Casi di studio



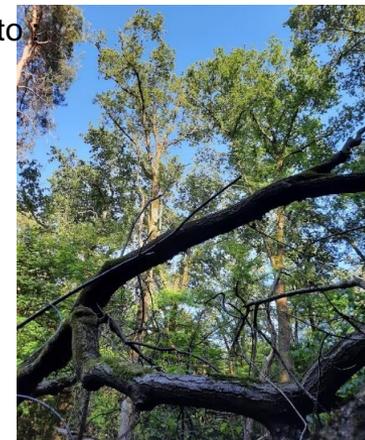
## Gorgoglione

- Specie prevalenti : *Q. pubescens* *Q. cerris*
- Medio-alta sensibilità alla siccità
- Superficie colpita (ha) : 450
- Alberi in deperimento : 40%
- Alberi morti : 5%



## Ticino

- Specie prevalenti : *Q. robur*
- Alta sensibilità alla siccità
- Superficie colpita (ha) : 9000
- Alberi in deperimento : 60%
- Alberi morti : 30%



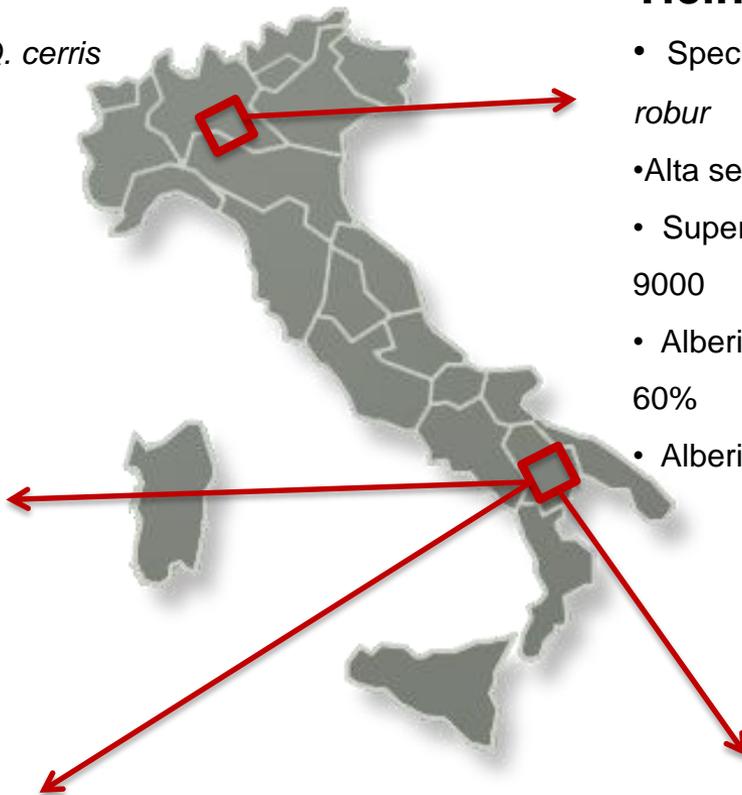
## Oriolo

- Specie prevalenti : *Q. frainetto*
- Media sensibilità alla siccità
- Superficie colpita (ha) : 600
- Alberi in deperimento : 40-50 %
- Alberi morti : 8%



## San Paolo Albanese

- Specie prevalenti : *Q. frainetto*
- Media sensibilità alla siccità
- Superficie colpita (ha) : 250
- Alberi in deperimento : 80%
- Alberi morti : 15%



# Declino delle querce: fenomeno complesso

Struttura del  
popolamento

Altro

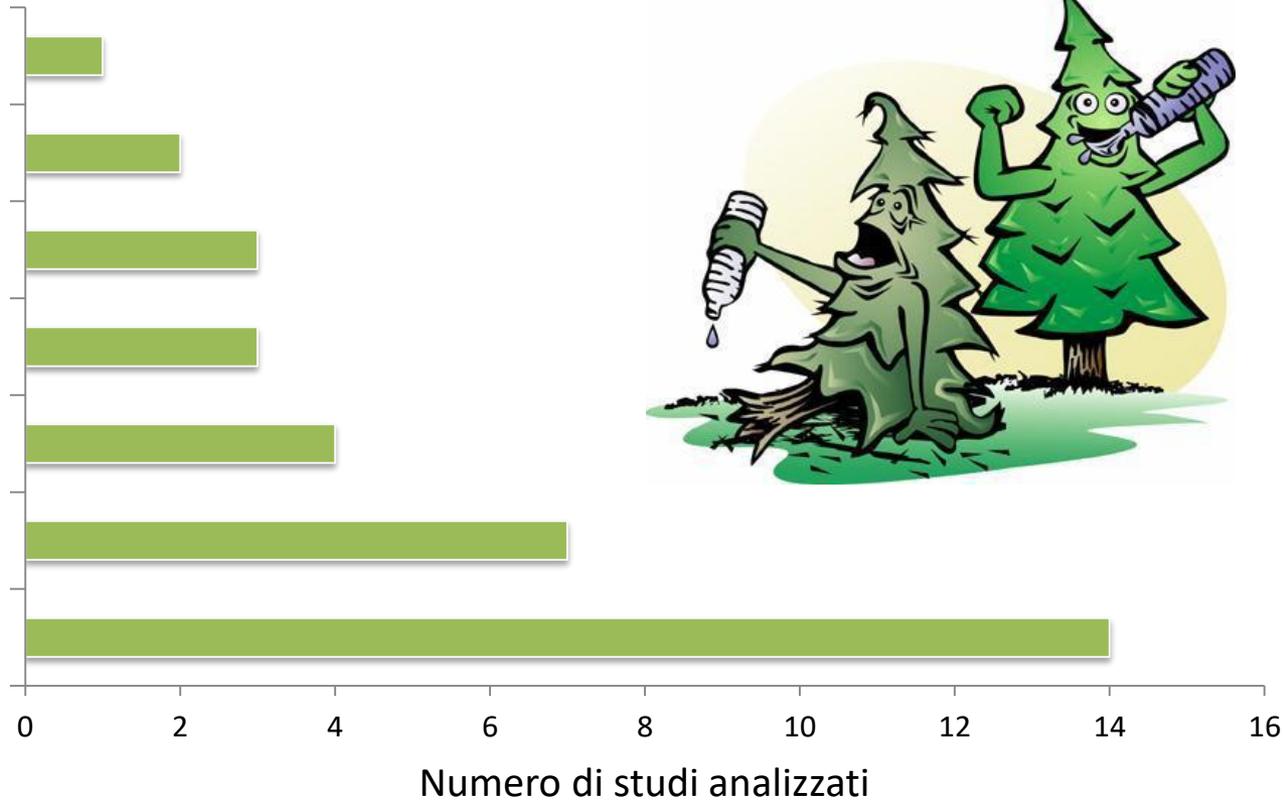
Interazione dei fattori

Carenza di nutrienti

Temperature

Patogeni

Stress idrico



Piligrin et al. (2008). **Drought** and forest decline in the Iberian Peninsula: A simple explanation for a complex phenomenon? A review.

Rozas V, Garcia-Gonzales I (2012). **Too wet for oaks? Inter-tree competition** and recent **persistent wetness** predispose oaks to rainfall-induced dieback in Atlantic rainy forest. Global and Planetary Change.

Gea-Izquierdo et al. (2013). **Growth projections reveal local vulnerability on Mediterranean oaks with rising temperatures**. Forest, Ecology and Management.

# A complex phenomenon with no single causes (Manion 1981, Wargo and others 1983)

## INCITING FACTORS

DROUGHT

HEATWAVES

FROST

STAND DISTURBANCE

## CONTRIBUTING FACTORS

INSECTS

FUNGI

ROOT DISEASE

## PREDISPOSING FACTORS

CLIMATIC TREND

COMPETITION

PHYSIOLOGICAL AGE

SOIL DEPTH

TEXTURE

FERTILITY

GENOTYPES

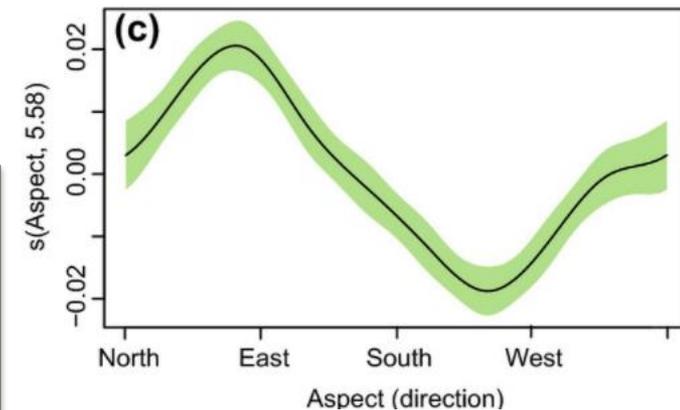
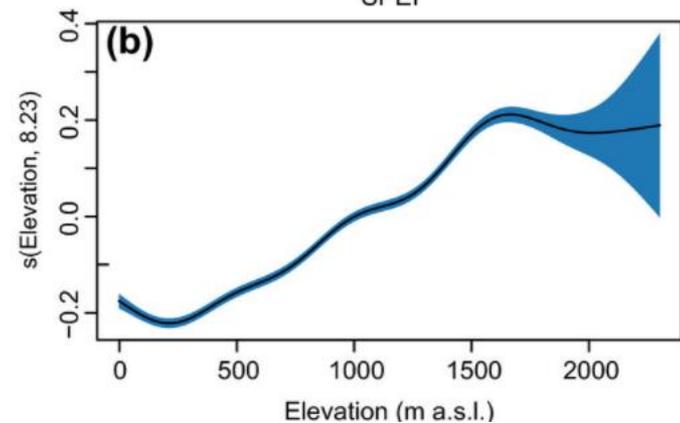
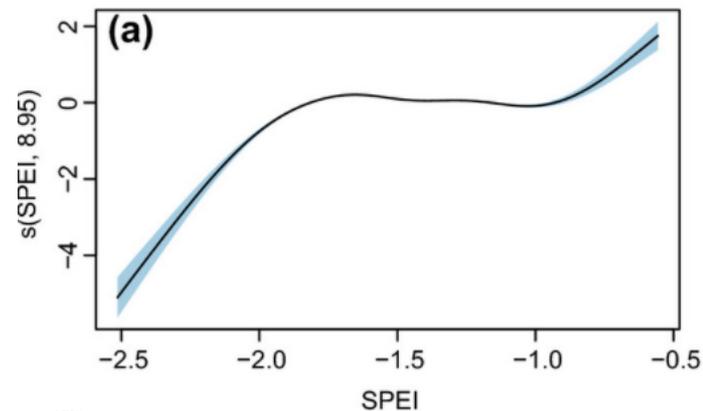
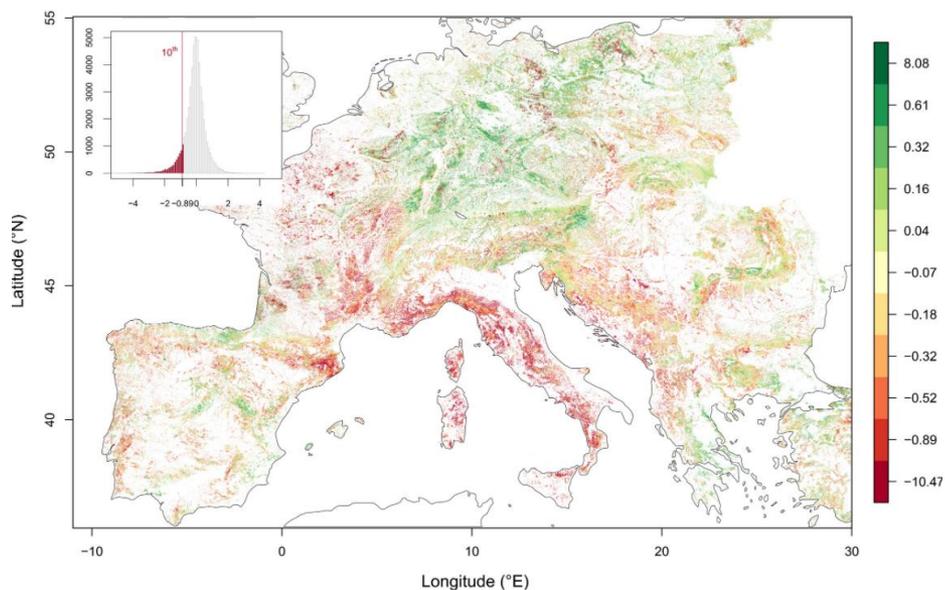
TOPOGRAPHY



The oak decline

## The impact of drought spells on forests depends on site conditions: The case of 2017 summer heat wave in southern Europe

Angelo Rita , Jesus Julio Camarero, Angelo Nolè, Marco Borghetti, Michele Brunetti, Nicola Pergola, Carmine Serio, Sergio M. Vicente-Serrano, Valerio Tramutoli, Francesco Ripullone



In base alle variabili topografiche, l'impatto della siccità sull'NDVI si riduce con l'altitudine

Foreste che crescono su pendii esposti a est-nord-est hanno sperimentato effetti meno dannosi della siccità sui loro valori NDVI

# Perché alcune piante sono più predisposte di altre al declino?

Research paper

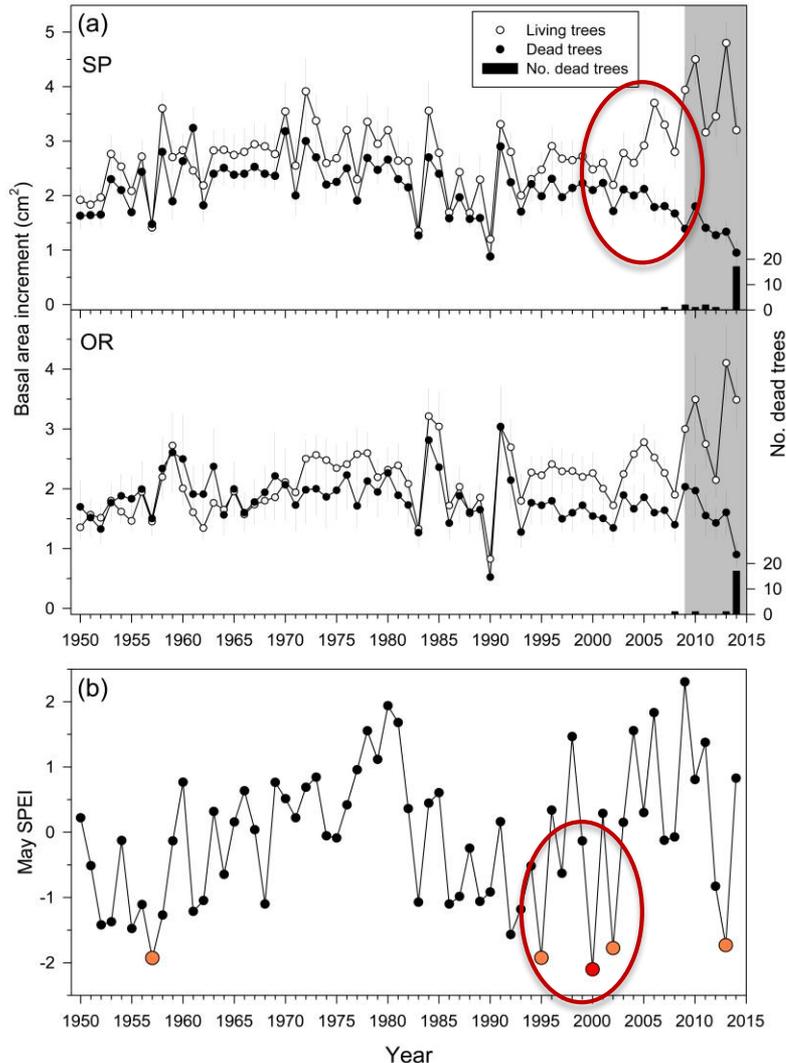
## A multi-proxy assessment of dieback causes in a Mediterranean oak species

Michele Colangelo<sup>1</sup>, J. Julio Camarero<sup>2</sup>, Giovanna Battipaglia<sup>3,4</sup>, Marco Borghetti<sup>1</sup>, Veronica De Micco<sup>5</sup>, Tiziana Gentilesca<sup>1</sup> and Francesco Ripullone<sup>1,6</sup>



# Crescita differente tra piante vive e morte

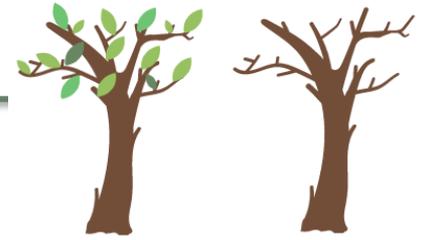
## *Quercus frainetto* Ten.



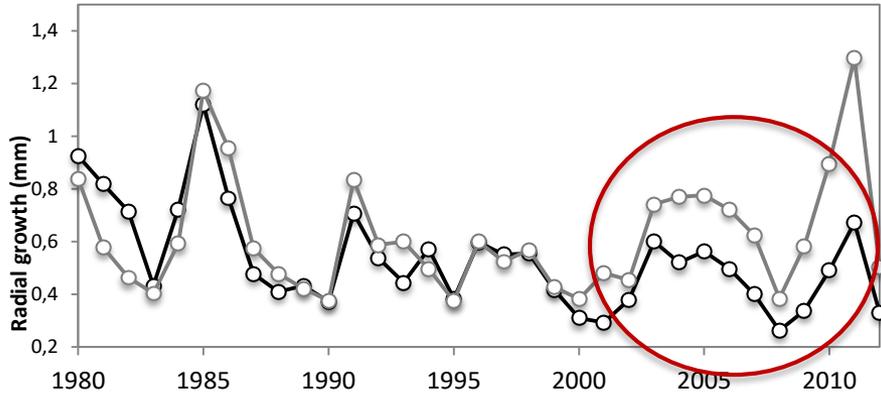
La divergenza inizia almeno  
20 anni prima della morte

**Periodi siccitosi negli anni 2000  
hanno innescato fenomeni di  
declino**

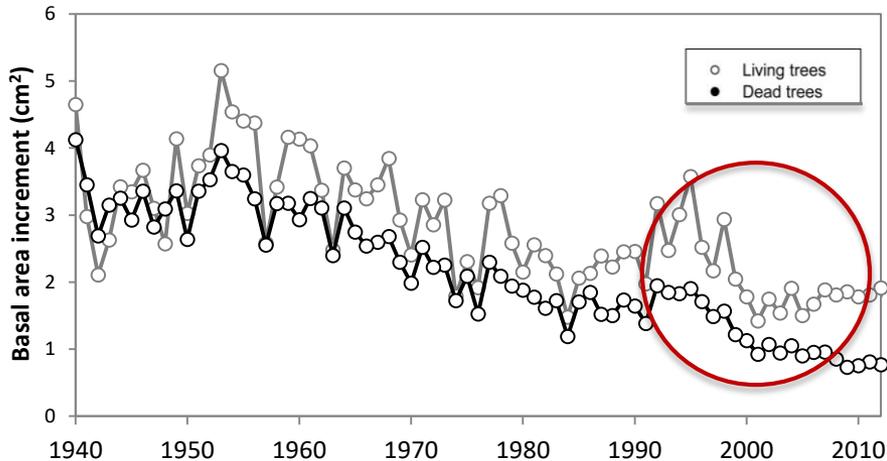
# Crescita differente tra piante vive e morte



## *Quercus pubescens* (Gorgoglione)



## *Quercus robur* (Parco del Ticino)



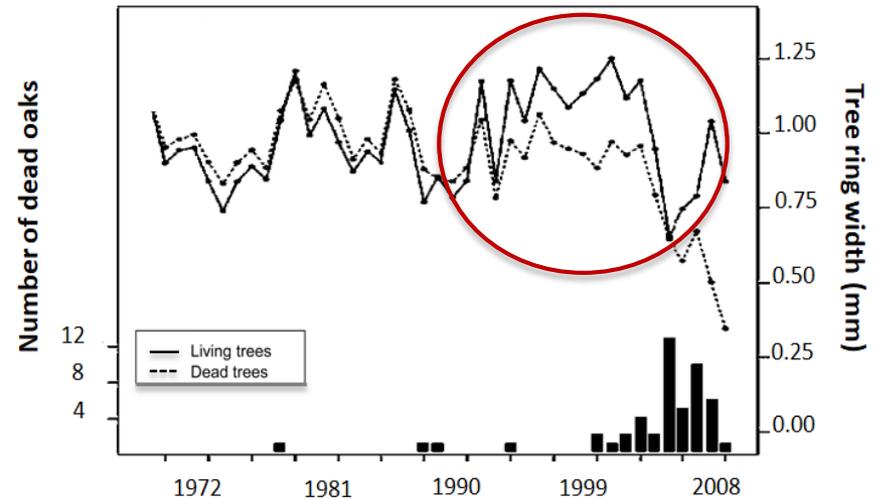
## Global Change Biology

Global Change Biology (2017) 23, 1675–1690, doi: 10.1111/gcb.13535

## A synthesis of radial growth patterns preceding tree mortality

MAXIME CAILLERET<sup>1</sup>, STEVEN JANSEN<sup>2</sup>, ELISABETH M. R. ROBERT<sup>3,4,5</sup>, LUCÍA DESOTO<sup>6</sup>, TUOMAS AAKALA<sup>7</sup>, JOSEPH A. ANTOS<sup>8</sup>, BARBARA BEIKIRCHER<sup>9</sup>,

## *Quercus robur* (Svezia)



Annals of Forest Science (2011) 68:159–168  
DOI 10.1007/s13595-011-0017-y

ORIGINAL PAPER

Low pre-death growth rates of oak (*Quercus robur* L.)—  
Is oak death a long-term process induced by dry years?

Marie Andersson · Per Milberg · Karl-Olof Bergman

# Gli alberi morti mostrano un'altezza inferiore rispetto agli alberi vivi



## Size Matters a Lot: Drought-Affected Italian Oaks Are Smaller and Show Lower Growth Prior to Tree Death

Michele Colangelo<sup>1</sup>, Jesús J. Camarero<sup>2\*</sup>, Marco Borghetti<sup>1</sup>, Antonio Gazol<sup>2</sup>, Tiziana Gentilesca<sup>1</sup> and Francesco Ripullone<sup>1</sup>



### Quercus frainetto Ten.

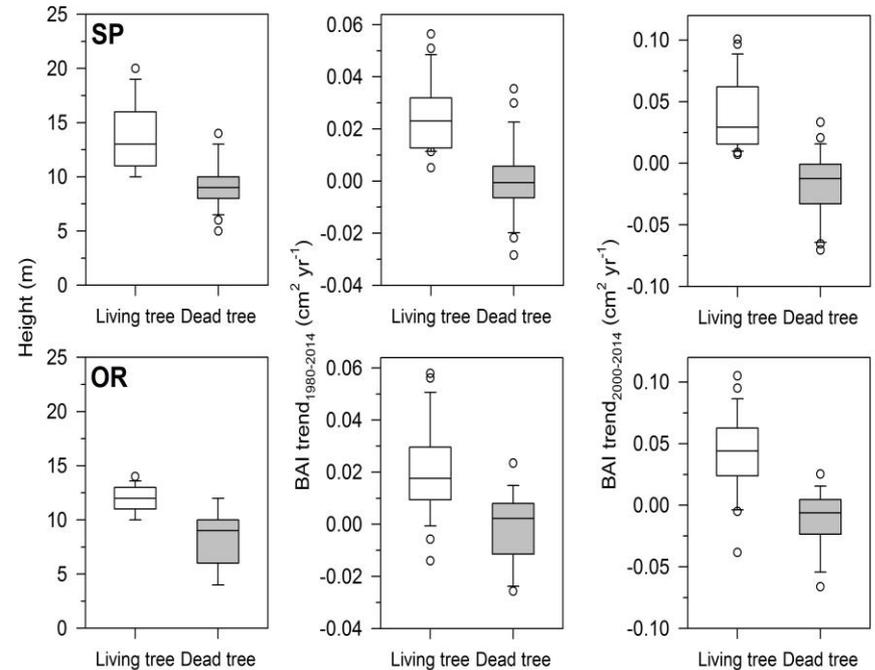


TABLE 1 | Characteristics of the living (L) and recently dead (D) oak trees sampled in the two study sites (OR and SP).

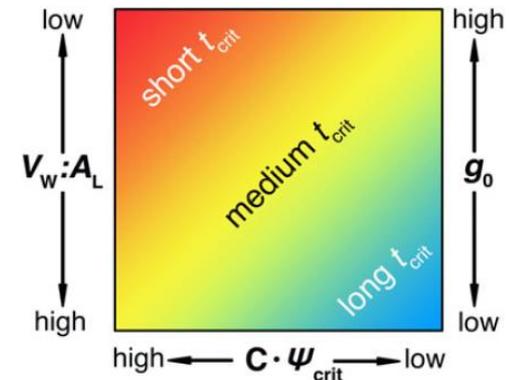
Site	Tree type	No. trees	Dbh (cm)	Height (m)	Age at 1.3 m (years)	Competition index
SP	L	24	32.6 ± 0.9b	14.1 ± 0.9b	146 ± 2a	657.5 ± 45.1a
	D	24	28.2 ± 1.0a	9.5 ± 0.5a	143 ± 2a	708.4 ± 71.2a
OR	L	24	29.1 ± 0.7a	11.6 ± 0.3b	141 ± 2a	603.6 ± 51.9a
	D	18	27.5 ± 1.5a	8.7 ± 0.7a	139 ± 3a	536.2 ± 76.6a

Values are means ± SE. Significant differences ( $P < 0.05$ ; Mann-Whitney U tests) between living and dead trees within each site are indicated by different letters.

# Perché gli alberi di altezza inferiore sono più inclini a morire ?

La teoria idraulica suggerisce che gli alberi alti, in particolare le specie isoidriche, sono più a rischio di deperimento da siccità causato da deficit idraulici rispetto agli alberi piccoli

- Differenze genetiche?
- Differenze di apparato radicale?
- Differenze in contenuto idrico immagazzinato nelle radici o nelle branche?



**Figure 2.** A conceptual model of how the time to reach lethal levels of drought stress ( $t_{crit}$ ) in branches is influenced by variation in three key terms: the amount of water available in the branch relative to its leaf area ( $V_w:A_L$ ), minimum branch conductance following stomatal closure ( $g_0$ ), and the combined term ( $C \cdot \Psi_{crit}$ ), which represents the branch relative water content at lethal levels of drought stress ( $RWC_{crit}$ ). In delaying drought induced mortality following stomatal closure, longer desiccation times could be achieved via some combination of higher  $V_w:A_L$ , lower  $g_0$ , low vulnerability to embolism (more negative  $\Psi_{crit}$ ) or high rates of water loss per unit increase in water potential (branch  $C$ , which would act to lower  $RWC_{crit}$ ).

# Perché gli alberi di altezza inferiore sono più inclini a morire?



Le piante non deperienti di ***Q. cerris*** e ***Q. pubescens*** hanno estratto una maggiore quantità di acqua dagli strati di suolo più profondi rispetto alle piante deperienti durante il picco estivo

Table 4. *F* values of three-way ANOVAs calculated on xylem water isotope values ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) measured in samples from declining and non-declining individuals (tree type) of three oak species (species). Branch position (position) was also considered as an effect in the analyses. The probability of the *F* values is shown in parentheses.

Effect	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	SW-excess (‰)
Species	94.47 (<0.001)	90.07 (<0.001)	41.58 (<0.001)
Tree type	0.00 (0.961)	7.28 (0.007)	2.61 (0.108)
Branch position	0.34 (0.563)	0.23 (0.633)	0.10 (0.751)
Species × type	4.73 (0.010)	6.28 (0.002)	0.90 (0.409)
Species × position	0.35 (0.702)	0.29 (0.748)	0.22 (0.799)
Type × position	0.21 (0.651)	0.05 (0.812)	0.50 (0.480)
Species × type × position	0.94 (0.395)	0.36 (0.659)	0.85 (0.429)

Esistenza di variabilità da pianta a pianta nell'accesso delle radici ai diversi strati del suolo

Fa eccezione a quanto affermato ***Q. Frainetto***

# obiettivi



Censire i siti forestali in deperimento



Creare una banca dati a livello nazionale



Monitorare il fenomeno e la sua evoluzione nel tempo



Pianificare la futura gestione

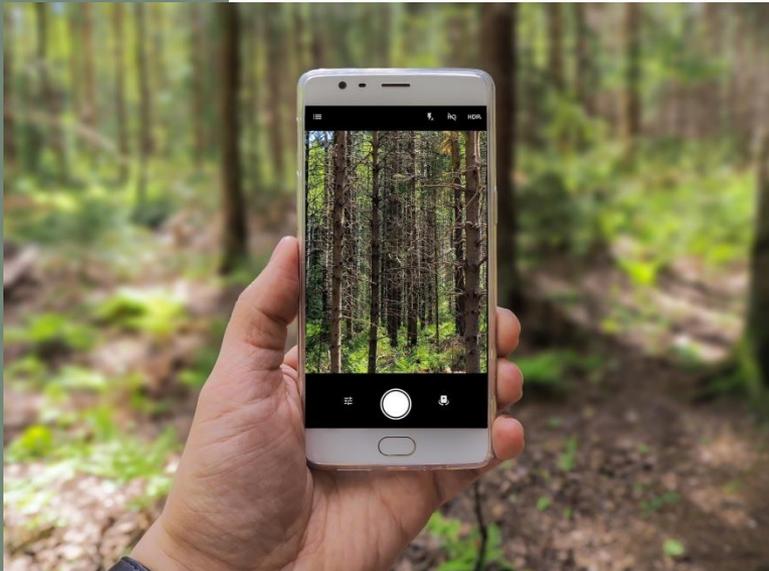
# SilvaCuore

un'App per la  
salvaguardia delle  
foreste italiane



# SilvaCuore

È uno strumento online creato allo scopo di segnalare **potenziali siti forestali in deperimento** presenti sul territorio italiano



Si rivolge sia a professionisti del settore che appassionati che vogliono contribuire al monitoraggio della salute dei nostri boschi

Progetto di Citizen Science

# Partecipare è semplice



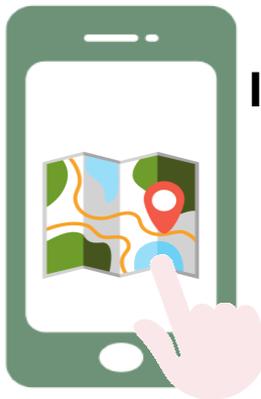
**Accedi**  
Apri l'app  
**SilvaCuore** per  
accedere alla tua  
area personale



**Scatta una foto**



**Immetti i dati**  
Inserisci le  
informazioni relative  
alla tua segnalazione



**Individua il luogo**



**INVIA LA TUA  
SEGNALAZIONE**

# INFORMAZIONI BASE



Localit  
à

Gruppo di alberi  
o bosco intero?

Conifera o  
latifoglia?

Data

Problema su  
chioma o  
fusto?





Specie forestale

Diffusione del fenomeno

Natura dei sintomi

Presenza di alberi morti



**SilvaCuore**  
Team



Realizzata da Effetresezero  
Società Spin off – Trento  
Giacomo Colle & team



Francesco  
Ripullone



Marco Borghetti



Angelo Rita



Maria Castellaneta



Michele Colangelo



PON  
RICERCA  
E INNOVAZIONE  
2014 - 2020



# obiettivi



Censire i siti forestali in deperimento



Creare una banca dati a livello nazionale



Monitorare il fenomeno e la sua evoluzione nel tempo



Pianificare la futura gestione

# Monitoraggio globale del fenomeno



MONITORING OF  
GLOBAL TREE MORTALITY  
GRO Task Force

TreeAlert 

 ALERTAFORESTAL

Tree Mortality Data Collection  
Network

**UNIVERSITY OF CALIFORNIA**  
Agriculture and Natural Resources

Creare un network che promuova collaborazioni internazionali ed interdisciplinari allo scopo di definire e monitorare la vulnerabilità delle foreste ad eventi climatici estremi la loro capacità di recuperare dopo tali disturbi

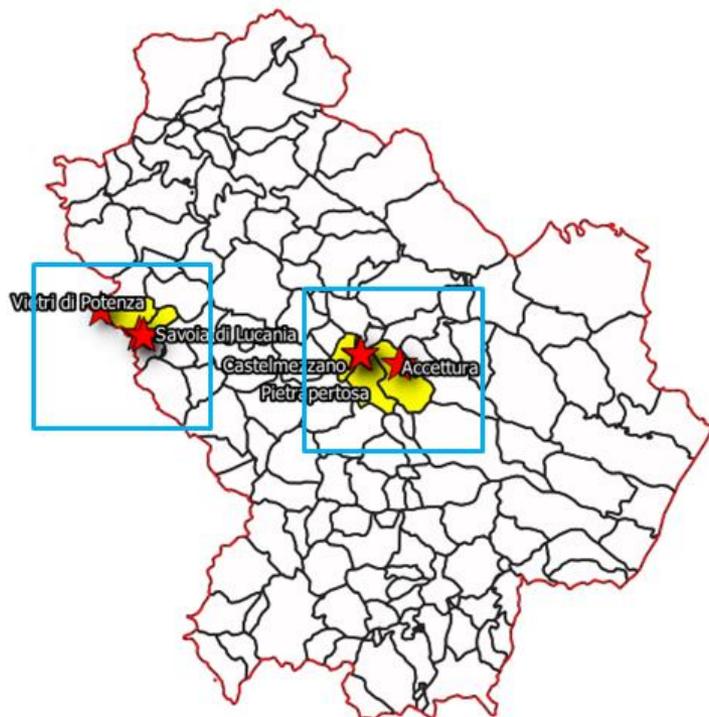


Article

## Exploring the Use of Sentinel-2 Data to Monitor Heterogeneous Effects of Contextual Drought and Heatwaves on Mediterranean Forests

Rosa Coluzzi <sup>1,\*</sup>, Simonetta Fascetti <sup>2</sup>, Vito Imbrenda <sup>1</sup>, Santain Settimio Pino Italiano <sup>2</sup>,  
Francesco Ripullone <sup>2</sup> and Maria Lanfredi <sup>1</sup>

## Siti sperimentali in Basilicata



- *Gole del Marmo-Platano* – Vietri di Potenza
- *Ortosiderio* – Savoia di Lucania
- *Costa dell'Angelo* – Savoia di Lucania
- Castelmezzano
- Pietrapertosa
- *Palazzo* - Accettura

# Progetto PON OT4 CLIMA



## Area sperimentale Bosco Capillo -San Paolo Albanese



Misure di **potenzialità fotosintetica**  
e **scambi gassosi**

Misure del **potenziale idrico fogliare**



# Progetto PON OT4 CLIMA

---



## Area sperimentale Bosco Capillo -San Paolo Albanese



Rilievi da **elicottero** e **drone**



# obiettivi



Censire i siti forestali in deperimento



Creare una banca dati a livello nazionale



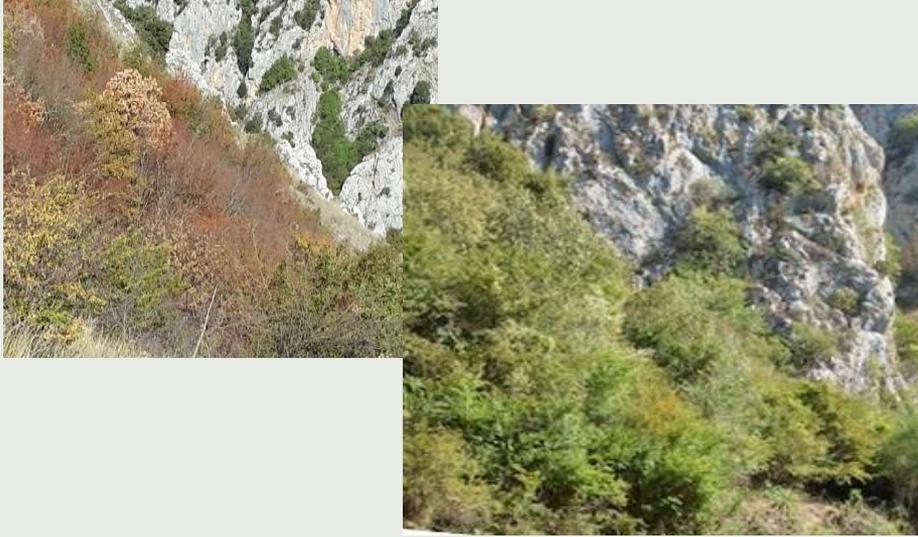
Monitorare il fenomeno e la sua evoluzione nel tempo



Pianificare la futura gestione

# La gestione: quali saranno gli scenari futuri?

---



## Resistenza

capacità di opporsi  
all'evento estremo

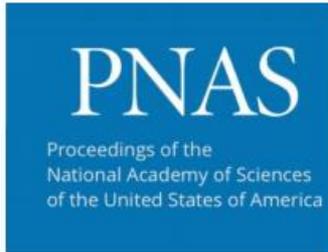
## Resilienza

capacità di ripristinare  
le condizioni pre-  
disturbo

## Recovery

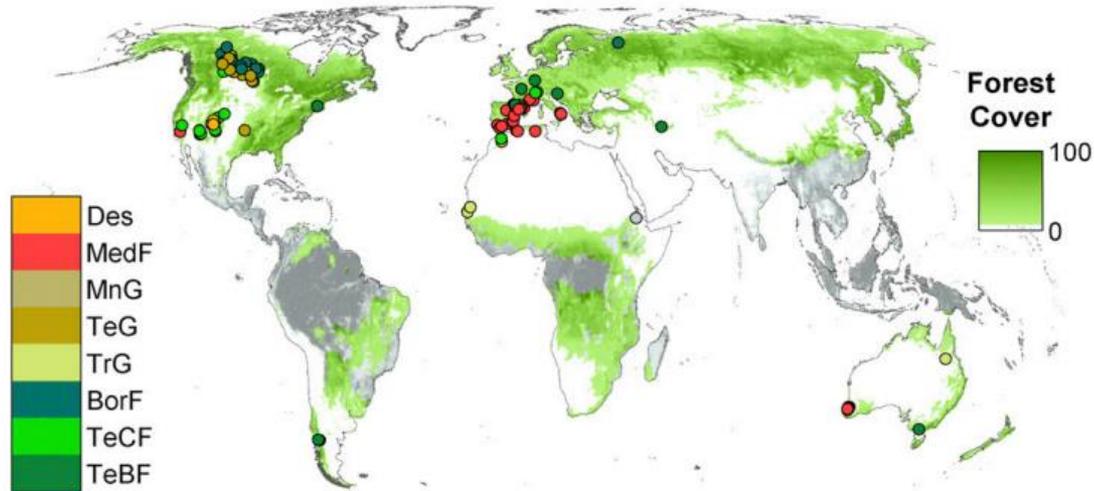
capacità di incrementare le  
performance (crescita, attività  
fotosintetica) rispetto ai livelli  
minimi raggiunti durante l'evento  
estremo

# Quali saranno gli scenari futuri?



## Forest and woodland replacement patterns following drought-related mortality

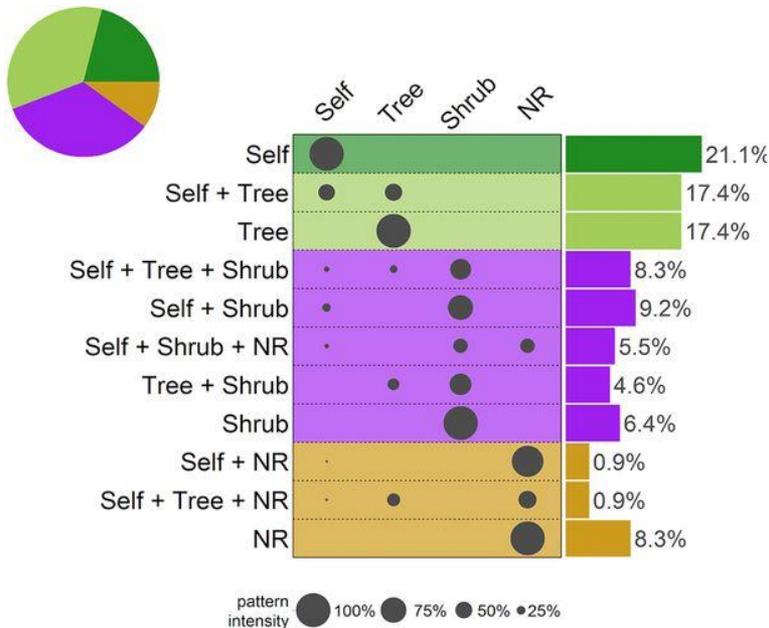
Enric Batllori<sup>a,b,1</sup>, Francisco Lloret<sup>a,c,1</sup>, Tuomas Aakala<sup>d</sup>, William R. L. Anderegg<sup>e</sup>, Ermias Aynekulu<sup>f</sup>, Devin P. Bendixsen<sup>g,2</sup>, Abdallah Bentouati<sup>h</sup>, Christof Bigler<sup>i</sup>, C. John Burk<sup>j</sup>, J. Julio Camarero<sup>k</sup>, Michele Colangelo<sup>k,l</sup>, Jonathan D. Coop<sup>m</sup>, Roderick Fensham<sup>n</sup>, M. Lisa Floyd<sup>o</sup>, Lucía Galiano<sup>a</sup>, Joseph L. Ganey<sup>p</sup>, Patrick Gonzalez<sup>q,r</sup>, Anna L. Jacobsen<sup>s</sup>, Jeffrey Michael Kane<sup>t</sup>, Thomas Kitzberger<sup>u,v</sup>, Juan C. Linares<sup>w</sup>, Suzanne B. Marchetti<sup>x</sup>, George Matusick<sup>y</sup>, Michael Michaelian<sup>z</sup>, Rafael M. Navarro-Cerrillo<sup>aa</sup>, Robert Brandon Pratt<sup>5</sup>, Miranda D. Redmond<sup>bb</sup>, Andreas Rigling<sup>cc,dd</sup>, Francesco Ripullone<sup>l</sup>, Gabriel Sangüesa-Barreda<sup>ee</sup>, Yamila Sasal<sup>o</sup>, Sandra Saura-Mas<sup>a</sup>, Maria Laura Suarez<sup>v</sup>, Thomas T. Veblen<sup>ff</sup>, Albert Vilà-Cabrera<sup>gg</sup>, Caroline Vincke<sup>hh,ii</sup>, and Ben Zeeman<sup>jj</sup>



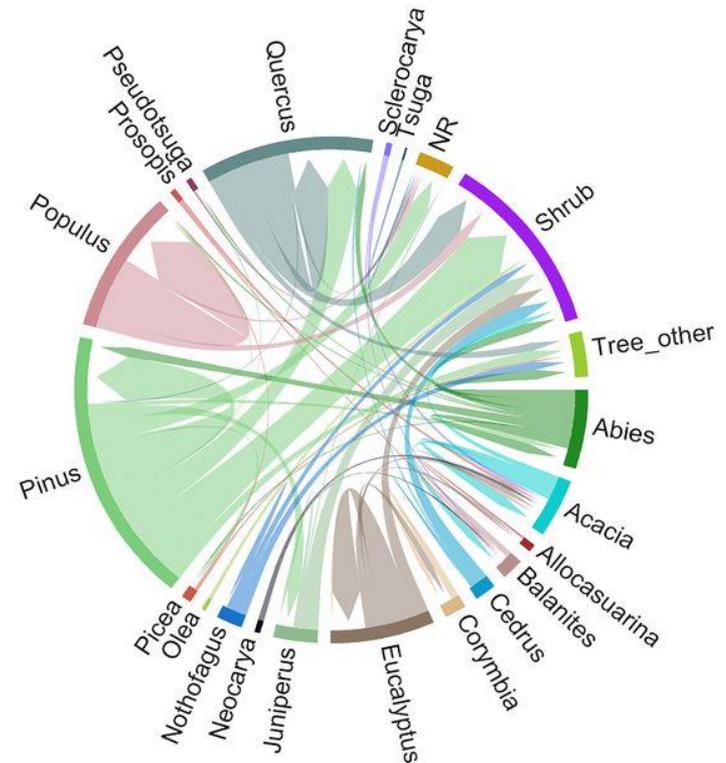
# Quali saranno gli scenari futuri?

Conversione parziale o totale del tipo di vegetazione nel breve-medio termine in diversi biomi

A



B



Le foreste dominate da specie tipiche di ambienti più umidi si stanno evolvendo verso comunità con specie rinvenibili in ambienti più aridi

# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

- Valutazione della vitalità e diffusione della **rinnovazione**
- Controllo della diffusione del **legno morto**/rischio di **incendio**
- **Pascolo controllato** per aiutare a controllare le perdite evapotraspirative del suolo
- **Riduzione della densità arborea** per aumentare la disponibilità idrica degli alberi e favorire la produzione di legno tardivo negli alberi in deperimento
- **Conversione da cedui ad alto fusto**

Gentilesca T, Camarero JJ, Colangelo M, A. Nolè, Ripullone F (2017). Oak decline: an overview on current evidences, mechanisms and management options to improve the resilience of stands. iForest.



# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

Valutazione della vitalità e diffusione della **rinnovazione**

Anticipare i tagli di rinnovazione  
(in concomitanza con annate di pasciona)



# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

## Rischio di incendio



Controllo della diffusione del legno morto



# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

## **Pascolo controllato**



Controllo della vegetazione riducendo la presenza di arbusti e piano erbaceo



# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

**Riduzione della densità arborea mediante diradamenti selettivi**



Per aumentare la disponibilità idrica degli alberi e favorire la produzione di legno tardivo negli alberi in deperimento



# Ipotesi di gestione per migliorare la resilienza

## Conversione da cedui ad alto fusto



Per favorire la maggiore profondità radicale, migliore disponibilità idrica e minore densità





***Grazie per l'attenzione***

---

Francesco Ripullone  
[francesco.ripullone@unibas.it](mailto:francesco.ripullone@unibas.it)