



ATTI  
DELLA  
SOCIETÀ TOSCANA  
DI  
SCIENZE NATURALI

MEMORIE • SERIE B • VOLUME CXXII • ANNO 2015



Edizioni ETS



Con il contributo del Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa



e della Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca

## INDICE - CONTENTS

<p>S. MACCIONI – I Manoscritti del Museo Botanico Pisano. <i>Flora Economica della Provincia Pisana I</i> di Vincenzo Carmignani (1779-1859) <i>The manuscripts of Botanic Museum of Pisa. Flora Economica della Provincia Pisana I by Vincenzo Carmignani</i></p>	<p>pag. 5</p>	<p>F. ROMA-MARZIO, L. BERNARDO, P. LIGUORI, L. PERUZZI – Vascular flora of Monte Sparviere (Southern Italy, Pollino Massif) <i>Flora vascolare del Monte Sparviere (Italia meridionale, Massiccio del Pollino)</i></p>	<p>» 73</p>
<p>G. BONARI, S. CAMBRIA, L. ROSATI, G. DOMINA – Contributo alla conoscenza della distribuzione di <i>Monotropa hypophegea</i> Wallr. (Ericaceae) in Italia <i>Contribution to the knowledge of distribution of Monotropa hypophegea Wallr. (Ericaceae) in Italy</i></p>	<p>» 11</p>	<p>A. STINCA, A. CROCE, G. D'AURIA, G. SALERNO, A. SANTANGELO, L. ROSATI, R. MOTTI – Nuovi dati sulla flora vascolare aliena della Campania (Sud Italia) <i>New data on the alien vascular flora of Campania (Southern Italy)</i></p>	<p>» 89</p>
<p>F. FALCINELLI, F. ROMA-MARZIO, D. DONNINI, L. PERUZZI – Nuovi dati distributivi per il genere <i>Gagea</i> (Liliaceae) in Umbria, Marche e Lazio (Italia centrale) <i>New distribution data on the genus Gagea (Liliaceae) in Umbria, Marche e Lazio (Central Italy)</i></p>	<p>» 17</p>	<p>A. BERTACCHI, T. LOMBARDI – I boschi di Coltano: aspetti storici, fisionomici e vegetazionali di un paesaggio forestale relitto nella pianura di Pisa (Toscana) <i>I Boschi di Coltano: historical aspects, physiognomic traits and vegetational features of a relict forested landscape in the plain of Pisa (Tuscany)</i></p>	<p>» 111</p>
<p>F. ROMA-MARZIO, M. D'ANTRACCOLI, G. ASTUTI, L. PERUZZI – Riscoperta della stazione storica di <i>Cistus laurifolius</i> L. subsp. <i>laurifolius</i> (Cistaceae) in località Masseto (Pontassieve, Firenze) <i>Rediscovery of the historical stand of Cistus laurifolius L. subsp. laurifolius (Cistaceae) in Masseto (Pontassieve, Firenze)</i></p>	<p>» 29</p>	<p>M. CESARINI, D. CICCARELLI – La ripresa della vegetazione mediterranea dopo il passaggio degli incendi: il caso di studio del Monte Castellare (PI) – Toscana nord-occidentale <i>Mediterranean vegetation recovery after wildfire events: the study case of Castellare Mount (PI) – Tuscany (Italy)</i></p>	<p>» 123</p>
<p>F. CONTI, F. BARTOLUCCI, A. MANZI, M. PAOLUCCI, B. SANTUCCI, B. PETRICCIONE, M. MIGLIO, G. CIASCETTI, A. STINCA – Integrazioni alla flora vascolare dell'Italia centrale <i>Additions to the vascular flora of the Central Italy</i></p>	<p>» 33</p>	<p>L. LASTRUCCI, E. VALENTINI, L. DELL'OLMO, B. VIETINA, B. FOGGI – Hygrophilous vegetation and habitats of conservation interest in the area of the Lake Porta (Tuscany, Central Italy). <i>Vegetazione igrofila ed habitat di interesse conservazionistico nell'area del lago di Porta (Toscana, Italia Centrale)</i></p>	<p>» 131</p>
<p>R. DI PIETRO, S.E. FRÖHNER, G. GOTTSCHLICH, F. MINUTILLO, P. FORTINI, G. TONDI – New floristic records for the Apennines with some biogeographical and phytosociological considerations <i>Nuove segnalazioni floristiche per l'Appennino e alcune considerazioni biogeografiche e fitosociologiche</i></p>	<p>» 43</p>	<p>M.F. GRAVINA, M. LEZZI, A. BONIFAZI, A. GIANGRANDE – The Genus <i>Nereis</i> L., 1758 (Polychaeta, Nereididae): State of the Art for Identification of Mediterranean Species. <i>Il genere Nereis L., 1758 (Polychaeta, Nereididae): Stato dell'arte per l'identificazione delle specie mediterranee</i></p>	<p>» 147</p>
<p>L. PERUZZI ET AL. – Contributi alla flora vascolare di Toscana. VII (357-439) <i>Contributions for a vascular flora of Tuscany. VII (357-439)</i></p>	<p>» 61</p>	<p>G. MONTESANTO – Gli Isopodi terrestri dell'Orto Botanico di Pisa (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) <i>Terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) in the Botanical Garden of Pisa</i></p>	<p>» 165</p>



MARIA CESARINI (\*), DANIELA CICCARELLI (\*)

## LA RIPRESA DELLA VEGETAZIONE MEDITERRANEA DOPO IL PASSAGGIO DEGLI INCENDI: IL CASO DI STUDIO DEL MONTE CASTELLARE (PI) – TOSCANA NORD-OCCIDENTALE

**Abstract** - *Mediterranean vegetation recovery after wildfire events: the study case of Castellare Mount (PI) – Tuscany (Italy)*. In Mediterranean ecosystems, wildfires are a key factor that affects vegetation and landscapes. In particular, recurrent wildfires are dramatically dangerous because they can compromise ecosystem resilience. In this view, the present work aimed to study the effects of fire events on the Mediterranean vegetation of Castellare Mount (Pisa). Castellare Mount seemed an interesting study place since two wildfires occurred in 2008 and 2009. The study area was divided into three sites: one site interested by the wildfire event occurred in 2009, another site interested by the wildfire event occurred in 2008, and a control site. Seven dominant plant species (*Arbutus unedo* L., *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pinus pinaster* Aiton and *Quercus xmorisii* Borzi) were selected in each study site. For each species an index of flammability (IF) was calculated, following a non-destructive protocol that took into account seven functional traits related to leaves, twigs, canopy branching, standing litter, and volatile oils production. Moreover, a global flammability index was calculated for each study site. Results showed that all the plant species had quite high values of flammability, which could be explained by their adaptations to fire. In fact, all the taxa examined were active pyrophytes, whose regeneration are stimulated by fire events. However, vegetation survey highlighted a slower process of plant community recovery in the first year after the wildfire event than those observed in the subsequent years. In conclusion, recurrent wildfires are confirmed extremely dangerous because they compromise the recovery of Mediterranean vegetation.

**Keywords** - Functional traits, Index of flammability, Mediterranean vegetation, Recovery, Wildfires.

**Riassunto** - *La ripresa della vegetazione mediterranea dopo il passaggio degli incendi: il caso di studio del Monte Castellare (Pi) – Toscana Nord-Occidentale*. Negli ecosistemi mediterranei, gli incendi svolgono un ruolo molto importante nel modellare la vegetazione ed il paesaggio. In particolare, gli incendi ricorrenti sono particolarmente deleteri perché possono compromettere seriamente la resilienza dell'ecosistema. A tale proposito, abbiamo deciso di studiare gli effetti del passaggio del fuoco e la ripresa della vegetazione mediterranea sul Monte Castellare (Pisa). L'area di studio è sembrata molto interessante perché percorsa da due incendi consecutivi nel 2008 e nel 2009. È stata condotta un'analisi della vegetazione suddividendo l'area di studio in tre siti: un'area percorsa dall'incendio nel 2009, un'area percorsa dall'incendio nel 2008 ed un sito di controllo. In ciascun sito sono state selezionate le specie vegetali dominanti (*Arbutus unedo* L., *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pinus pinaster* Aiton and *Quercus xmorisii* Borzi). Per ciascuna di queste specie è stato calcolato un indice di infiammabilità (IF) secondo un protocollo

non distruttivo che teneva conto di 7 caratteri funzionali relativi alle foglie, ai rametti, al grado di ramificazione della chioma, alla presenza di sostanza secca sulla pianta ed al contenuto di olii volatili. Inoltre, è stato calcolato un indice di infiammabilità complessivo per ogni sito. I risultati hanno messo in evidenza degli indici di infiammabilità abbastanza elevati per tutte le specie vegetali esaminate. Questo dato è in accordo con il fatto che le specie indagate sono tutte pirofite attive, cioè specie la cui rigenerazione viene favorita dal passaggio del fuoco. Tuttavia, i rilievi della vegetazione hanno messo in evidenza una maggiore difficoltà di ripresa della vegetazione nel primo anno dall'incendio ed una migliore capacità di recupero negli anni successivi fino a ricostituire completamente una formazione boschiva nel controllo. Si confermano, quindi, estremamente dannosi gli incendi ravvicinati nel tempo perché compromettono la ripresa della vegetazione.

**Parole Chiave** - Caratteri funzionali, Incendi, Indice di infiammabilità, Ripresa, Vegetazione mediterranea.

### INTRODUZIONE

L'attuale assetto della vegetazione mediterranea è il risultato di un processo molto antico di crescente interazione dell'uomo con l'ambiente. In tale contesto, il fuoco ha svolto e continua a svolgere un ruolo importante nel modellare il paesaggio mediterraneo. Infatti, se gli incendi sono occasionali la vegetazione riprende il normale corso evolutivo verso le formazioni boschive e la macchia che si viene a formare rappresenta uno stadio successionale transitorio. Tuttavia, molto frequentemente gli incendi sono ricorrenti, quindi si viene ad instaurare un ciclo detto "pirogeno", perché determinato dal fuoco stesso, in cui si ha una degradazione della foresta sempreverde verso la gariga e nei casi più estremi verso i pratelli di terofite (Bussotti & Schirone, 2001; Gaudenzio & Peccenini, 2002). Inoltre, gli incendi che avvengono con elevata frequenza possono ridurre l'abbondanza di specie con cicli biologici lunghi e la capacità pollonifera di specie pirofite attive vegetative (Ricotta & De Vito, 2014). In Italia, infatti, il 12% delle aree forestate bruciate nel 2006 ha subito almeno un altro incendio nei 3 anni successivi (Barbati *et al.*, 2015).

Conoscere le dinamiche di infiammabilità risulta, quindi, di essenziale importanza per poter progettare

(\*) Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Luca Ghini 13, 56126 Pisa. E-mail: daniela.ciccarelli@unipi.it

adeguati piani di controllo degli incendi in ambienti naturali. La probabilità di innesco dei fuochi dipende da più fattori, tra cui il clima, la presenza di massa infiammabile e dal grado di infiammabilità intrinseca delle specie vegetali presenti sul territorio (Baeza *et al.*, 2006). L'infiammabilità di una specie dipende a sua volta dalle qualità del tessuto della pianta e dalla sua architettura di crescita (Cornelissen *et al.*, 2003). Nel presente studio è stato preso in esame il Monte Castellare (Asciano – PI) che è stato interessato da due incendi consecutivi, uno nell'agosto del 2008 ed il successivo nell'agosto del 2009. Tale area di studio è sembrata molto adatta per condurre un'analisi sull'evoluzione dell'infiammabilità della vegetazione mediterranea in siti interessati dal passaggio del fuoco in tempi successivi e sull'andamento della ripresa della vegetazione dopo il passaggio del fuoco.

## MATERIALI E METODI

### Area di studio

Il Monte Castellare (Fig. 1a) appartiene al complesso dei Monti Pisani (PI) e rappresenta una delle 5 ANPIL presenti in questa zona. L'area presa in esame corrisponde al versante SE del Castellare ed è stata oggetto di ripetuti incendi, all'epoca della ricerca i più recenti risalgono al 19 agosto 2008 ed al 21 agosto 2009. Tale situazione ha permesso di confrontare aree percorse da incendi in tempi diversi in condizioni vegetazionali, geologiche e climatiche paragonabili. La vegetazione dominante è costituita da una macchia mediterranea chiaramente derivante dalla degradazione dovuta ad incendi di pinete e castagneti. Le cenosi a sclerofille sempreverdi possono essere inquadrare in una macchia alta ad *Erica arborea* e *Arbutus unedo* (*Erico arbo-*

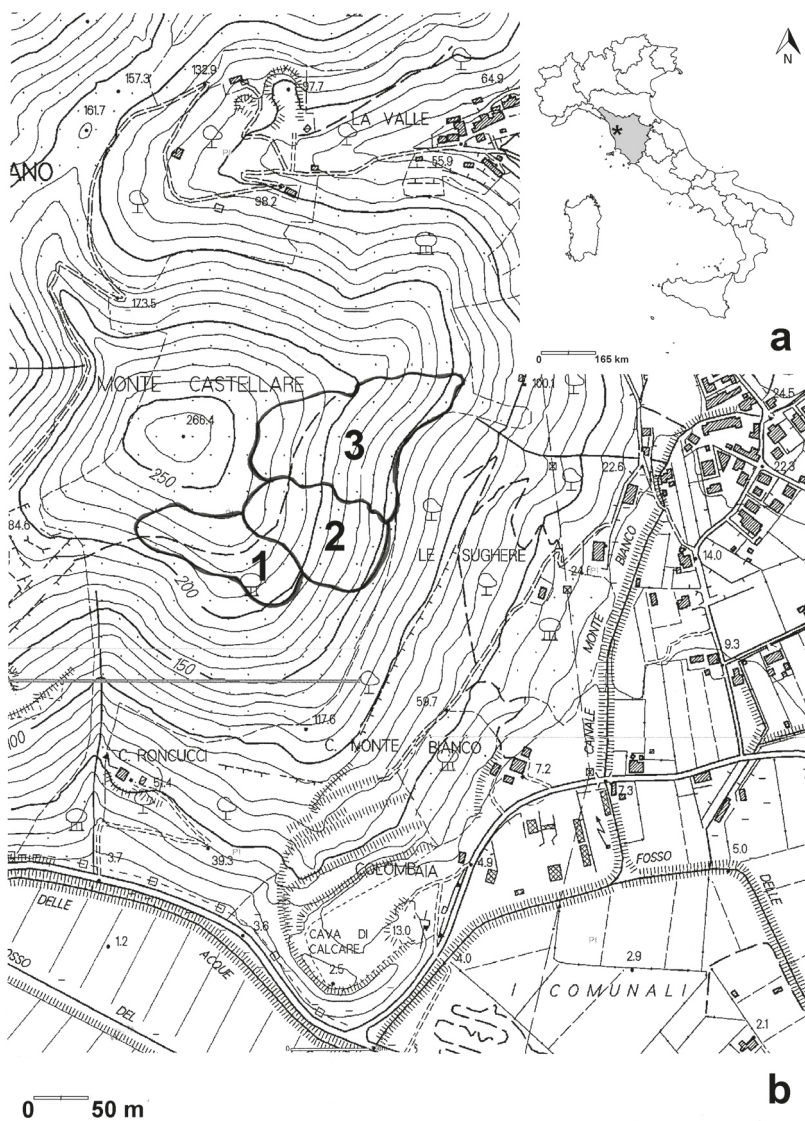


Fig. 1 - a) Localizzazione dell'area di studio (indicata con un asterisco) nella regione Toscana; b) mappa del Monte Castellare dove sono indicati i tre siti di studio: 1) sito di controllo (circa 1 ettaro), 2) sito percorso da incendio nel 2008 (circa 1 ettaro), 3) sito percorso da incendio nel 2009 (circa 6 ettari).

reae- *Arbutetum unedonis* Molinier 1937) che nei punti più degradati si riduce ad una gariga dominata da *Daphne gnidium*. Sono presenti anche specie forestali come *Pinus pinaster*, di probabile impianto antropico, e l'ibrido *Quercus xmorisii* (Tomei, 2005).

A livello climatico le zone pianiziali che circondano il Monte Pisano sono inserite nel tipo temperato caldo e quelle cacuminali del rilievo nel tipo temperato subcontinentale (Gazzolo & Pinna, 1969). Queste aree si caratterizzano per un afflusso meteorico nettamente più elevato di quello che si registra per la Toscana centro-meridionale a causa di particolarità geografiche ed atmosferiche (Rapetti, 2000), con temperature medie annue dell'aria che, dai 14/15 °C nella bassa pianura d'Arno, scendono ai 10.2 °C del Monte Serra, secondo un gradiente termico verticale annuo di 0.5 °C/100 m. In pianura, i valori termici dei mesi estremi sono compresi fra 6.6 °C di Gennaio e i 23.2 °C di Luglio; sulla cima del Monte Serra fra 2.0 °C e di 19.6 °C (Rapetti & Vittorini, 1994).

#### *Analisi della vegetazione e determinazione dell'indice di infiammabilità (IF)*

L'area di studio è stata suddivisa in 3 siti di indagine (Fig. 1b) denominati "sito 2009" (area percorsa dall'incendio nel 2009), "sito 2008" (area percorsa dall'incendio nel 2008) e "controllo" (area non interessata da incendi recenti). In ciascun sito sono stati eseguiti 4 rilievi della vegetazione (denominati "plot") di 2 m x 2 m, disposti in modo casuale, per un totale di 12 plot. Per ogni plot è stata registrata la copertura percentuale totale della vegetazione e la copertura percentuale rispetto alla superficie del plot dei taxa vascolari dominanti. Per copertura si intende la proiezione della chioma sulla superficie del terreno.

Dalle analisi dei rilievi della vegetazione sono risultate più abbondanti le seguenti 7 specie vegetali: *Arbutus unedo* L., *Daphne gnidium* L., *Erica arborea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Pinus pinaster* Aiton e *Quercus xmorisii* Borzì. Quest'ultima entità sembra essere un presunto ibrido tra *Q. ilex* e *Q. suber* la cui delimitazione risulta assai ardua per l'assenza di vere barriere genetiche fra i due taxa (Del Prete *et al.*, 1990; Tomei, 2005; Pierini *et al.*, 2009). Quasi tutte le specie selezionate sono pirofite attive vegetative, in altre parole il passaggio del fuoco stimola la loro ripresa attraverso la riproduzione vegetativa, ad es. attraverso polloni radicali; fatta eccezione per *P. pinaster* che è una pirofita attiva generativa, ovvero dopo gli incendi si può rinnovare in massa per seme (Piotto *et al.*, 2001). Per ciascuna di questa specie è stato calcolato un indice di infiammabilità (IF) seguendo il protocollo di Cornelissen *et al.* (2003) che prevede l'analisi dei seguenti caratteri funzionali (Tab. 1): contenuto di sostanza secca dei rametti (TDMC = twig dry matter content), tempo di essiccamento dei rametti (TDT

= twig drying time), contenuto fogliare di sostanza secca (LDMC = leaf dry matter content), grado di ramificazione della chioma (BRA = branching), area fogliare (LS = leaf size), materiale secco presente sulla pianta (SL = standing litter), contenuto in oli volatili, cere e/o resine (OILS). Ciascun carattere funzionale viene classificato secondo 5 classi di infiammabilità da determinare su materiale raccolto e poi processato in laboratorio oppure direttamente su campo. L'infiammabilità globale di una specie vegetale viene calcolata come media (arrotondata al primo decimale) dei valori di classe di infiammabilità di ciascun carattere funzionale.

Per la determinazione dei caratteri funzionali, in ciascun sito sono stati selezionati casualmente 10 individui per specie. Da ciascun individuo sono stati prelevati un rametto terminale e due foglie, selezionando il materiale in buona salute e non evidentemente attaccato da parassiti, per un totale di 10 rametti e 20 foglie per specie. Rametti e foglie sono stati trasportati immediatamente in laboratorio, dove sono stati sottoposti ad una procedura di reidratazione in acqua distillata a 4 °C per 24 ore al buio. Il giorno successivo è stato misurato il peso fresco di rametti e foglie; è stata effettuata una scansione delle foglie con uno scanner CanoScan Lide 90 accoppiato al software CompuEye, Leaf & Simptom Area per il calcolo dell'area fogliare; quindi rametti e foglie sono stati messi in stufa a 60 °C fino a completa disidratazione (stabilità di peso per 3 giorni consecutivi) e determinazione del peso secco.

Il contenuto di massa secca di rami e foglie (TDMC ed LDMC) viene calcolato come rapporto fra peso secco (mg) e peso fresco (g), rispettivamente dei rametti e delle foglie; mentre il tempo di essiccamento dei rametti (TDT) rappresenta il tempo intercorso fra la reidratazione ed il raggiungimento del 95% del peso secco di ciascun rametto. L'area fogliare (LS), espressa in mm<sup>2</sup>, viene determinata usando lo stesso materiale per il calcolo dell'LDMC. TDMC ed LDMC sono direttamente proporzionali all'infiammabilità di una specie vegetale, mentre TDT ed LS sono inversamente proporzionali (vedi Tab. 1).

Su campo sono stati determinati in ogni sito e per ogni specie i seguenti caratteri funzionali: l'architettura della chioma (BRA) che viene misurata come ordine di ramificazione; il materiale secco rimasto sulla pianta (SL) che rappresenta una quantificazione approssimativa della materia secca fine presente sulla pianta durante la stagione più arida; il contenuto in oli volatili, cere e/o resine (OILS) che viene determinato attraverso un'analisi olfattiva del materiale raccolto. Tutti questi parametri funzionali sono direttamente proporzionali al grado di infiammabilità di una specie vegetale (Tab. 1).

Tab. 1 - Classi di infiammabilità delle specie vegetali secondo il protocollo di Cornelissen e collaboratori (2003). L'indice di infiammabilità viene calcolato come media del valore di ogni singolo carattere (arrotondato al primo numero decimale). L'infiammabilità cresce da 1 a 5. Abbreviazioni: TDMC = contenuto di sostanza secca nei rametti, TDT = tempo di essiccamento dei rametti, LDMC = contenuto fogliare di sostanza secca, BRA = n° degli ordini di ramificazione, LS = area fogliare, SL = massa secca nella stagione arida, OILS = olii volatili, cere e/o resine.

Carattere	Classe di infiammabilità				
	1	2	3	4	5
TDMC (mg g <sup>-1</sup> )	<200	200-400	400-600	600-800	> 800
TDT (giorni)	≤ 5	4	3	3	≤ 1
LDMC (mg g <sup>-1</sup> )	< 150	150-300	300-500	500-700	> 700
BRA	no ramificazioni	1° ordine di ramificazione	2° ordine di ramificazione	3° ordine di ramificazione	≥ 4° ordine di ramificazione
LS (mm <sup>2</sup> )	> 25000	2500-25000	250-2500	25-250	< 25
SL	Assente	Moderatamente presente	Sostanziale (con foglie/rametti morti o corteccia che si sfalda)	Maggioranza di materiale secco rispetto al vivo nella porzione subaerea	Parte aerea completamente secca
OILS	Assenti	Moderatamente presenti	Sostanziali	Abbondanti	Molto abbondanti



L'indice di infiammabilità totale per ogni rilievo è stato ottenuto come media degli indici di infiammabilità ponderata sulla copertura delle specie dominanti presenti nei plot. Per ciascun sito è stato, poi, calcolato un indice di infiammabilità complessivo ottenuto come media degli indici di infiammabilità di ogni singolo rilievo. Infine, è stata misurata anche l'altezza media specifica (espressa in cm) per ogni sito misurando l'altezza della chioma di 10 individui scelti casualmente e calcolandone la media aritmetica. I rilievi della vegetazione, la determinazione dell'indice di infiammabilità e dell'altezza media specifica sono stati effettuati nel luglio del 2010 a distanza di un anno dall'ultimo incendio.

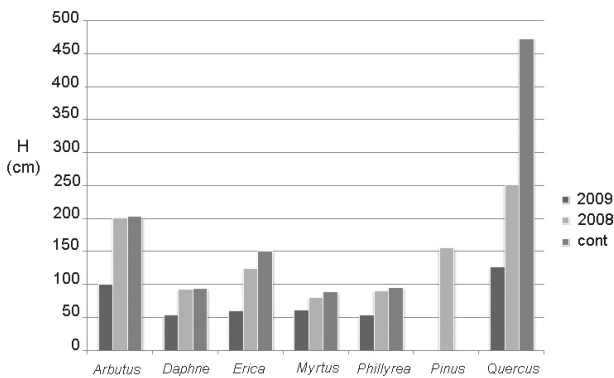


Fig. 2 - Altezze medie (esprese in cm) delle specie indagate nei tre siti di campionamento. Abbreviazioni: H = altezza, 2009 = sito percorso dall'incendio nel 2009, 2008 = sito percorso dall'incendio nel 2008, cont = sito di controllo. Specie: *Arbutus* = *A. unedo*, *Daphne* = *D. gnidium*, *Erica* = *E. arborea*, *Myrtus* = *M. communis*, *Phillyrea* = *P. angustifolia*, *Pinus* = *P. pinaster*, *Quercus* = *Q. xmorisii*. La specie *P. pinaster* è stata rilevata solo nel sito 2008.

## RISULTATI

I rilievi della vegetazione condotti sul versante SE del Monte Castellare hanno messo in evidenza una serie dinamica regressiva della vegetazione mediterranea. Infatti, l'area percorsa dall'incendio nel 2009 era caratterizzata da una formazione basso-arbustiva riconducibile ad una facies molto degradata di Erico-Arbuteto, mentre nel sito dell'incendio del 2008 era presente una macchia bassa leggermente più strutturata, fino ad arrivare ad una formazione arborea dominata da *Quercus xmorisii* nell'area di controllo (Tab. 2). Inoltre, la copertura percentuale totale della vegetazione (Tab. 3) è risultata incrementare dal sito 2009 (74.0%) al sito 2008 (87.5%), raggiungendo il massimo nel controllo (95.0%). L'andamento dell'altezza media specifica nei tre siti (Fig. 2) ha messo in evidenza due diverse strategie: da una parte *A. unedo*, *D. gnidium*, *M. communis* e *P. angustifolia* che incrementano la propria altezza in maniera significativa tra il sito 2009 ed il sito 2008 per

poi rimanere stabili nel controllo; dall'altra parte *E. arborea* e *Q. xmorisii* hanno mostrato un aumento continuo dell'altezza media in tutti e tre i siti.

Analizzando le classi di infiammabilità delle singole specie nei tre siti di campionamento (Tab. 4), si è visto che l'IF di *A. unedo* e di *Q. xmorisii* rimaneva costante a 3; mentre *D. gnidium*, *E. arborea* e *M. communis* subivano un incremento di infiammabilità da 3 a 4 nel passaggio dal sito 2009 al sito 2008, mantenendo poi la stessa classe di infiammabilità nel controllo; *P. angustifolia*, invece, ha mostrato classe di infiammabilità 3 sia nel sito 2009 che in quello 2008, ma è andata ad aumentare a 4 nel controllo. *Pinus pinaster* era presente solo nel sito 2008 con IF pari a 3 (Tab. 4).

Se esaminiamo nel dettaglio i valori di infiammabilità per ogni singolo carattere funzionale, possiamo affermare che in tutti i casi l'aumento di infiammabilità era prevalentemente a carico dell'incremento dell'ordine di ramificazione (BRA), che aumentava in maniera brusca tra il sito 2009 (classe 1) ed il sito 2008 (classe 5), specialmente in *D. gnidium*, *E. arborea* e *M. communis* (Tab. 4). Un altro parametro funzionale che variava nei tre siti ed influenzava, pertanto, l'infiammabilità totale era la presenza di massa secca sulla pianta (SL), quasi nulla nel sito 2009 (classe 1), mentre tendeva ad aumentare leggermente nel controllo (classe 2-3). Gli altri parametri funzionali non sembravano subire modifiche apprezzabili nei tre siti (Tab. 4).

Infine, l'infiammabilità totale non è sembrata variare nei tre siti (Tab. 3). In particolare, nel sito 2009 l'IF dei quattro plot è risultata appartenere alla classe 3; nel sito 2008 due plot sono rientrati nella classe di infiammabilità 3 e due in classe 4; nel controllo l'infiammabilità totale è diminuita in maniera molto leggera, con tre plot in classe 3 e uno in classe 4.

## DISCUSSIONE

Nello studio della vegetazione mediterranea in relazione al fattore fuoco è stato preso in esame il versante SE del Monte Castellare (PI), in particolare due aree percorse da incendi nel 2009 e nel 2008 ed un'area di controllo. I rilievi della vegetazione e le misure delle altezze delle specie vegetali dominanti hanno messo in luce un processo di ripresa della vegetazione a seguito del passaggio del fuoco, evidenziando una maggiore difficoltà nel primo anno dall'incendio ed una migliore capacità di recupero negli anni successivi. Questi risultati sono in accordo con uno studio sulla ripresa della vegetazione post incendio sui Monti Livornesi effettuato da Borzatti *et al.* (1999). Quindi, gli incendi ricorrenti – soprattutto nel breve periodo (in un intervallo temporale di 3-5 anni) – si confermano molto dannosi per la ripresa della vegetazione, dato che tale processo risulta piuttosto lento a breve distanza temporale dall'ultimo passaggio del fuoco.

Tab. 2 - Rilievi della vegetazione nei tre siti di campionamento. In ciascun sito sono stati eseguiti 4 rilievi della vegetazione di 2 m x 2 m, disposti in modo casuale. Viene riportata la copertura percentuale rispetto alla superficie del rilievo solo delle specie vascolari dominanti. Per copertura si intende la proiezione della chioma sulla superficie del terreno. Abbreviazioni: 2009 = sito percorso dall'incendio nel 2009, 2008 = sito percorso dall'incendio nel 2008.

Rilievo	Coordinate GPS	<i>A. unedo</i>	<i>D. gnidium</i>	<i>E. arborea</i>	<i>M. communis</i>	<i>P. angustifolia</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>Q. xmorisii</i>
<b>2009</b>								
MCAST1	N43 45.458 E10 27.174	1.5 %	0.2 %	1 %	0.5 %	0	0	1 %
MCAST2	N43 45.452 E10 27.172	1 %	0.2 %	0.5 %	0.2 %	0.3 %	< 0.1 %	0
MCAST3	N43 45.449 E10 27.193	0.4 %	0.8 %	1 %	1.5 %	0	0	0
MCAST4	N43 45.454 E10 27.194	0.8 %	< 0.1 %	0.4 %	0.8 %	1 %	0	1.5 %
<b>2008</b>								
MCAST5	N43 45.413 E10 27.159	0	0.1 %	1.5 %	0.25 %	0.4 %	1 %	0.1 %
MCAST6	N43 45.413 E10 27.154	3 %	< 0.1 %	0.5 %	0	0.3 %	0	1.5 %
MCAST7	N43 45.407 E10 27.163	1 %	0.4 %	1.5 %	0.5 %	0.2 %	0	0.2 %
MCAST8	N43 45.408 E10 27.164	2 %	0.3 %	0.5 %	0	0.4 %	1 %	1.5 %
<b>Controllo</b>								
MCAST9	N43 45.410 E10 27.052	1.5 %	0.25 %	1.5 %	0.8 %	0.4 %	0	3.5 %
MCAST10	N43 45.409 E10 27.048	1 %	1 %	2 %	0.4 %	0.4 %	0	4 %
MCAST11	N43 45.409 E10 27.042	0.8 %	0.4 %	0.8 %	1.5 %	0	0	0
MCAST12	N43 45.410 E10 27.028	0.8 %	0.25 %	2 %	1.5 %	0.1 %	0	3.5 %

Tab. 3 - Copertura totale (%) della vegetazione e classi di infiammabilità (IF) dei singoli rilievi e dei tre siti di studio. L'indice di infiammabilità totale per ogni rilievo è stato ottenuto come media degli indici di infiammabilità ponderata sulla copertura delle specie dominanti presenti nei plot. Abbreviazioni: 2009 = sito percorso dall'incendio nel 2009, 2008 = sito percorso dall'incendio nel 2008.

Rilievo	Copertura (%)	IF
<b>2009</b>		
MCAST1	70	3
MCAST2	65	3
MCAST3	75	3
MCAST4	85	3
media	<b>74</b>	<b>3</b>
<b>2008</b>		
MCAST5	90	4
MCAST6	90	3
MCAST7	85	4
MCAST8	85	3
media	<b>87.5</b>	<b>3.5</b>
<b>Controllo</b>		
MCAST9	100	3
MCAST10	100	3
MCAST11	80	4
MCAST12	100	3
media	<b>95</b>	<b>3.3</b>

Gli indici di infiammabilità specifica abbastanza alti trovati in *A. unedo*, *D. gnidium*, *E. arborea*, *M. communis*, *P. angustifolia*, *P. pinaster* e *Q. xmorisii* – tutte pirofite attive – testimoniano come queste piante mantengono una elevata predisposizione all'incendio nelle aree che popolano (De Lillis, 1995), perché in grado di ricostituire la parte aerea grazie a riserve ipogee non danneggiate dal fuoco o per la germinazione in massa dei semi favorita dalla scarificazione termica (Piotto *et al.*, 2001). È interessante notare che, fatta eccezione per *A. unedo* e *Q. xmorisii*, gli IF delle specie esaminate sono più elevati nel controllo che nei siti percorsi da incendio, come ad indicare una sorta di difesa delle piante verso incendi troppo ravvicinati, che potrebbero rallentare se non addirittura ostacolarne la ripresa. Inoltre, gli indici di infiammabilità di *E. arborea* e di *M. communis* determinati nel sito di controllo del Monte Castellare sono risultati comparabili a quelli trovati da Bedini & Ceccarelli (2007) per le stesse specie studiate all'Isola d'Elba (LI) e a

Propriano (Corsica), utilizzando sempre il protocollo di Cornelissen *et al.* (2003). Infine, la minore abbondanza di *P. pinaster* rispetto agli altri taxa potrebbe essere dovuta alla strategia di adattamento al fuoco. Tra le specie studiate si tratta, infatti, dell'unica pirofita attiva generativa che richiede un tempo maggiore per la ricolonizzazione del sito rispetto alle pirofite attive vegetative che si riproducono attraverso polloni (De Lillis, 1995).

Se si osserva, invece, l'infiammabilità totale dei siti del presente lavoro si nota una maggiore costanza nel tempo, nonostante l'incremento dell'infiammabilità nella maggioranza delle specie passando dal sito 2009 al controllo. Tale risultato può essere spiegato dalla presenza e dalla dominanza di *Q. xmorisii* (IF = 3) nei rilievi della vegetazione. Infatti, l'unico plot del controllo ad avere classe di IF = 4 è anche l'unico ad essere privo di *Q. xmorisii*, similmente valori bassi di copertura di *Q. xmorisii* nei plot del sito 2008 sono caratterizzati da IF complessivi più elevati. Tuttavia, gli incendi ricorrenti possono portare alla perdita di capacità pollonifera in piante come *Q. suber* e *Q. ilex*, favorendo così lo stabilirsi di comunità più inclini agli incendi (Ricotta & De Vito, 2014).

I risultati ottenuti con il metodo di Cornelissen *et al.* (2003) forniscono importanti informazioni riguardanti la predisposizione al fuoco, questo dato appare a nostro parere interessante se si tiene conto della scarsa distruttività di questo protocollo, confrontato con metodi che necessitano la rimozione e distruzione totale degli individui vegetali per le analisi (Baeza *et al.*, 2006).

#### RINGRAZIAMENTI

Le autrici desiderano ringraziare il Comune di San Giuliano Terme (PI) per aver dato l'autorizzazione ad effettuare la ricerca scientifica all'interno dell'ANPIL. In particolare, si ringrazia Fabio Casella della Protezione Civile del Comune di Calci per aver fornito gentilmente le mappe catastali delle aree percorse da incendi nel 2008 e nel 2009.

Tab. 4 - Indici di infiammabilità delle specie vegetali nei vari siti di campionamento. Abbreviazioni: TDMC = contenuto di sostanza secca nei rametti, TDT = tempo di essiccamento dei rametti, LDMC = contenuto fogliare di sostanza secca, BRA = n° degli ordini di ramificazione, LS = area fogliare, SL = massa secca nella stagione arida, OILS = olii volatili, cere e/o resine, 2009 = sito percorso dall'incendio nel 2009, 2008 = sito percorso dall'incendio nel 2008, cont = sito di controllo.

	A. unedo		D. gnidium		E. arborea		M. communis		P. angustifolia		P. pinaster		Q. xmorissi		
	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	cont
TDMC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
TDT	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
LDMC	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
BRA	1	5	1	5	2	5	1	5	2	2	5	3	3	3	5
LS	3	3	4	4	5	5	3	3	3	3	3	4	3	3	3
SL	1	2	1	3	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2
OILS	2	2	4	4	2	2	5	5	4	4	4	5	1	1	1
classe	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3

## BIBLIOGRAFIA

- BAEZA M.J., RAVENTOS J., ESCARRE A., VALLEJO V.R., 2006. Fire risk and vegetation structural dynamics in Mediterranean shrubland. *Plant Ecology* 187: 189-201.
- BARBATI A., CORONA P.M., D'AMATO E., CARTISANO R., 2015. Is landscape a driver of short-term wildfire recurrence? *Landscape Research* 40: 99-108.
- BEDINI G., CICCARELLI N., 2007. Analisi comparata dei risultati relativi ai siti campione di Campo nell'Elba e di Propriano. *Ecofisiologia*. In: Federici P.R., *Analisi Integrata del Sistema Costiero (A.I.S.C.) - Aspetti geomorfologici, climatici, vegetazionali e antropici*. Studi empirici nei litorali della Provincia di Livorno e Corsica. Brigati, Genova: 191-195.
- BORZATTI VON LÖWENSTERN A., GARBARI F., ROSELLI A., 1999. Studi sulla ricrescita post incendio della vegetazione dei monti livornesi. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie B* 106: 77-92.
- BUSOTTI F., SCHIRONE B., 2001. La vegetazione mediterranea. In: A.A.VV., *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale Anpa, Roma: 17-23.
- CORNELISSEN J.H.C., LAVOREL S., GARNIER E. *et al.*, 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 53: 335-380.
- DE LILLIS M., 1995. Ecologia del fuoco. In: Pignatti S., *Ecologia vegetale*. UTET, Torino.
- DEL PRETE C., BALDERI F., GARBARI F., 1990. Geobotanical research on Mount Pisano (Tuscany, Italy), VIII. A preliminary checklist of the vascular flora. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, Serie B* 97: 121-192.
- GAUDENZIO P., PECCENINI S., 2002. Aspetti vegetazionali. In: A.A.VV., *La Macchia mediterranea formazioni sempreverdi costiere*. Quaderni Habitat, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine: 11-71.
- GAZZOLO T., PINNA M., 1969. La distribuzione della temperatura in Italia nel trentennio 1926-1955. In: Min. LL. PP., Servizio Idrografico, Roma: 21-116.
- PICCINI C., PIOTTO B., 2001. Il degrado della vegetazione mediterranea. In: A.A.VV., *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale Anpa, Roma: 25-30.
- PIERINI B., GARBARI F., PERUZZI L., 2009. Flora vascolare del Monte Pisano (Toscana nord-occidentale). *Informatore Botanico Italiano* 41: 147-213.
- RAPETTI F., 2000. Considerazioni sui caratteri climatici del Monte Pisano. In: Fantoni E., Narducci R., I Monti Pisani, Il ruolo delle ANPIL per la conservazione e la valorizzazione del territorio. S. Giuliano Terme, Pisa: 7-13.
- RAPETTI F., VITTORINI S., 1994. I caratteri del clima. In: Mazzanti M., *La pianura di Pisa e i rilievi contermini*. *Memorie della Società Geologica Italiana* 50: 103-132.
- RICOTTA C., DI VITO S., 2014. Modeling the Landscape Drivers of Fire Recurrence in Sardinia (Italy). *Environmental Management* 53: 1077-1084.
- TOMEI P.E., 2005. La vegetazione. In: Tomei P.E., Joalè P., Narducci R., Benedetti E., *Flora, Vegetazione e Fauna delle aree protette del Monte Pisano*. Stato delle conoscenze, Regione Toscana, Polo Ambientale Monte Pisano, Pisa: 19-27.

(ms. pres. 30 giugno 2015; ult. bozze 8 giugno 2016)

Edizioni ETS  
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa  
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com  
Finito di stampare nel mese di giugno 2016

