

RICERCA, DIVULGAZIONE E PROTEZIONE DEI
LEPIDOTTERI NELLA RISERVA MONDIALE DELLA
BIOSFERA UNESCO DEL MONTE PEGLIA, AI FINI DI
FAVORIRE MECCANISMI DI RESILIENZA CLIMATICA DEI
PRINCIPALI ECOSISTEMI DELLA RISERVA

20
23

Relazione Finale



Responsabile scientifico: Dr. Leonardo Dapporto
(Università degli Studi di Firenze)

Assegniste di ricerca responsabili del progetto:

Dr.ssa Claudia Bruschini

Dr.ssa Giulia Simbula

Hanno partecipato ai lavori sul campo:

Dr.ssa Fulvia Benetello

Dr. Lorenzo Pasquali

A meno di indicazioni specifiche le immagini usate (grafici e fotografie) sono state prodotte dal gruppo di ricerca e disponibili per ogni uso che la Riserva voglia farne

INDICE

INDICE 3

INTRODUZIONE..... 4

METODI 6

RISULTATI..... 11

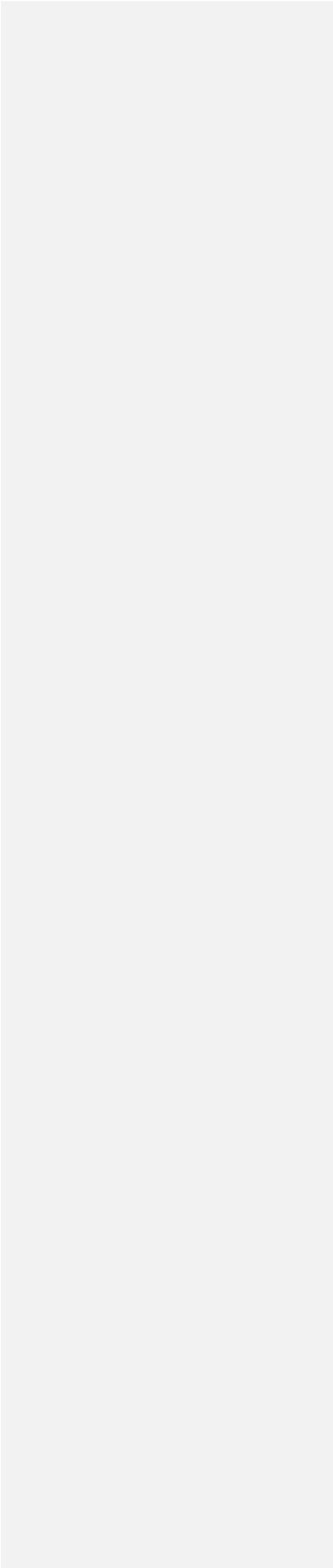
CONCLUSIONI 25

BIBLIOGRAFIA 27

ALLEGATO 1..... 28

ALLEGATO 2..... 32

ALLEGATO 3..... 34



INTRODUZIONE

Gli insetti impollinatori svolgono un ruolo centrale all'interno sia degli ecosistemi forestali e agricoli, garantendo diversi servizi ecosistemici (Potts et al., 2016). Il 75% degli ecosistemi forestali e delle piante coltivate per scopi alimentari dipendono direttamente dalla impollinazione animale (Halvorson et al., 2021). Il beneficio apportato dal "servizio" degli impollinatori è sicuramente di immediata comprensione e include anche un chiaro risvolto economico (Porto et al., 2020). Se il servizio ecosistemico dell'impollinazione dovesse ridursi drasticamente ne risulterebbero sistemi forestali e agricoli impoveriti con perdite importanti di biodiversità e produttività e con il rischio di diete meno variegata e bilanciate. Proprio in virtù del ruolo centrale che hanno gli impollinatori negli ecosistemi, siano essi naturali, seminaturali o agricoli, appare estremamente drammatico il ben documentato declino demografico e di ricchezza di specie che gli ecosistemi stanno subendo in tutto il mondo. In alcune aree europee questo declino ha determinato una perdita del 75% della biomassa degli impollinatori (Barnosky et al., 2011; Dirzo et al., 2014; Hallmann et al., 2017). Tra le più importanti cause antropiche della scomparsa degli impollinatori occorre ricordare la frammentazione e la degradazione degli habitat, l'introduzione di specie aliene, l'utilizzo indiscriminato di pesticidi e agenti patogeni nonché i cambiamenti climatici (Potts et al., 2010).

I Lepidotteri diurni, uno dei principali gruppi di impollinatori, sono a pieno titolo coinvolti anche nel servizio ecosistemico che provvede all'essere umano benefici estetico-culturali. Difatti, in virtù del loro aspetto e della facilità di venirci a contatto sono considerati ambasciatori della diversità. Inoltre, l'elevato numero di specie la possibilità di riconoscerle anche da parte di non esperti, ne fanno organismi fondamentali per la sensibilizzazione alle tematiche della conservazione della biodiversità e per avvicinare i cittadini alle problematiche legate ai rischi climatici per tutti gli impollinatori.

Diverse iniziative volte allo studio e alla conservazione degli impollinatori sono state intraprese attraverso azioni internazionali ([EU Pollinators Initiative - Environment](#)) e nazionali ([Direttiva Biodiversità 2021](#)). I punti in comune a tutte le iniziative e le azioni di protezione degli impollinatori sono i monitoraggi e la conoscenza degli impollinatori presenti in un'area e le azioni di sensibilizzazione dei cittadini.

In questo contesto si inserisce il progetto del Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze nell'ambito del PSR 16.5.1 nella Riserva Mondiale della Biosfera MAB Unesco del Monte Peglia che si prefigge di utilizzare i lepidotteri diurni della riserva come gruppo modello per (i) analizzare i rischi potenziali da cambiamenti climatici a cui sono sottoposti i sistemi forestali della riserva e le aree limitrofe; (ii) identificare le azioni che possono aumentare la resilienza climatica anche mediante la realizzazione di possibili modelli predittivi o di prevenzione rispetto ai quali tali induzioni possano essere funzionali, (iii) sensibilizzare la cittadinanza verso la necessità di mantenere popolazioni funzionali di insetti impollinatori.

Inoltre, l'Università di Firenze aderisce al Progetto di Distretto Agroalimentare di Qualità di cui si fanno promotrice la Riserva della Biosfera Unesco del Monte Peglia. Il Distretto

promuove i prodotti di qualità e si propone di creare un sistema integrato di qualità con denominatore comune la dieta mediterranea italiana patrimonio immateriale dell'UNESCO. Il contributo del Dipartimento potrà rendere più funzionali tali agroecosistemi tramite pratiche agricole che siano il più possibile rispettose delle comunità di impollinatori, a grande beneficio non solo delle funzioni ecosistemiche degli agro-ambienti, ma anche della qualità dei prodotti alimentari.

Nello specifico, il nostro progetto si prefigge di:

- 1) ottenere una valutazione il più possibile completa dello stato di salute dei sistemi agricoli e forestali dell'area del Monte Peglia attraverso lo studio della diversità dei Lepidotteri diurni presenti nella Riserva, e una stima delle relative abbondanze.
- 2) Valutare l'effetto dei cambiamenti climatici sui sistemi forestali identificando le aree che ospitano maggior numero di Lepidotteri e gli elementi naturali che ne favoriscono la presenza, permettendo di disegnare strategie di conservazione esportabili su altre aree che possano mitigare gli effetti futuri dei cambiamenti climatici.
- 3) Sensibilizzare la popolazione locale ed eventuali turisti sull'importanza della biodiversità e della sua salvaguardia, con particolare focus sulla tutela della biodiversità degli insetti impollinatori rispetto ai cambiamenti climatici.

METODI

Sono stati identificati 90 plot (50 m x 50 m) in cinque macroaree all'interno della "Core area" e "Buffer area" della Riserva: Monte Peglia (area B), Parco Settefrati (area E), San Venanzo (area C), località Bagni (area D) e Casalicchio (area A). Inoltre, i campionamenti sono stati svolti con 2 transetti da maggio 2022 all'interno della società agricola Bioforest Salamandrina, titolare di concessioni demaniali forestali e nata con l'obiettivo statutario di concorrere alle strategie di biodiversità, facendosi promotrice e realizzatrice del progetto di istituzione della riserva mondiale della biosfera MAB UNESCO del Monte Peglia, la prima istituita nell'Umbria e una delle venti in Italia (Fig. 1, Allegato 1). Ogni plot è stato campionato ogni quindici giorni a partire da aprile 2022 fino a ottobre 2022. I plot sono stati scelti selezionando habitat e altitudini diversi tra aree prative e aree boschive (Fig. 2).

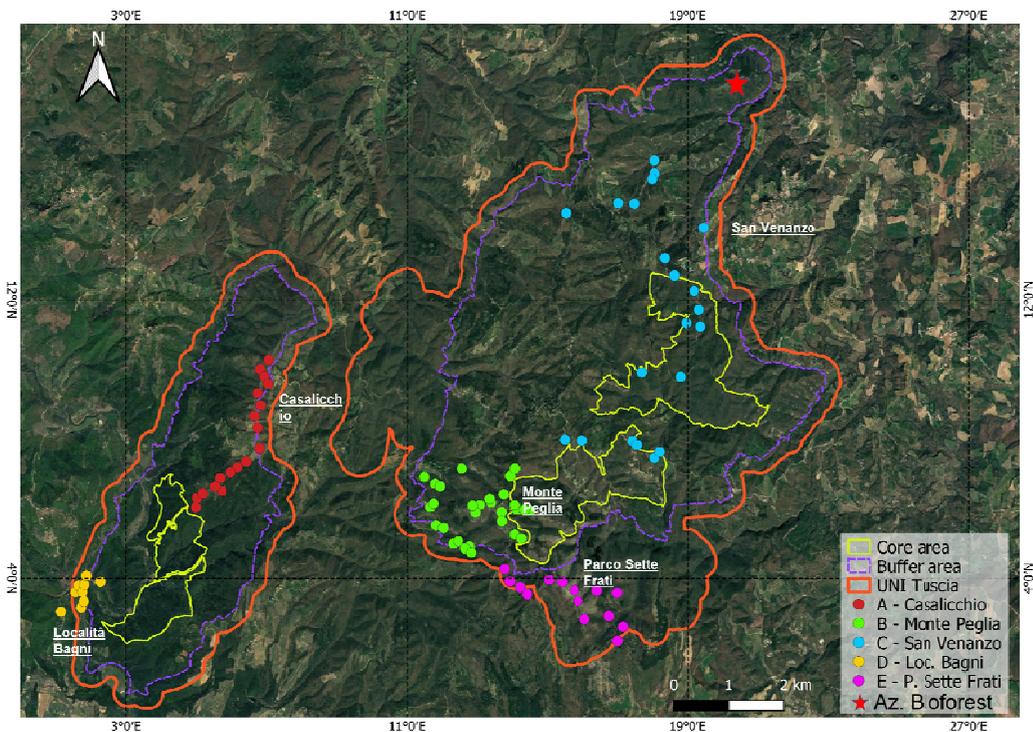


Fig. 1. Mappa satellitare dei 90 plot all'interno della "Core area" e "Buffer area" della Riserva e Azienda agricola Bioforest Salamandrina

I plot vengono svolti nelle ore centrali più calde della giornata, tra la 10:00 e le 16:30, quando l'attività delle farfalle è al suo massimo (a livello europeo questo varia tra paesi a diverse latitudini). Prima di iniziare il transetto vengono registrati: il nome dell'operatore che esegue il transetto, il nome del plot, la data e l'ora di inizio, la temperatura, la copertura nuvolosa ed il vento secondo la Scala Beaufort. I plot non vengono campionati

se le condizioni iniziali non sono idonee. Il transetto viene eseguito solo se la temperatura è maggiore di 13°. Se questa è compresa tra i 13° e i 17° è possibile campionare solo se è soleggiato con una copertura nuvolosa minore o intorno al 50%. Dai 18° in poi il campionamento può avvenire anche con coperture nuvolose maggiori. La copertura nuvolosa sul campo viene stimata con un valore percentuale. Se il vento secondo la scala Beaufort è superiore a 5 il transetto non può essere effettuato.



Fig. 2. Esempi di aree prative (sopra) e aree boschive (sotto) dove vengono effettuati i plot

Le farfalle vengono conteggiate camminando all'interno del plot a passo lento e costante, l'operatore si posiziona al vertice del plot e costeggiando il bordo procede a zig-zag fino ad arrivare al vertice opposto in un tempo di circa 8 minuti (Fig. 3).

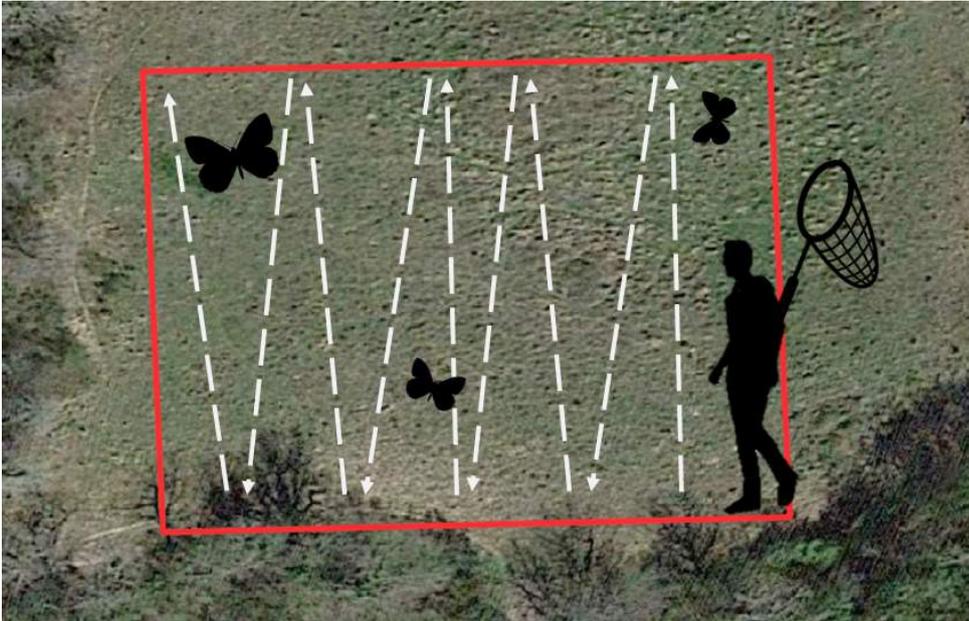


Fig. 3. Immagine rappresentativa plot al cui interno l'operatore conteggia le farfalle

In ogni plot viene registrato il numero di individui e la specie a cui appartengono. Non vengono conteggiati gli esemplari presenti dietro l'operatore, ed è necessario porre attenzione a non conteggiare lo stesso individuo più volte. Le diverse specie possono essere riconosciute sia mentre volano sia mentre sono posate e ove necessario possono essere catturate con un apposito retino e identificate. Durante le interruzioni della camminata, per identificare una specie all'interno del retino o per scattare una foto utile all'identificazione, deve interrompersi la conta ed il riconoscimento delle specie presenti nel plot. Il conteggio viene ripreso quando riparte la camminata. Pur non essendo stabilito un tempo limite, dal momento che la durata dipende molto dal numero di specie presenti da catturare e/o identificare, ogni plot viene percorso in circa 8 minuti. Nel caso di più operatori, essi si pongono in fila uno dietro l'altro e il conteggio si riferisce solamente al primo operatore. Il secondo operatore non conteggia, ma registra sulla scheda di campo il numero di individui e le specie che il primo operatore individua comunicandole a voce alta e può aiutare se necessario nell'identificazione.

AZIENDA AGRARIA BIOFOREST SALAMANDRINA

I campionamenti all'interno dell'azienda agraria sono stati effettuati attraverso due transetti utilizzando il metodo di Pollard (Pollard, 1977). Questa tecnica di monitoraggio è standardizzata, in cui si contano tutte le farfalle presenti lungo un percorso fisso di una lunghezza pari a 500 metri e suddivisi in 10 sezioni da 50 metri ciascuna, il transetto con una camminata a passo lento e costante. L'operatore si posiziona al bordo di un immaginario cubo di 5 metri per lato, in modo che vengano conteggiate solo le farfalle comprese in una distanza di 2,5 metri per ogni lato, di 5 metri avanti rispetto all'operatore e fino a 5 metri di altezza dal suolo (Fig. 4).

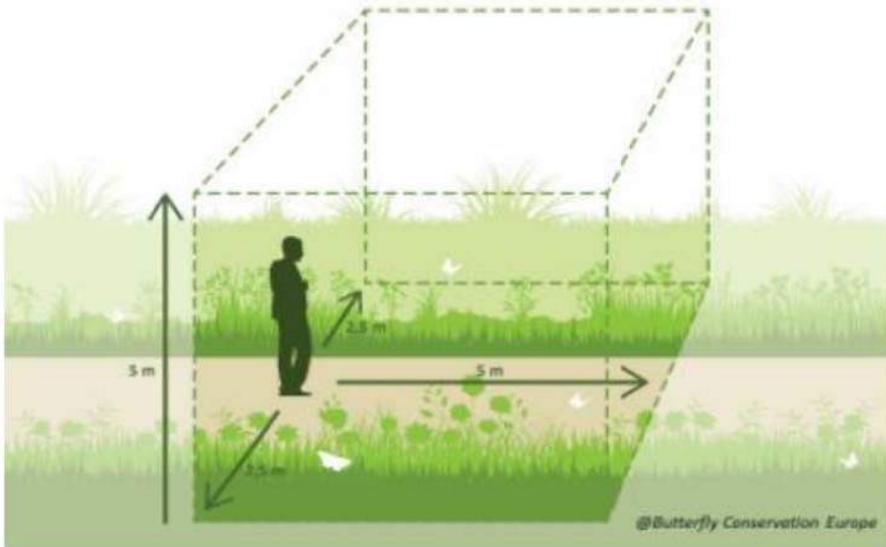


Fig. 4. Immagine rappresentativa del cubo immaginario intorno all'operatore entro il quale conteggiare le farfalle

ANALISI STATISTICHE

Temperatura

Per avere un primo quadro degli andamenti delle temperature in questo anno, abbiamo scaricato dal Servizio Idrografico della Regione Umbria (<https://annali.regione.umbria.it/#>) i dati delle temperature massime degli ultimi 10 anni (2012-2021) e confrontati con le temperature media massime del 2022, per ogni sessione svolta da aprile ad ottobre. Tutti i dati sono stati presi dalla stazione meteorologica di Pornello (TR, comune di San Venanzo).

Ricchezza di specie

Per ogni plot è stata valutata la ricchezza di specie relativa considerata come il numero di specie trovato in un plot sul numero massimo di specie per ogni mese campionato. Abbiamo registrato quali plot risultassero avere una ricchezza di specie nel quartile più ricco per capire quali tipologie ambientali ospitino comunità più complesse.

Generalized Additive Mixed Models (GAMMs)

Intorno ad ogni plot è stato costruito un quadrato di un ettaro all'interno del quale è stata calcolata la copertura erbacea in percentuale. Inoltre, è stata valutata la distanza (m) del punto centrale di ogni plot da un corso d'acqua (la mappa idrografica utilizzata è stata scaricata dal GeoPortale Nazionale).

Per analizzare i determinanti della ricchezza dei plot nel tempo abbiamo utilizzato un modello misto generalizzato additivo (GAMMs) che permette di modellare in maniera abbastanza flessibile variabili numeriche e categoriche con risposte anche non lineari. La ricchezza di specie è stata usata come variabile dipendente; la percentuale di copertura prativa nell'ettaro intorno al plot, l'altitudine, le sessioni di campionamento e la distanza dei plot da corsi d'acqua come variabili indipendenti. Si è tenuto conto del fattore random dell'operatore e dell'autocorrelazione spaziale. Sono state considerate anche le seguenti interazioni: mesi campionati*percentuale di copertura erbacea; mesi campionati*altitudine; mesi campionati*distanza da corsi d'acqua.

Estivazione delle specie monovoltine in risposta all'aridità estiva

Vi sono evidenze che molte specie di farfalle in ambiente mediterraneo si spostino dagli ambienti prativi a quelli boschivi e qui passino in quiescenza i mesi più caldi. Dopo la quiescenza gli adulti tornano attivi in settembre per accoppiarsi e deporre le uova. Da questo punto di vista l'estivazione in aree ombrose sarebbe una fase cruciale per la sopravvivenza delle farfalle. Il fenomeno però è quasi completamente ignoto in quanto la maggior parte degli studi eco-etologici sulle farfalle sono stati compiuti in Europa centro-settentrionale dove, grazie a estati più fresche, l'estivazione non è necessaria. È stato quindi valutato l'uso di microhabitat boschivi in periodo estivo nelle sessioni di campionamento delle specie monovoltine: farfalle con singola generazione, con individui adulti che emergono in tarda primavera e si riproducono a settembre/ottobre. Ogni plot è stato suddiviso in tre categorie in base alla percentuale di copertura erbacea: 1 = 0-32%; 2= 33-65%; 3= 66-100%. È stata plottata la radice quadrata del numero totale di individui in base alle tre categorie di habitat. Tutti i dati sono stati analizzati attraverso il software R.

RISULTATI

Sono state svolte 14 missioni da aprile ad ottobre 2022 per un numero totale di plot campionati di 1137, oltre a 8 visite presso l'Azienda Agraria Bioforest Salamandrina (Tab. 1).

In totale sono state osservate, durante il periodo di campionamento svolto fino ad oggi, 80 specie di farfalle appartenenti a 5 diverse famiglie: Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Fig. 5, Tab. 2). Tra queste sono state osservate due specie di grande interesse conservazionistico, *Zerynthia cassandra* e *Melanargia arge*, in quanto inserite nell'allegato IV della Direttiva habitat (92/43 CEE).

Mesi	Sessioni di campionamento	Numero di plot campionati
Aprile *	1	10
	2	37
Maggio	3	85
	4	89
Giugno	5	86
	6	90
Luglio	7	110
	8	90
Agosto	9	90
	10	90
Settembre	11	90
	12	90
Ottobre	13	90
	14	90

Tab. 1. Tabella riassuntiva del numero di missioni effettuate e dei plot campionati nel periodo aprile – ottobre 2022 all'interno della Riserva. * campionamenti esplorativi

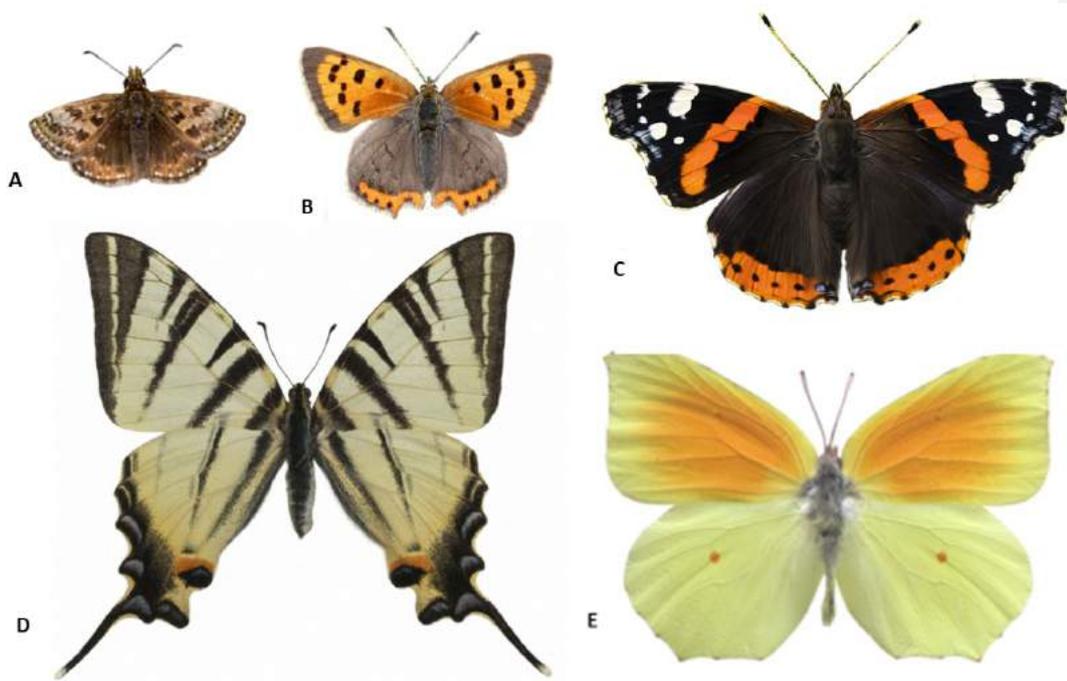


Fig. 5. Rappresentanti delle 5 famiglie campionate: A- Hesperidae (*Erynnis tages*); B- Lycaenidae (*Lycaena phlaeas*); C- Nymphalidae (*Vanessa atalanta*); D- Papilionidae (*Iphiclides podalirius*); E- Pieridae (*Gonepteryx cleopatra*).

Famiglia	n°	Specie
Papilionidae	1	<i>Iphiclides podalirius</i>
	2	<i>Papilio machaon</i>
	3	<i>Zerynthia cassandra</i>
Pieridae	4	<i>Anthocharis cardamines</i>
	5	<i>Aporia crataegi</i>
	6	<i>Colias alfacariensis</i>
	7	<i>Colias crocea</i>
	8	<i>Euchloe ausonia</i>
	9	<i>Gonepteryx cleopatra</i>
	10	<i>Gonepteryx rhamni</i>
	11	<i>Leptidea sinapis</i>
	12	<i>Pieris brassicae</i>
	13	<i>Pieris mannii</i>
	14	<i>Pieris napi</i>
	15	<i>Pieris rapae</i>
	16	<i>Pontia edusa</i>
Lycaenidae	17	<i>Aricia agestis</i>
	18	<i>Callophrys rubi</i>
	19	<i>Celastrina argiolus</i>
	20	<i>Cupido minimus</i>
	21	<i>Favonius quercus</i>
	22	<i>Glaucopsyche alexis</i>
	23	<i>Lampides boeticus</i>
	24	<i>Leptotes pirithous</i>
	25	<i>Lycaena phlaeas</i>
	26	<i>Lycaena tityrus</i>
	27	<i>Lysandra bellargus</i>
	28	<i>Lysandra coridon</i>
	29	<i>Plebejus argus</i>
30	<i>Polyommatus escheri</i>	

	31	<i>Polyommatus icarus</i>
	32	<i>Polyommatus thersites</i>
	33	<i>Pseudophilotes baton</i>
	34	<i>Satyrium acaciae</i>
	35	<i>Satyrium ilicis</i>
Nymphalidae	36	<i>Aglais io</i>
	37	<i>Aglais urticae</i>
	38	<i>Argynnis paphia</i>
	39	<i>Boloria dia</i>
	40	<i>Boloria euphrosyne</i>
	41	<i>Brenthis daphne</i>
	42	<i>Brintesia circe</i>
	43	<i>Charaxes jasius</i>
	44	<i>Coenonympha arcania</i>
	45	<i>Coenonympha pamphilus</i>
	46	<i>Fabriciana adippe</i>
	47	<i>Hipparchia fagi</i>
	48	<i>Hipparchia semele</i>
	49	<i>Hipparchia statilinus</i>
	50	<i>Issoria lathonia</i>
	51	<i>Lasiommata maera</i>
	52	<i>Lasiommata megera</i>
	53	<i>Limenitis reducta</i>
	54	<i>Maniola jurtina</i>
	55	<i>Melanargia arge</i>
	56	<i>Melanargia galathea</i>
	57	<i>Melitaea celadussa</i>
	58	<i>Melitaea cinxia</i>
	59	<i>Melitaea didyma</i>
	60	<i>Melitaea phoebe</i>
	61	<i>Nymphalis polychloros</i>
	62	<i>Pararge aegeria</i>

	63	<i>Polygonia c-album</i>
	64	<i>Polygonia egea</i>
	65	<i>Pyronia cecilia</i>
	66	<i>Pyronia tithonus</i>
	67	<i>Satyrus ferula</i>
	68	<i>Vanessa atalanta</i>
	69	<i>Vanessa cardui</i>
Hesperiidae	70	<i>Carcharodus alceae</i>
	71	<i>Erynnis tages</i>
	72	<i>Hesperia comma</i>
	73	<i>Heteropterus morpheus</i>
	74	<i>Ochlodes silvanus</i>
	75	<i>Pyrgus malvoides</i>
	76	<i>Pyrgus sidae</i>
	77	<i>Spialia Sertorius</i>
	78	<i>Thymelicus acteon</i>
	79	<i>Thymelicus lineola</i>
	80	<i>Thymelicus sylvestris</i>

Tab. 2. Lista famiglie e specie di Lepidotteri diurni osservati all'interno dei 90 plot campionati e nella Azienda Agraria Bioforest Salamandrina

In particolare, l'osservazione di alcuni individui di *Zerynthia cassandra* (Fig. 6) all'interno di una delle "Core area" della riserva nei pressi di S. Venanzo, è risultata particolarmente interessante. Questa specie endemica italiana è generalmente in declino a causa della riduzione degli habitat prativi in cui crescono le sue piante nutrici del genere *Aristolochia*. La sua osservazione aggiunge un tassello fondamentale alla biodiversità nota ad oggi all'interno della Riserva Mondiale della Biosfera Unesco del Monte Peglia.



Fig. 6. Individuo di *Zerynthia cassandra* osservato all'interno della Riserva Mondiale della Biosfera Unesco del Monte Peglia

AZIENDA AGRARIA BIOFOREST SALAMANDRINA

L'azienda agraria è stata censita a partire da maggio 2022 per un totale di 8 visite. In totale all'interno dell'azienda sono state osservate 32 specie di farfalle (Tab. 3). Tra queste specie è stata osservata *Melanargia arge* (Fig. 7), una specie di rilievo a livello conservazionistico in quanto inserita nell'allegato IV della Direttiva habitat (92/43 CEE).

Famiglia	n°	Specie
Papilionidae	1	<i>Iphiclides podalirius</i>
Pieridae	2	<i>Colias crocea</i>
	3	<i>Euchloe ausonia</i>
	4	<i>Leptidea sinapis</i>
	5	<i>Pieris brassicae</i>
	6	<i>Pieris rapae</i>
	7	<i>Pontia edusa</i>
	8	<i>Colias alfacariensi</i>
	Lycaenidae	9
10		<i>Callophrys rubi</i>
11		<i>Lysandra bellargus</i>
12		<i>Plebejus argus</i>
13		<i>Polyommatus escheri</i>
14		<i>Polyommatus icarus</i>

	15	<i>Polyommatus thersites</i>
	16	<i>Satyrrium ilicis</i>
Nymphalidae	17	<i>Argynnis paphia</i>
	18	<i>Brintesia circe</i>
	19	<i>Charaxes jasius</i>
	20	<i>Coenonympha pamphilus</i>
	21	<i>Hipparchia fagi</i>
	22	<i>Hipparchia statilinus</i>
	23	<i>Lasiommata megera</i>
	24	<i>Limenitis reducta</i>
	25	<i>Melanargia arge</i>
	26	<i>Melanargia galathea</i>
	27	<i>Maniola jurtina</i>
	28	<i>Melitaea didyma</i>
	29	<i>Vanessa cardui</i>
Hesperiidae	30	<i>Ochlodes venatus</i>
	31	<i>Thymelicus acteon</i>
	32	<i>Thymelicus sylvestris</i>

Tab. 3. Lista specie osservate all'interno dell'Azienda Agraria Bioforest Salamandrina.



Fig. 7. Esemplare di *Melanargia arge* osservato all'interno della Azienda agraria Bioforest Salamandrina

Temperature

Il grafico (Fig. 8) evidenzia come quasi tutti i valori medi di temperatura di ogni sessione di campionamento (tranne la prima sessione di luglio e la seconda di agosto) superino significativamente le mediane delle temperature del decennio precedente. Questi risultati

hanno confermato come il 2022 sia stato un anno particolarmente caldo, ponendoci in una situazione ideale per il progetto per permetterci di valutare gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi forestali e sulle comunità di farfalle all'interno della Riserva.

Abbiamo potuto delineare che all'interno della Riserva si sono avute temperature molto alte per tutto il periodo di campionamento svolto sino ad ora. Questa condizione iniziale non sarà molto dissimile da quello che verosimilmente si presenterà anche nei prossimi anni, dato che queste condizioni climatiche estreme saranno sempre più frequenti.

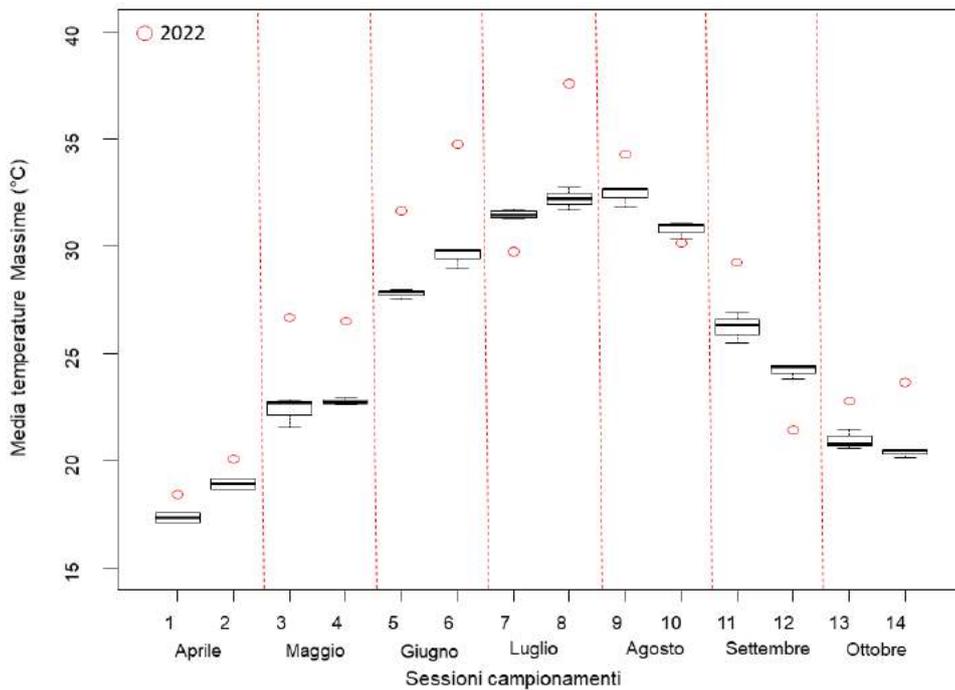


Fig. 8. Grafico delle medie delle temperature massime degli anni 2012-2021 (boxplot) e 2022 (cerchi rossi) durante le 14 sessioni di campionamento

Ricchezza di specie

La figura 9 evidenzia uno spiccato andamento stagionale nella ricchezza di specie nei plot campionati: con due diversi picchi di ricchezza nella tarda primavera (maggio, giugno) e alla fine dell'estate (settembre). La stagione estiva (luglio-agosto) ha mostrato valori di ricchezza intermedi.

Un risultato importante emerso da quest'analisi è come alcuni plot, in particolare nell'area intorno alla vetta del Monte Peglia, risultino sempre tra i più ricchi (primo quartile di ricchezza) durante sia i mesi più freschi che quelli più caldi (Fig. 9).

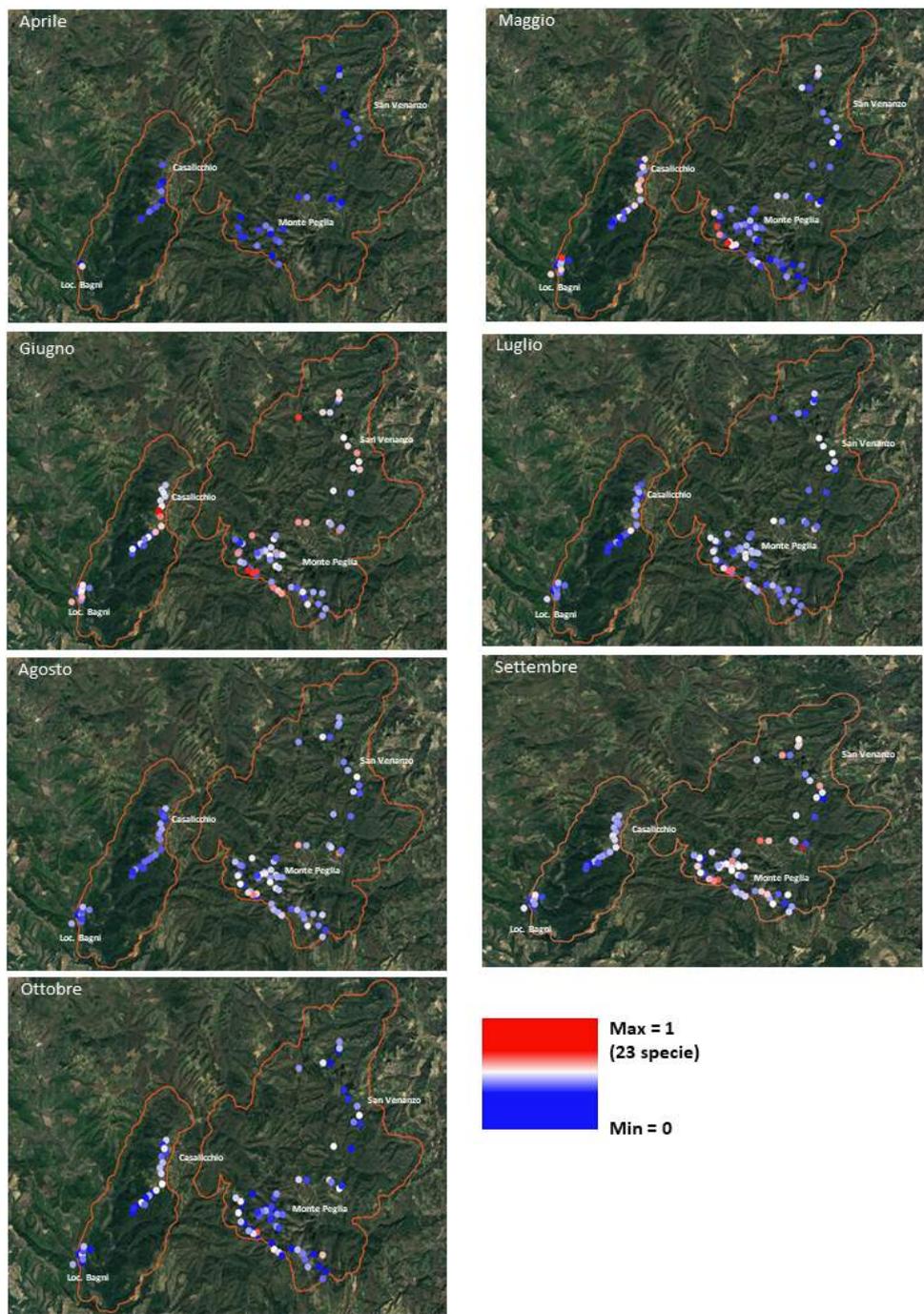


Fig. 9. Ricchezza di specie relativa di tutti i 90 plot campionati da Aprile ad Ottobre 2022.

Generalized Additive Mixed Models (GAMMs)

Un GAMM sul totale dei dati (tutte le raccolte in un solo modello) ha rivelato alti valori di significatività ($p < 0.001$) nel determinare il numero di specie osservate in tutte e quattro le variabili analizzate (Fig. 10).

Le interazioni tra le variabili e il mese di campionamento si sono rivelate allo stesso modo significative, dimostrando che le variabili ambientali hanno un effetto diverso in periodi diversi dell'anno.

Andando a vedere gli effetti con analisi separate per ogni mese campionato (Fig. 11), si osserva come la percentuale di copertura prativa nell'ettaro intorno al plot sia significativa in quasi tutti i mesi con un massimo di ricchezza di specie intorno al 50-60% di copertura.

Nei mesi di maggio e ottobre si evidenzia come sia presente un elevato numero di specie in zone prative piuttosto che boschive, mentre questo numero diventa simile nei mesi estivi, dimostrando che molte specie tendono a spostarsi all'interno di zone boschive per sfuggire alle alte temperature.

Anche l'altitudine è risultata significativa per quasi tutti i mesi, con tendenze negative ad aprile, maggio e ottobre (maggior ricchezza di specie a basse altitudini) e tendenze positive da giugno a settembre (maggior ricchezza di specie a quote più elevate).

Infine, anche una minor distanza dei plot dai corsi d'acqua è un fattore statisticamente significativo per un'elevata ricchezza di specie probabilmente perché la presenza di acqua aumenta la disponibilità di risorse vegetali e di ambienti freschi.

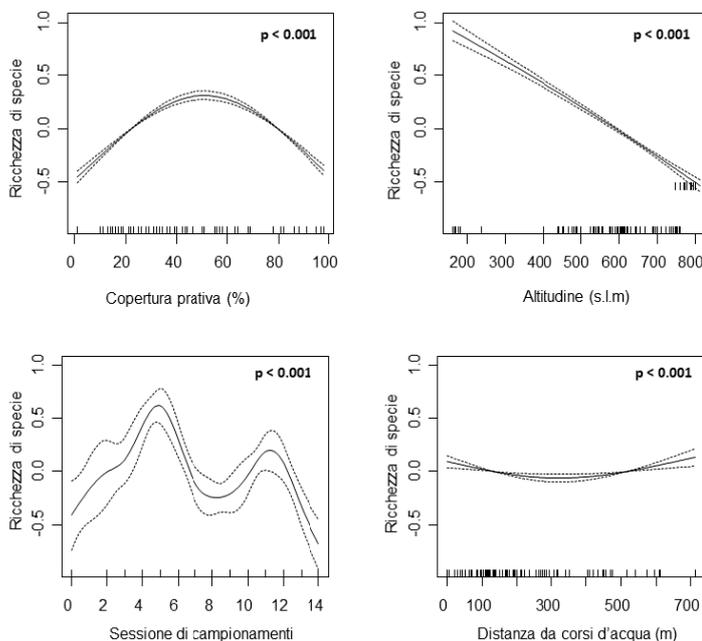


Fig. 10. Ricchezza di specie nel totale dei mesi campionati per le quattro variabili analizzate (GAMMs)

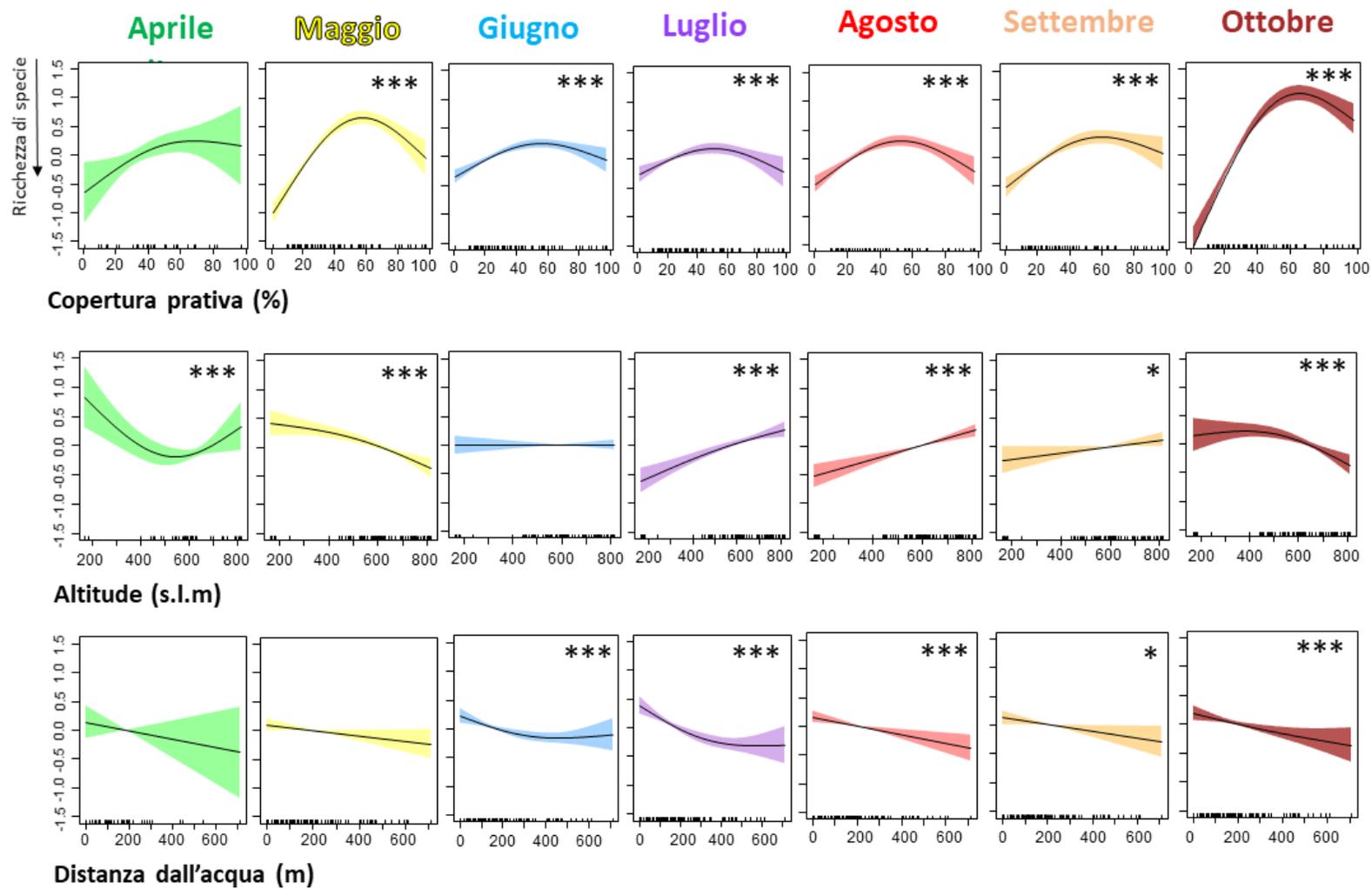


Fig. 11. Interazioni delle variabili analizzate per ogni mese campionato (GAMMs). *** = $p < 0.001$.

Specie Monovoltine

Tre specie di Nymphalidae molto comuni mostrano un andamento evidentemente bimodale: elevato numero di individui da maggio a fine giugno in plot che presentano una percentuale di prato pari al bosco (32-100%), mentre durante i mesi più caldi, con il verificarsi dell'estivazione (inattività estiva), i pochi individui presenti sono stati osservati in aree boschive (0-32%). L'analisi dei dati dei mesi di settembre e ottobre ha evidenziato una risalita del numero di individui nelle aree aperte in concomitanza alla diminuzione delle temperature massime. Nel mese di ottobre si verifica una naturale diminuzione degli individui osservati in accordo con la fenologia delle specie (Fig. 12).

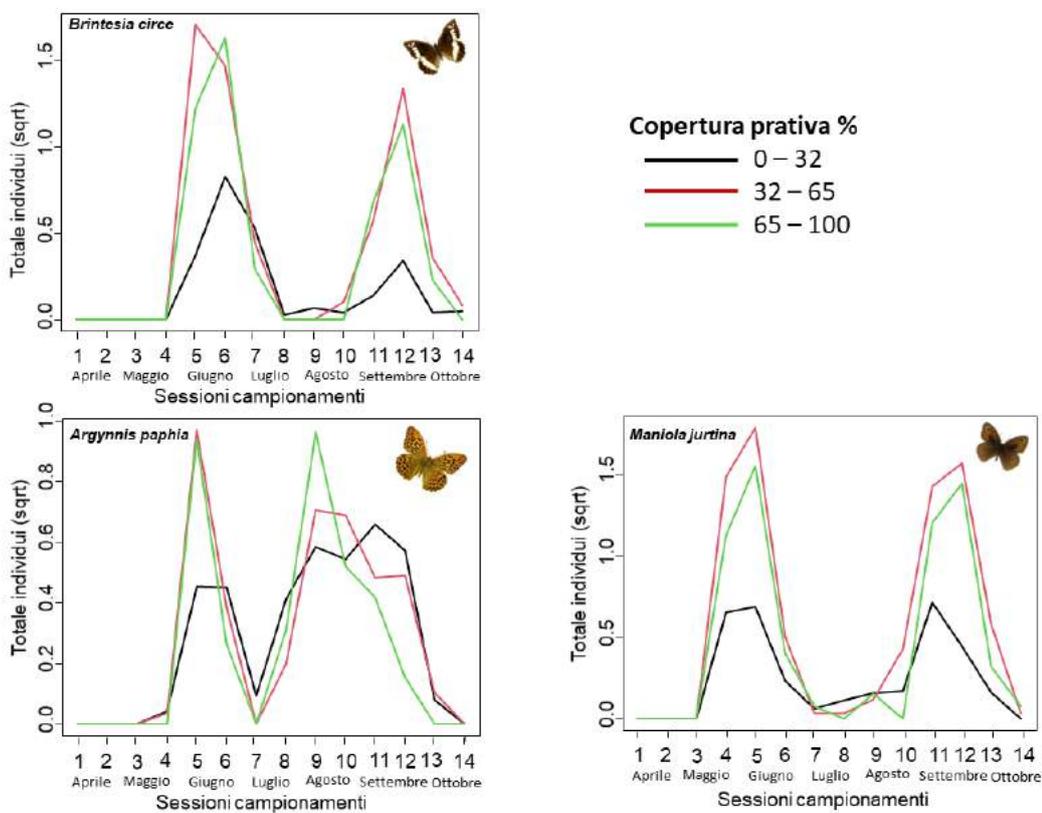


Fig. 12. Uso delle categorie di microhabitat all'interno dei plot per tre specie di Nymphalidae

ATTIVITA' DIVULGATIVE

Per quanto riguarda le attività divulgative è stato preparato un depliant (Allegato 2) per spiegare le attività del progetto e per riconoscere le farfalle più comuni della Riserva. Questo volantino è stato stampato in flyer A4 e distribuito in occasione della Butterfly Week (BW), che si è svolta dal 7 all'11 luglio 2022 nella Riserva Mondiale della Biosfera MAB UNESCO del Monte Peglia.

La BW è un'iniziativa di ricerca che si svolge ogni anno dal 2014 in località diverse dell'Italia e che coinvolge ricercatori e cittadini.

Nel corso della BW sono state organizzati due eventi per il pubblico (Allegato 3):

- 9 luglio: conferenza divulgativa sulle farfalle e gli effetti dei cambiamenti climatici presso la Biblioteca del CL di Terni. Sono intervenuti il presidente della Riserva, avv. Francesco Paola; i ricercatori del Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze: Prof. Leonardo Dapporto, Dott. Claudia Bruschini e Dott. Giulia Simbula; e la ricercatrice del Dipartimento di Lettere e Filosofia dell'Università di Firenze, Prof. Mariagrazia Portera (Fig. 13).

- 10 luglio: giornata di campo con i ricercatori per il riconoscimento delle farfalle per il pubblico di tutte le età presso il parco dei Sette Frati (Fig. 14). Durante la giornata, i ricercatori hanno campionato con il pubblico alcune delle aree più rilevanti all'interno del parco dei Sette Frati, spiegando come catturare e riconoscere le principali famiglie di farfalle con una tecnica non invasiva. Hanno partecipato all'evento numerose persone di tutte le età (Fig. 15).



Fig. 13. Relatori del congresso, da sinistra: Mariagrazia Portera, Leonardo Dapporto, Francesco Paola, Claudia Bruschini, Giulia Simbula.



Fig. 14. L'avvocato Francesco Paola con i ricercatori che hanno partecipato alla giornata di campo al parco dei Sette Frati.



Fig. 15. Foto dei partecipanti alla giornata di campo

CONCLUSIONI

Il progetto ha valutato lo stato di salute dei sistemi forestali dell'area del Monte Peglia con uno sforzo di campionamento, a nostra conoscenza, più grande che sia mai stato effettuato a livello locale in Italia usando come modello i Lepidotteri diurni.

In ambiente mediterraneo è sempre più evidente l'effetto dei cambiamenti climatici: elevata siccità e temperature estreme. Questi effetti rendono le aree prative, habitat ideali delle farfalle, sempre più invivibili soprattutto nei mesi estivi. Nonostante ciò, pochissimi studi hanno valutato in un ecosistema mediterraneo i comportamenti delle farfalle in condizioni estreme e le strategie che esse mettono in atto per sopravvivere ai periodi caldi e secchi durante i quali le risorse (fiori per gli adulti e piante ospiti per le larve) scarseggiano.

L'area del Monte Peglia rappresenta un caso di studio ideale per valutare i comportamenti delle farfalle in un ambiente mediterraneo privo di elevato range altitudinale (max altitudine 837 s.l.m). La possibilità di spostarsi verso aree a maggiore altitudine rappresenta una strategia molto diffusa tra i Lepidotteri per controbilanciare gli effetti degli aumenti di temperatura.

Da questo studio è emerso che con l'aumentare delle temperature, durante i mesi più caldi, le farfalle tendono ad essere presenti non solo nei prati ma anche nei boschi. In particolare, la ricchezza massima di farfalle si è osservata in plot con determinate caratteristiche ambientali: radure limitate circondate da boschi e in prossimità di corsi d'acqua. Questo dato è in controtendenza con i risultati ottenuti in aree centro-europee in cui le aree prative appaiono come gli ambienti in assoluto più ricchi di farfalle e altri impollinatori. I nostri risultati, indicano che l'habitat delle farfalle non è rappresentato solamente dalle piante ospiti delle larve e dalle fioriture per gli adulti rinvenibili nei prati. Oltre a questo, infatti, una copertura boschiva e la presenza di corsi d'acqua nei pressi dei prati favorisce l'instaurarsi e il mantenimento di comunità più ricche in cui si possono ritrovare elementi importantissimi per la conservazione (specie in direttiva habitat e specie al margine della loro distribuzione).

Il nostro lavoro mostra l'importanza di sistemi forestali sani in ambienti con altitudini inferiori ai 1000m per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. Inoltre, i lepidotteri si sono rivelati degli ottimi indicatori ambientali per definire in modo chiaro quali siano le strutture ambientali maggiormente a rischio. Generalmente, progetti simili prevedono confronti di dati raccolti in una lunga serie temporale (più anni di campionamento). Il nostro approccio altamente specializzato e innovativo introduce la possibilità di analizzare questi fenomeni nel breve arco di sette mesi, al termine del quale è possibile una rapida elaborazione di modelli predittivi o di prevenzione dei rischi da crisi ed emergenze climatiche. Questi possono essere utilizzati sia nell'area della Riserva sia in aree che ne condividono le caratteristiche ambientali.

Sulla base dei risultati di questo studio e in accordo con gli obiettivi del PSR 16.5.1 si propongono le seguenti **raccomandazioni** per lo sviluppo di pratiche ambientali finalizzate alla maggior salvaguardia della biodiversità:

- 1) favorire la presenza di una eterogeneità ambientale con zone prative alternate ad aree boschive.
- 2) favorire la salvaguardia sia di zone prative di alta quota che limitrofe a corsi d'acqua.
- 3) mitigare gli effetti del pascolo in aree prative in modo da garantire una copertura floreale idonea agli impollinatori

Tali raccomandazioni saranno implementate nei prossimi mesi con le ulteriori analisi statistiche ancora in corso atte a valutare l'indice di preferenza climatica delle specie rappresentative e una valutazione più approfondita delle caratteristiche ambientali dell'area. Lo scopo è produrre un "Protocollo della Riserva MAB UNESCO Monte Peglia per la conservazione delle farfalle mediterranee" in modo da estendere e replicare il protocollo finale che beneficeranno dell'azione pionieristica messa a punto grazie a questo progetto.

Commento [CB1]: Questa? Focus su farfalle...si toglie?

BIBLIOGRAFIA

Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., *et al.* (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7336), 51–57.

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406.

Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., *et al.* (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One*, 12(10), e0185809.

Halvorson, K., Baumung, R., Leroy, G., Chen, C. & Boettcher P. *et al.*(2021). Protection of honeybees and other pollinators: one global study. *Apidologie*, 52: 535-547.

Pollard, E. (1977). A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation*, 12: 115–134.

Porto, R., de Almeida, R. F., Cruz-Neto, O. *et al.*(2020). Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Security* 12: 1425–1442.

Potts, S., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. *et al.* (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632): 220–229.

ALLEGATO 1

Numero Plot	Nome Plot	Longitudine	Latitudine	Habitat
1	A0	12.1568	42.8405	prato
2	A1	12.1551	42.8389	bosco rado
3	A2	12.1561	42.8377	prato
4	A3	12.1554	42.8329	prato
5	A4	12.1541	42.8311	prato
6	A5	12.1549	42.8292	prato
7	A6	12.1416	42.8173	bosco rado
8	A7	12.1555	42.8258	prato
9	A9	12.1526	42.8236	prato
10	A10	12.1508	42.8226	bosco
11	A11	12.1492	42.8218	prato
12	A12	12.1474	42.8210	bosco fitto
13	A14	12.1472	42.8186	bosco rado
14	A13	12.1456	42.8193	prato
15	A15	12.1429	42.8181	bosco fitto
16	A16	12.1415	42.8157	bosco rado
17	A_b	12.1547	42.8350	bosco rado
18	A_b1	12.1569	42.8365	bosco rado
19	B1	12.2098	42.8166	prato
20	B2	12.2100	42.8151	prato
21	B3	12.2074	42.8182	prato
22	B4	12.2050	42.8177	prato
23	B5	12.2041	42.8164	prato

24	B6	12.2034	42.8176	bosco fitto
25	B8	12.2132	42.8171	prato
26	B9	12.2160	42.8171	prato
27	B10	12.2129	42.8130	prato
28	B11	12.2144	42.8124	bosco fitto
29	B12	12.2034	42.8108	prato
30	B13	12.2016	42.8103	prato
31	B14	12.1993	42.8112	prato
32	B15	12.1953	42.8141	prato
33	B16	12.1939	42.8171	prato
34	B17	12.1948	42.8210	prato
35	B18	12.1923	42.8221	prato
36	B19	12.2006	42.8236	bosco
37	B_b	12.2034	42.8097	bosco fitto
38	B_b1	12.2004	42.8117	bosco
39	B_b2	12.1969	42.8137	bosco rado
40	B_b3	12.1946	42.8177	bosco rado
41	B_b4	12.1959	42.8206	bosco rado
42	B_b5	12.2127	42.8179	bosco
43	B_b6	12.2148	42.8171	bosco fitto
44	B_b7	12.2102	42.8196	bosco fitto
45	B_b8	12.2115	42.8227	bosco rado
46	B_b9	12.2125	42.8239	bosco rado
47	B_b10	12.2071	42.8188	bosco rado
48	C1	12.2273	42.8289	bosco rado
49	C2	12.2386	42.8291	prato
50	C3	12.2233	42.8289	prato

51	C4	12.2396	42.8285	bosco rado
52	C5	12.2436	42.8265	prato
53	C6	12.2447	42.8275	bosco fitto
54	C8	12.2401	42.8405	prato
55	C9.1	12.2512	42.8543	prato
56	C9	12.2524	42.8512	prato
57	C10	12.2497	42.8489	prato
58	C11	12.2415	42.8735	prato
59	C12	12.2414	42.8757	prato
60	C13	12.2336	42.8684	prato
61	C14	12.2217	42.8663	prato
62	C_b	12.2373	42.8684	bosco fitto
63	C_b1	12.2444	42.8596	bosco rado
64	C_b2	12.2466	42.8567	bosco rado
65	C_b3	12.2529	42.8484	bosco rado
66	C_b4	12.2488	42.8400	bosco
67	C_b5	12.2410	42.8726	bosco fitto
68	D1	12.1171	42.7985	bosco fitto
69	D2	12.1154	42.8010	bosco fitto
70	D3	12.1160	42.8022	bosco rado
71	D4	12.1170	42.8012	prato
72	D5	12.1174	42.8024	prato
73	D6	12.1174	42.7996	prato
74	D7	12.1176	42.8039	prato
75	D8	12.1209	42.8029	bosco fitto
76	D9	12.1124	42.7977	prato
77	E1	12.2110	42.8073	bosco rado

78	E2	12.2122	42.8052	prato
79	E3	12.2145	42.8043	prato
80	E4	12.2162	42.8032	bosco fitto
81	E5	12.2208	42.8057	bosco rado
82	E6	12.2238	42.8055	prato
83	E7	12.2266	42.8041	prato
84	E8	12.2318	42.8042	bosco
85	E9	12.2363	42.8039	prato
86	E10	12.2347	42.8000	bosco
87	E11	12.2381	42.7985	bosco rado
88	E12	12.2367	42.7960	bosco rado
89	E13	12.2275	42.8024	prato
90	E14	12.2292	42.7997	prato
	Bioforest Salamandrina	12.2590	42.8882	prato

Lista dei plot con le coordinate geografiche WGS-84 e con descrizione degli habitat

ALLEGATO 2

 <i>Limenitis reducta</i>	 <i>Polygonia c-album</i>	 <i>Vanessa cardui</i>	 <i>Melitaea didyma</i>	 <i>Issoria lathonia</i>
 <i>Hipparchia fagi</i>	 <i>Brintesia circe</i>	 <i>Caenonympha pamphilus</i>	 <i>Lasiommata megera</i>	 <i>Chorax jasius</i>
 <i>Hipparchia semele</i>	 <i>Melanargia arge</i>	 <i>Caenonympha arcania</i>	 <i>Maniola jurtina</i>	 <i>Pararge aegeria</i>





**Ricerca, divulgazione e protezione delle farfalle
in
Riserva Montebiosfera
Monte Pelicciolo**



no un elemento
la biodiversità e del
gli ecosistemi.

Università di Firenze
e le aree che ospitano
o di specie a rischio
riserva e gli elementi
voriscono la presenza.

una lista aggiornata
senti nella Riserva
io di scomparsa per le
sservate dovuto ai
matici e potremo
strategie per loro
nterno della Riserva
te attività divulgative
ai cittadini la diversità
tutela delle farfalle.

 Piccole
 Medie
 Grandi

ite pagina inferiore delle ali

BELLAI

te la

servazione

nio?

tti

ling.eu



educator @Gilles San Martin

HESPERIDAE



 *Pyrgus malvoides*



 *Erymnis tages*



 *Spialia sertorius*



 *Thymelicus sylvestris*

PIERIDAE



 *Anthocharis cardamines*



 *Colias croceata*



 *Pieris rapae*



 *Pieris brassicae*



 *Aporia crataegi*



 *Gonepteryx cleopatra*

PAPILIONIDAE



 *Iphiclus podalirius*



 *Lycerna phlaeas*



 *Lysandra bellargus*



 *Celastrina argiolus*



 *Aricia agestis*

ALLEGATO 3

BUTTERFLY WEEK MONTE PEGLIA 2022

 **80 VOGLIA DI FARFALLE** 

Alla scoperta delle farfalle nella Riserva della Biosfera MAB UNESCO del Monte Peglia con i ricercatori dell'università di Firenze

Partecipa anche tu alle ricerche e contribuisci a raggiungere l'importante obiettivo di **80 specie!!!**

Calendario degli eventi:

9 luglio: CONFERENZA DIVULGATIVA FARFALLE – CAMBIAMENTI CLIMATICI
Introduzione del Presidente della Riserva della Biosfera MAB UNESCO del Monte Peglia Francesco Paola.
ore 17:00 presso la Biblioteca del CLT
Via L.A. Muratori 3 – 05100 Terni

10 luglio: SCOPRIAMO LE FARFALLE DELLA RISERVA
uscita per il riconoscimento delle farfalle per tutte le età. Appuntamento al parco dei Sette Frati.
ore 10:00 - 15:00 con pranzo al sacco

Per info: <https://zenlab.wixsite.com/butterflylab/butterfly-week>
<https://www.montepegliaperunesco.it/>
Monte Peglia Per Unesco | Facebook
Email: giulia.simbula@unifi.it, claudia.bruschini@unifi.it

© Mick Swamy