

**Matteo Negro, Fabrizio Boggio, Mario Raviglione**

# Sentinelle del cambiamento

5  
.....

**Il riscaldamento climatico è una delle principali minacce per il nostro pianeta; per monitorarne l'impatto ambientale su scala locale, le farfalle diurne possono risultare validi indicatori**

Nel corso degli ultimi anni il tema dei cambiamenti climatici è diventato di estrema attualità. Sempre più spesso si leggono sui giornali notizie riguardanti l'intensificarsi di eventi atmosferici estremi quali prolungate siccità, ondate di calore, alluvioni disastrose, inverni con temperature anomale, ecc., diretta conseguenza dell'incremento delle temperature medie globali.

La domanda che tutti si pongono è se questi eventi rientrano in quella che è la normale variabilità climatica oppure se ci sia qualcosa di più. Per rispondere a questo importante quesito risulta fondamentale comprendere che cosa sia e come funzioni il clima.

Il clima terrestre, che tanto condiziona la nostra quotidianità, è il risultato di complesse interazioni tra fattori di origine extraterrestre (energia irradiata dal sole, distanza relativa tra terra e sole, inclinazione dell'asse terrestre) e fattori terrestri legati all'atmosfera, alla biosfera, alle nubi, agli oceani e alla riflettività della superficie del nostro pianeta. Un ruolo cruciale nel bilancio energetico globale è giocato dalla nostra atmosfera, che grazie alla presenza di alcuni gas (vapore acqueo, anidride carbonica, ozono, metano, protossido di azoto) è in grado di trattenere parte della radiazione infrarossa riflessa dalla superficie del pianeta. Questo effetto serra naturale, essenziale per la sopravvivenza della vita sulla terra, mantiene una temperatura media globale intorno ai +15°C. Senza l'effetto serra generato dall'atmosfera la temperatura media della Terra precipiterebbe intorno ai -20°C (Maslin, 2007). Nel dibattito complesso e articolato sul riscaldamento climatico è ormai assodato che a partire dalla rivoluzione industriale il massiccio utilizzo di combustibili fossili abbia determinato un crescente accumulo di anidride carbonica in atmosfera con la conseguente intensificazione dell'effetto serra. L'anidride carbonica è passata da una

concentrazione preindustriale di circa 280 ppm agli oltre 370 ppm di oggi. Nel corso dell'ultimo secolo in seguito al rafforzamento dell'effetto serra la temperatura media globale è aumentata di 0.74° C. Questo dato è confermato anche a livello locale in quanto, per il Piemonte, l'analisi delle medie annuali rivela una tendenza di crescita statisticamente significativa sia per le massime che per le minime, che hanno registrato un incremento rispettivamente di 1.15°C e di 0.55°C circa negli ultimi 50 anni (AA.VV., 2007).

Ma che cosa dobbiamo attenderci per il futuro? Il comitato intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC), fondato nel 1988 dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) unitamente all'Organizzazione Meteorologica Mondiale, ha l'importantissimo ruolo di fornire ai decisori politici una valutazione oggettiva della letteratura tecnico-scientifica e socio-economica disponibile in materia di cambiamenti climatici al fine di elaborare strategie di adattamento e di mitigazione degli effetti negativi per il futuro. L'importante ruolo dell'IPCC nella divulgazione e sensibilizzazione di fronte al delicato tema dei cambiamenti climatici è stato riconosciuto nel 2007 con l'assegnazione del Premio Nobel per la Pace.

In base al IV rapporto IPCC del 2007 (IPCC AR4 WG1, 2007), che attualmente rappresenta la fonte più attendibile e aggiornata sul tema dei cambiamenti climatici, la temperatura media globale potrebbe aumentare entro la fine del secolo da 1.8 a 4.0°C rispetto ai valori di riferimento del 1990. Secondo alcuni ricercatori non si può escludere che il riscaldamento possa essere ancora più intenso con un incremento che potrebbe ar-

rivare a +6°C. Questa incertezza nel valore deriva dal fatto che le previsioni sul clima vengono elaborate dall'IPCC tenendo in considerazione differenti scenari socio-economici dell'umanità che possono condizionare in modo rilevante le emissioni di gas-serra.

Inoltre, l'aumento della temperatura non sarà omogeneo; le regioni alle elevate latitudini (regioni artiche) e ad elevate altitudini (ad esempio, ecosistemi alpini di alta quota) saranno particolarmente vulnerabili di fronte ad un incremento che, come già detto, potrebbe arrivare ai valori di +6 °C.

I modelli previsionali elaborati sono concordi nel suggerire che a causa dell'aumento delle temperature la massiccia evaporazione dagli oceani porterà ad una intensificazione del ciclo dell'acqua con un conseguente incremento complessivo delle precipitazioni, che saranno sempre più distribuite in modo disomogeneo, con fenomeni alluvionali alternati a periodi di intensa siccità (Mercalli, 2009). La progressiva fusione dei ghiacci artici e dei ghiacciai continentali contribuirà ad alimentare il processo di aumento della temperatura venendo a ridursi la capacità di riflettere la luce solare da parte della superficie terrestre. Inoltre questo fenomeno porterà secondo l'IPCC ad un aumento dei livelli marini compreso tra 18 e 59 cm, con conseguenze disastrose per più di 150 milioni di persone che vivono in prossimità delle coste in diversi paesi del mondo. Per concludere, il riscaldamento climatico potrà avere pesanti ripercussioni sulla salute umana in seguito all'incremento della frequenza delle ondate di calore, alla riduzione della disponibilità di acqua potabile e alla diffusione verso le zone temperate di alcuni vettori di

malattie tropicali quali la malaria, la *dengue* o la *chikungunya*, malattia da virus trasmessa dalla zanzara tigre che già ha colpito il Ravennate nel 2007.

### **Impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità**

Il IV rapporto dell'IPCC sottolinea come un incremento delle temperature anche modesto potrebbe avere delle ripercussioni negative per quanto concerne la conservazione della biodiversità. Alcune specie viventi, che presentano il loro habitat in determinate regioni zoogeografiche, sono particolarmente esposte a questo genere di minaccia. Le specie animali stanno mostrando diverse tipologie di risposta ai cambiamenti climatici che includono variazioni nella loro distribuzione, abbondanza, fenologia, fisiologia, composizione e struttura delle comunità (Schneider *et al.*, 2001). Tali cambiamenti sono stati osservati e studiati in diversi gruppi di organismi che vanno dagli insetti ai mammiferi, in differenti aree del globo. Ad esempio, per quanto riguarda il gruppo dei lepidotteri diurni (le farfalle), è stata evidenziata in Europa e in nord America una correlazione tra l'aumento della temperatura e la loro migrazione verso quote o latitudini più elevate (Parmesan *et al.*, 1999).

In un mondo in rapido mutamento queste specie stanno migrando alla ricerca di condizioni ottimali per la loro sopravvivenza sebbene tale processo sia ostacolato dall'eccessivo sfruttamento antropico del territorio o dall'incapacità stessa a migrare. Pensiamo ad esempio alle numerose specie di vertebrati e

invertebrati endemiche di alcune aree alpine di alta quota. Lo spostamento delle condizioni climatiche elettive verso le quote maggiori potrà avvenire fino al punto in cui la montagna stessa finirà. Con il passare del tempo il loro progressivo isolamento e la mancanza degli habitat idonei per espletare tutte le fasi del loro ciclo vitale determineranno la loro definitiva estinzione.

### **Le farfalle come indicatori ambientali del cambiamento climatico**

I lepidotteri diurni sono sottoposti in tutta Europa a forti pressioni dovute all'alterazione dei loro habitat. Il cambiamento dell'uso del suolo, l'intensa urbanizzazione, l'introduzione di specie aliene invasive, i cambiamenti nelle pratiche pastorali ed agricole hanno portato al declino le popolazioni di numerose specie. In base alle categorie di rischio di estinzione elaborate dalla IUCN (International Union for Conservation of Nature), a livello europeo l'8.5% delle specie di lepidotteri (37 specie su 435) è considerato a rischio; 3 specie rientrano nella categoria "a rischio critico", 12 nella categoria "a rischio" e 22 nella categoria "vulnerabile" (Van Swaay *et al.*, 2010). Inoltre, 44 altre specie sono inserite nella categoria "quasi a rischio".

Nelle ultime decadi l'intensificazione del cambiamento climatico ha ulteriormente peggiorato un quadro già sufficientemente precario che è sfociato in una vera e propria emergenza conservazionistica.

Il clima è certamente uno dei fattori che influenza maggiormente la distribuzione dei lepidotteri in quanto, condizionando la tem-

peratura locale, regola direttamente il ciclo biologico delle specie e la capacità degli individui adulti di volare. Il riscaldamento climatico può determinare l'espansione di molte specie verso i limiti del loro areale posti a maggiori latitudini e altitudini. Contemporaneamente può verificarsi una contrazione della distribuzione nei limiti verso le regioni più calde.

Il cambiamento climatico può influenzare i lepidotteri sia direttamente che indirettamente. Gli stadi pre-immaginali e gli adulti di ciascuna specie presentano un *optimum* climatico (detto "Indice di temperatura di specie" o "STI") in cui i processi fisiologici funzionano al meglio. Piccole variazioni possono influenzare negativamente l'espletamento delle funzioni biotiche e compromettere pertanto la sopravvivenza degli individui. Come è stato evidenziato nei paragrafi precedenti il cambiamento climatico altera pesantemente l'ambiente abiotico e biotico. Ad esempio, l'alterazione della composizione e della struttura della vegetazione può favorire alcune specie a scapito di altre, soprattutto nel caso in cui una specie sia monofaga, ovvero legata strettamente alla distribuzione e al ciclo vegetativo di una particolare pianta nutrice. Questo fatto è stato dimostrato da Schweiger *et al.* (2008) per *Boloria titania*, presente nel territorio biellese esclusivamente in Alta Val Sessera, legata in maniera indissolubile con la pianta nutrice *Polygonum bistorta*. Va infine evidenziato che le variazioni nella distribuzione delle specie di lepidotteri e delle rispettive piante nutrici potrà influenzare i rapporti interspecifici esistenti fra le specie con possibili effetti legati alla competizione. Per studiare le biocenosi, oltre al con-

petto di STI, si è elaborato l'"Indice di temperatura di comunità" o "CTI", che equivale alla media delle singole STI di una determinata biocenosi, ovvero di una comunità di farfalle che condividono lo stesso habitat. Monitorando alcune biocenosi modello in Europa, si è dimostrato che il CTI è in aumento costante, indicando come una determinata comunità di farfalle si sia spostata verso nord di circa 75 km dal 1990 al 2009, mentre, nello stesso lasso di tempo, la tendenza temporale della temperatura media europea è aumentata con una rapidità tre volte superiore (Van Swaay *et al.*, 2010b). Ciò suggerisce che, sebbene come previsto le comunità di farfalle si stiano spostando a nord, il cambiamento di temperatura è molto più rapido; il rischio quindi per alcune specie di non riuscire a seguire tale passo è reale e il risultato finale è prevedibilmente l'estinzione.

In Italia, negli ultimi decenni, diversi autori hanno denunciato il declino di alcune popolazioni di lepidotteri. Dal 1798 ad oggi circa 277 popolazioni di farfalle diurne e zigenidi si sono estinte. In base a quanto riportato da Balletto *et al.* (2009) circa un terzo di queste estinzioni sono imputabili a fenomeni legati al cambiamento climatico, che colpisce non solo le specie igrofile, impattate dal minor apporto idrico e/o dall'alterazione del regime pluviometrico, ma anche alcuni taxa termofili. Va inoltre sottolineato che il riscaldamento climatico sta favorendo l'espansione di alcune specie alloctone. Un caso emblematico è quello del licenide del geranio (*Cacyreus marshalli*), specie originaria dell'Africa meridionale. Dal suo primo avvistamento nel 1990 a Maiorca la sua diffusione in Europa è stata

inarrestabile principalmente in seguito alle mitigate condizioni climatiche durante i mesi invernali. La sua presenza non solo determina un grave danno ai *Pelargonium* coltivati sui nostri terrazzi ma rappresenta una minaccia conservazionistica in quanto è in grado di deporre sulle specie selvatiche appartenenti al genere *Geranium* spp., note per essere le piante nutrici delle specie di lepidotteri autoctoni *Eumedonia eumedon* e *Aricia* spp. (Quacchia *et al.*, 2008). Nel Biellese la specie è presente in buona parte del territorio e dalle zone pianeggianti e urbane si sta spingendo sempre più a quote maggiori (Negro, 2012). È stata addirittura osservata da uno degli autori (M. Raviglione) sui *Pelargonium* a Biellmonte. Un altro caso emblematico riguarda la falena *Cydalima perspectalis*, originaria dell'estremo oriente e penetrata in Germania nel 2007 a seguito dell'importazione di bosso infestato. Giunta in Italia negli ultimi 3 anni, è stata ritrovata sul bosso coltivato nei vivai biellesi nell'autunno 2012. La specie pare essersi acclimatata bene in Europa e sta provocando danni ingenti ai giardini a bosso.

### **I lepidotteri del Biellese e l'individuazione delle specie sentinella**

In questo quadro particolarmente preoccupante risulta fondamentale poter concentrare l'attenzione e gli sforzi di ricerca su alcuni gruppi di organismi indicatori, particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici.

Le farfalle diurne vengono spesso considerate ottimi organismi sentinella del cambiamento climatico in quanto vengono influenzate direttamente, in varie fasi del loro

ciclo biotico, dalla temperatura dell'aria e dal grado di insolazione. Inoltre questo gruppo di artropodi è ben conosciuto dal punto di vista ecologico e tassonomico e può essere monitorato con relativa facilità e con costi contenuti.

Nel Biellese sono presenti diverse specie sentinella estremamente promettenti per studiare e valutare gli effetti del cambiamento climatico sulla biodiversità locale. Se consideriamo l'ambiente dei prati umidi e paludosi del Biellese, particolarmente sensibili agli effetti del cambiamento climatico sono due specie di Lycaenidae appartenenti al genere *Phengaris*: *P. alcon*, presente nella Baraggia di Candelo, e *P. teleius*, reperita in passato nelle aree prative in prossimità di Camburzano e più recentemente rinvenuta nei pressi di Sostegno (Raviglione & Boggio, 2001).

Entrambe le specie risultano monovoltine (presentano una generazione all'anno); la loro sopravvivenza è legata al ciclo fenologico delle piante nutrici (*Gentiana pneumonanthe* per *P. alcon* e *Sanguisorba officinalis* per *P. teleius*) ed alla presenza delle colonie di formiche ospiti del genere *Myrmica*, fondamentali per il completamento della fase larvale. È stato recentemente dimostrato che estati particolarmente calde e afose possono determinare l'asincronia tra il ciclo biologico della pianta nutrice e quello delle due specie di lepidotteri (Balletto *et al.*, 2009) a causa del ritardo nelle fioriture delle due specie nutrici. Ciò può ostacolare il processo di ovideposizione delle femmine con conseguente decremento demografico negli anni successivi. Inoltre le elevate temperature estive possono condizionare l'attività degli adulti, che riducono i voli durante le ore più calde della gior-

*Phengaris alcon fotografata  
nella Baraggia di Candelo  
(foto Mario Raviglione)*



nata condizionando pertanto gli accoppiamenti. Il progressivo incremento della frequenza di ondate di caldo simili a quella che si verificò nel 2003 oltre a determinare un'alterazione degli habitat dovuta alla riduzione dell'umidità al suolo potrà incidere sempre più sul fragile equilibrio biologico di queste due splendide farfalle presenti nel Biellese in colonie estremamente ridotte e confinate.

Se consideriamo il distretto montano del nostro territorio possiamo individuare altre due specie sentinella confinate sulla sommità del Monte Marchetta, in Alta Val Sessera e in Alta Valle Oropa. Si tratta di due ninfalidi: il satirino *Oeneis glacialis* e *Euphydryas glacigenita*. Solitamente queste due specie vivono nelle praterie alpine e nei macereti a quote elevate, superiori ai 2000 m s.l.m., nelle aree

più interne dell'arco alpino. Mentre le popolazioni dell'Alta Valle Oropa hanno una certa possibilità di espandersi altitudinalmente sino a oltre 2000 m s.l.m., le popolazioni presenti sul Monte Marchetta si trovano confinate, dal termine delle glaciazioni, ad una quota insolitamente bassa (1600 m circa) e pertanto risultano particolarmente esposte all'impatto del riscaldamento climatico.

Un incremento anche modesto della temperatura potrebbe determinare un ulteriore spostamento dell'*optimum* climatico verso l'alto con la conseguente estinzione delle due popolazioni relitte.

Un'altra specie di prateria alpina è *Erebia mnestra*, che nel Biellese è stata osservata in Alta Val Sessera (Balma delle Basse) e soprattutto sui pendii erbosi che salgono dal Lago

*Phengaris teleius fotografata  
nei pressi di Sostegno  
(foto Fabrizio Boggio)*

del Mucrone sino quasi al Lago del Rosso. Questa specie, la cui larva si nutre di graminacee quali *Festuca* sp., solitamente vive oltre i 1700 m di altitudine (Raviglione & Boggio, 2001). Di conseguenza, come per le due specie precedenti, è potenzialmente vulnerabile ai cambiamenti climatici.

Il cambiamento climatico non solo minaccia la conservazione di alcune popolazioni di lepidotteri alterando gli habitat elettivi ma in alcuni casi può interferire con il processo migratorio di varie specie. Ad esempio, in un recente studio (Sparks *et al.*, 2007) è stato dimostrato che l'incremento delle temperature nel sud dell'Europa ha portato ad un aumento del numero di specie di lepidotteri migratori che raggiungono le coste inglesi. Solitamente le specie migratrici sono contraddistinte dal punto di vista biologico da una elevata vagilità e da una rilevante adattabilità alle più disparate condizioni ambientali (Cannon, 1998). Per questa ragione esse possono entrare in competizione per lo spazio e le risorse trofiche con le specie autoctone notoriamente meno vagili e più specializzate per quanto concerne la selezione degli habitat.

Nel caso specifico del territorio biellese ogni anno assistiamo alla migrazione di splendidi lepidotteri appartenenti alla famiglia Nymphalidae e Sphingidae. Tra le specie più appariscenti e comuni in tutti i distretti della Provincia di Biella va citata la vanessa del cardo (*Vanessa cardui*). Questa specie è facilmente osservabile e riconoscibile per la sua variopinta colorazione (nei paesi anglofoni è conosciuta con il nome *painted lady*, che si-



gnifica “dama dipinta”). Affascinante è la sua biologia e l’eccezionale comportamento migratorio; si riproduce in Africa (principalmente a nord del deserto del Sahara) e durante la primavera e l’estate vola per centinaia o migliaia di chilometri verso nord, attraversando il mar Mediterraneo e giungendo sulle coste meridionali dei paesi europei. Ma il suo viaggio non si ferma in questi caldi lidi; la vanessa del cardo, infatti, è in grado di superare le catene montuose per spingersi ancora più a nord verso la Scandinavia e talvolta giunge addirittura fino alla lontana Islanda. Questa specie oltre ad essere un’abile volatrice è molto versatile e adattabile in quanto si può osservare nei giardini, nei prati, ai margini dei boschi, dalla pianura fino ai 2500 m di quota. Ciclicamente queste migrazioni pos-



sono essere imponenti per numero di individui. Qualche anno fa ci fu un'insolita invasione primaverile di vanesse del cardo che catturò l'attenzione della gente tanto da meritare ampio spazio su giornali e telegiornali.

Non solo queste migrazioni di massa con miliardi di individui in volo sono sempre più frequenti negli ultimi anni ma la migrazione si sta spostando sempre più verso latitudini maggiori (Inghilterra, nord della Scandinavia, Islanda). Inoltre se un tempo nel nostro territorio era possibile osservare le prime vanesse migratrici a partire da marzo, oggi giorno è possibile osservare questi bellissimi lepidotteri policromi anche con un mese di anticipo. Alcuni entomologi sostengono che tutto ciò sia imputabile, oltre che a normali fluttuazioni delle dinamiche di popolazione, anche all'effetto del cambiamento climatico che sta determinando lo spostamento della

fascia climatica nord-sahariana verso nord, anticipando di fatto l'arrivo della primavera e quindi la partenza delle vanesse del cardo. Infine, occorre menzionare le due specie di *Parnassius* (*apollo* e *mnemosyne*) che sino alla fine degli anni '70 del secolo scorso per la prima specie e almeno fino al 1988 per la seconda volavano, rispettivamente, a Piedicavallo e nei pressi del Ponte Pinchiolo a Rosazza (Raviglione & Boggio, 2001). Entrambe queste specie di farfalle vistose ed eleganti sembrano essere scomparse dai loro luoghi di osservazione, probabilmente a causa di variazioni nell'uso del suolo in cui si riproducevano (ad esempio, distruzione da pascolamento eccessivo delle praterie umide in cui cresceva *Corydalis* sp., la pianta nutrice di *P. mnemosyne*). Tuttavia, le variazioni climatiche degli ultimi decenni potrebbero aver accelerato il processo di estinzione.



*In alto: Euphydryas glaciegenita fotografata  
sulla sommità del Monte Marchetta  
(foto Mario Raviglione)*

*In basso: Erebia mnestra  
(foto Mario Raviglione)*





### **Monitoraggio delle farfalle biellesi come indicatori del cambiamento**

Per le ragioni esposte, il monitoraggio di alcune specie sentinella di lepidotteri è altamente indicato quale metodo semplice ed efficace per misurare l'impatto ambientale causato dalle variazioni climatiche. Il metodo standard è fondato sul monitoraggio che si effettua grazie a passeggiate regolari lungo sentieri prestabiliti da parte di volontari che registrano la presenza delle varie specie. L'Italia, purtroppo, non è tra i 19 paesi europei che attualmente conducono tale studio in modo regolare. Attraverso gli Schemi di Monitoraggio delle Farfalle (BMS, Butterfly Monitoring Schemes) è possibile studiare le tendenze a livello nazionale. Grazie a tali schemi, si possono generare due indicatori: il primo è detto

“Indicatore delle farfalle delle praterie europee”, che monitorizza 17 specie di prateria, la maggior parte delle quali è presente anche nel Biellese; questo indicatore è sensibile alle variazioni ambientali oltre a quelle climatiche *sensu stricto*.

Il secondo indicatore, invece, è detto “Indicatore del cambiamento climatico” e monitorizza lo spostamento progressivo verso nord delle comunità di farfalle, come accennato in precedenza (Van Swaay & Warren, 2012). Esperti sul tema hanno raccomandato all'Unione Europea (UE) di adottare il monitoraggio delle farfalle nell'ambito della Strategia 2020 sulla Biodiversità in UE. Tale sistema dovrebbe essere centrato su di un database europeo standardizzato seguendo l'approccio già adottato in alcuni paesi; dovrebbe essere esteso a tutti i paesi membri che

oggi non forniscono dati, quali l'Italia, offrendo loro la formazione ed il sostegno adeguati; e dovrebbe prevedere l'esplorazione di nuovi indicatori, per esempio uno che valuti le farfalle delle aree boscate.

Riteniamo che tale sistema di monitoraggio dovrebbe essere adottato rapidamente anche per il Biellese dato che nel nostro territorio esistono alcune specie sentinella importanti e si conoscono bene i siti che potrebbero essere monitorati. Quindi sarebbe possibile stabilire con chiarezza le aree da sorvegliare regolarmente. Considerando che la metodologia è semplice e che l'Italia è purtroppo non all'avanguardia nel settore, instaurando un monitoraggio sistematico, il Biellese sarebbe in grado di contribuire in modo determinante alle conoscenze relative al cambiamento climatico ed ai suoi effetti sulle popolazioni di farfalle del nostro territorio.

## Bibliografia

- AA.VV. (2007). *Il Piemonte nel cambiamento climatico. Osservazioni passate, impatti presenti e strategie future*. ARPA Piemonte.
- Balletto E., Barbero F., Casacci L., Cerrato C., Patricelli D. & Bonelli S. (2009). *L'impatto dei cambiamenti climatici sulle farfalle italiane*. Studi Trentini di Scienze Naturali, 86: 111-114.
- Cannon R. J. C. (1998). *The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on nonindigenous species*. Global Change Biology, 4: 785-796.
- IPCC AR4 WG1 (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
- Maslin M. (2007). *Riscaldamento globale*. Codice Edizioni; 185 pp.
- Mercalli L. (2009). *Che tempo che farà. Breve storia del clima con uno sguardo al futuro*. Rizzoli (collana Saggi italiani); 298 pp.
- Negro M. (2012). *L'invasione degli "alieni"*. Rivista Biellese, luglio 2012.
- Parmesan C., Ryrholm N., Stefanescu C. et al. (1999). *Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming*. Nature, 399: 579-583.
- Quacchia A., Ferracini C., Bonelli S. et al. (2008). *Can the Geranium Bronze, *Cacyreus marshalli*, become a threat for European biodiversity?* Biodiversity and Conservation, 17: 1429-1437.
- Raviglione M. & Boggio F. (2001). *Le farfalle del Biellese*. Provincia di Biella, Assessorato alla Tutela Ambientale, Collana Ambiente; 371 pp.
- Schneider S. H., Root T. L. & Putten M. V. (2001). *Wildlife Responses to Climate Change: North American Case Studies*. Island Press; 350 pp.
- Schweiger O., Settele J., Kudrna O. et al. (2008). *Climate change can cause spatial mismatch of trophically interacting species*. Ecology, 89: 3472-3479.
- Sparks T. H., Dennis R. L. H., Croxton P. J. et al. (2007). *Increased migration of Lepidoptera linked to climate change*. European Journal of Entomology, 104: 139-143.
- Van Swaay C. A. M., Cuttelod A., Collins S. et al. (2010). *European Red List of Butterflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Van Swaay C. A. M., Harpke A., Van Strien A. et al. (2010). *The impact of climate change on butterfly communities 1990-2009*. Report VS2010.25, Butterfly Conservation Europe & De Vlinderstichting, Wageningen.
- Van Swaay C. A. M. & Warren M. S. (2012). *Developing butterflies as indicators in Europe: current situation and future options*. De Vlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Butterfly Conservation UK, Butterfly Conservation Europe, Wageningen, Report nr. VS2012.012.